

## ANALISA PERCEPATAN WAKTU PROYEK MENGUNAKAN METODE *CRASHING* (STUDI KASUS: PENINGKATAN JALAN PELANTARAN – PARENGGEAN – TUMBANG SANGAI)

**Priska Olivia**

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya  
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail : oliviapriska54@gmail.com

**Veronika Happy Puspasari**

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya  
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail : vhappy\_75@yahoo.com

**Abstract:** The project is successful if the objectives set are met and meet quality standards, time and costs. Along with the Central Kalimantan Provincial Road Improvement / Development program in the Pelantaran - Pelanggaran - Parenggean - Tumbang Sangai Road Project package, good management is needed if deviations occur in the implementation process. In the 10th monthly report, it is known that the deviation is 1.70%, where the deviation indicates that the project completion time is not delayed. However, there are often delays in previous monthly reports. The purpose of this study is to determine the optimization of time and cost due to crashing by using alternatives to the addition of working hours (overtime) and alternative of heavy equipment increase and to determine the time and cost efficiency of the chosen crashing alternatives. This research collects data such as Job Analysis Checklist, Time Schedule and Monthly Reports. Data processing and data analysis were performed using the Crashing method by getting cost slope activities that are on the critical path followed by a cost analysis. Result from this study shows that the optimization of time and costs due to crashing selected using an alternative of heavy equipment increase with crashing duration of 590 days and cost total is Rp 72.374.976.694. This crashing method speeds up the project duration by 10 days from 600 working days to 590 days, resulting in a time efficiency of 1,67 % and the total cost of the project that can be saved is Rp 500.023.306 from Rp 72,875,000,000 to Rp 72.374.976.694, resulting in efficiency fee of 0,69 %.

**Keywords:** Crashing, Cost Slope, Road projects

**Abstrak:** Proyek dikatakan berhasil jika tujuan yang ditetapkan tercapai dan memenuhi standar mutu, waktu dan biaya. Seiring dengan adanya program Peningkatan/Pembangunan Jalan Provinsi Kalimantan Tengah pada Paket proyek Peningkatan Jalan Pelantaran – Parenggean – Tumbang Sangai diperlukan suatu manajemen yang baik apabila dalam proses pelaksanaannya terjadi penyimpangan. Pada laporan bulanan ke-10 diketahui deviasi 1,70% dimana deviasi tersebut menunjukkan waktu penyelesaian proyek tidak mengalami keterlambatan. Namun, pada laporan bulanan sebelumnya sering terjadi keterlambatan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui optimasi waktu dan biaya akibat crashing yang terpilih menggunakan alternatif penambahan jam kerja (lembur) dan alternatif penambahan jumlah alat dan tenaga kerja serta mengetahui efisiensi waktu dan biaya dari alternatif crashing yang terpilih. Penelitian ini mengumpulkan data seperti Daftar Analisa Pekerjaan, *Time Schedule* dan Laporan Bulanan. Dilakukan pengolahan data dan analisa data menggunakan metode *Crashing* dengan mendapatkan *cost slope* kegiatan yang berada pada lintasan kritis dilanjutkan dengan analisis biaya. Hasil penelitian menunjukkan optimasi waktu dan biaya akibat *crashing* yang terpilih menggunakan alternatif penambahan jumlah alat dan tenaga kerja diperoleh durasi 590 dengan biaya Rp 72.374.976.694. Metode *crashing* ini mempercepat durasi proyek sebesar 10 hari dari 600 hari kerja menjadi 590 hari, sehingga terjadi efisiensi waktu sebesar 1,67 % dan biaya total proyek yang dapat dihemat sebesar Rp 500.023.306 dari Rp 72.875.000.000 menjadi Rp72.374.976.694, sehingga terjadi efisiensi biaya sebesar 0,69 %.

**Kata kunci:** : *Crashing*, *cost slope*, proyek konstruksi jalan

## PENDAHULUAN

Proyek dikatakan berhasil jika tujuan yang ditetapkan tercapai dan memenuhi standar mutu, waktu dan biaya. 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. (Mandiyo dan Adi, 2016).

Seiring dengan adanya program Peningkatan/Pembangunan Jalan Provinsi Kalimantan Tengah pada Paket proyek Peningkatan Jalan Pelantaran – Parenggean – Tumbang Sangai diperlukan suatu manajemen yang baik apabila dalam proses pelaksanaannya terjadi penyimpangan. Pada laporan bulanan ke-10 diketahui deviasi 1,70% dimana deviasi tersebut menunjukkan waktu penyelesaian proyek tidak mengalami keterlambatan. Namun, pada laporan bulanan sebelumnya sering terjadi keterlambatan. Keterlambatan yang terjadi disebabkan pekerjaan di segmen 1 tertunda pengerjaannya karena ada keterkaitan dengan pekerjaan reguler yang ditangani oleh Kabupaten Kotawaringin Timur, selain itu pengaruh faktor cuaca, kurangnya tenaga kerja, suplai material yang tidak datang tepat waktunya, serta adanya perubahan desain. Oleh karena itu, Analisis percepatan waktu proyek perlu dilakukan.

Percepatan waktu dapat menggunakan metode *crashing*. Kegiatan dalam suatu proyek dapat dipercepat dengan berbagai cara, yaitu dengan mengadakan *shift* pekerjaan, memperpanjang waktu kerja (lembur), menggunakan alat bantu yang lebih produktif, menambah jumlah pekerja, menggunakan material yang dapat lebih cepat pemasangannya, menggunakan metode konstruksi lain yang lebih cepat (Ervianto, 2004).

Penelitian ini menganalisis data menggunakan metode *crashing* dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) dan alternatif penambahan alat dan tenaga kerja.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui optimasi waktu dan biaya akibat *crashing* yang terpilih menggunakan alternatif penambahan jam kerja (lembur) dan alternatif penambahan jumlah

alat dan tenaga kerja serta mengetahui efisiensi waktu dan biaya dari alternatif *crashing* yang terpilih

## TINJAUAN PUSTAKA

### Proyek

Proyek adalah suatu rangkaian beberapa kegiatan atau aktivitas dengan batas waktu yang telah direncanakan dan mengelola sumber daya yang digunakan dengan suatu metode tertentu dalam menggapai suatu tujuan (Ferdiantoro, 2015).

### Penjadwalan 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 (Husen, 2009).

### Crashing

*Crashing* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis dan analitik dengan melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. (Ervianto, 2004). *Crashing* dilakukan untuk semua aktivitas yang berada pada lintasan kritis dan dimulai dari aktivitas yang mempunyai *cost slope* terendah. Dari tahap-tahap *crashing* akan dicari waktu yang optimum dan biaya proyek yang minimum.

Dengan mempercepat durasi proyek maka akan menyebabkan perubahan terhadap biaya dan waktu, yang meliputi:

1. Waktu Normal (*normal duration*) merupakan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan kegiatan sampai selesai dengan tingkat produktivitas normal.
2. Waktu Dipercepat (*crash duration*) merupakan waktu tersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan yang secara teknis masih memungkinkan.
3. Biaya Normal (*normal cost*) adalah biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu normal.
4. Biaya untuk Waktu Dipercepat (*crash cost*) adalah jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kurun waktu tersingkat.

### Penambahan jam kerja (lembur)

*Crashing* dengan menambahkan jam kerja akan mempengaruhi efisiensi proyek. Adapun keputusan Menteri yang mengatur tentang penambahan jam kerja adalah Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor KEP.102/MEN/VI/2004.

### Penambahan jumlah alat dan tenaga kerja

Penambahan alat berat 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 dan Sarwidi, 2017)

## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dan pengambilan data dilakukan pada proyek program Pembangunan/Peningkatan Jalan Provinsi Kalimantan Tengah pada kegiatan Peningkatan Jalan Pelantaran – Parenggean – Tumbang Sangai di Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah. Penelitian ini menganalisis percepatan waktu proyek pada laporan bulanan ke-10 pada bulan Januari 2019.

### Tahapan penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan lima tahapan, dimana setiap tahapan saling berpengaruh. Adapun tahap-tahap kegiatan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Tahap pendahuluan yang meliputi penyusunan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat pada penelitian.
2. Tahap studi literatur penelitian yang mencakup literatur-literatur yang terkait dengan penelitian yang dilakukan.
3. Tahap pengumpulan data penelitian diperoleh dengan perizinan terlebih dahulu kepada pemilik proyek lalu meninjau lokasi penelitian, kemudian melakukan wawancara dan pengumpulan data dari pihak penyedia jasa dan pihak konsultan pengawas.
4. Tahap analisis data penelitian, tahapan ini dilanjutkan ke proses analisis data yang didapatkan *output* berupa hasil penelitian.
5. Tahap penutup, tahapan ini adalah penarikan kesimpulan dan saran terhadap hasil penelitian.

### Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian terdiri dari dua jenis yaitu sebagai berikut :

1. Data Primer  
Data primer merupakan data wawancara terhadap pemilik proyek, penyedia jasa dan konsultan pengawas.
2. Data Sekunder  
Data sekunder dalam penelitian ini yaitu :
  - a. Daftar analisa pekerjaan
  - b. *Time schedule*
  - c. Laporan bulanan

### Teknik analisis data

Langkah – langkah teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengolah Data Penelitian
2. Membuat hubungan antar kegiatan.
3. Membuat *network diagram* menggunakan *Microsoft project professional 2013* dan akan memperoleh lintasan kritis.
4. Menghitung produktivitas harian normal dan produktivitas tiap jam.

$$\text{Produktivitas harian normal} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}} \quad (1)$$

$$\text{Produktivitas tiap jam} = \frac{\text{Produktivitas harian normal}}{\text{Waktu Kerja Normal}} \quad (2)$$

5. Menghitung *crash duration*
6. Menghitung *crash cost*
7. Menghitung *cost slope*

$$\text{Cost Slope} = \frac{(\text{crash cost-normal cost})}{(\text{normal duration-crash duration})} \quad (3)$$

*Crashing* dilakukan pada kegiatan lintasan kritis yang mempunyai *cost slope* terkecil

8. Analisis Biaya akibat percepatan waktu
9. Setelah dilakukan *crashing* didapatkan *output* berupa percepatan waktu dan biaya proyek yang baru.

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Pengolahan Data

Data Penelitian yang sudah dikumpulkan direkapitulasi sehingga dapat di lanjutkan ke analisis data. Adapun Rekapitulasi data penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini:

**Tabel 1.** Rekapitulasi Data Penelitian

No. Mata Pembayaran	Uraian Pekerjaan	Volume	Normal Duration (hari)
1.2	Mobilisasi Awal	1,00	21
2.1.(1)	Galian untuk selokan drainase saluran air	5.231,39 M <sup>3</sup>	28

**Tabel 1. Lanjutan**

No. Mata Pembayaran	Uraian Pekerjaan	Volume	Normal Duration (hari)
3.1.(1a)	Galian biasa	17.280,00 M <sup>3</sup>	56
3.2.(2a)	Timbunan pilihan dari sumber galian	9.163,20 M <sup>3</sup>	56
3.3.(1)	Penyiapan badan jalan	109.529,82 M <sup>2</sup>	14
5.5.(1)	Lapis pondasi agregat semen kelas A (CTB)	11.808,00 M <sup>3</sup>	112
Skh.5.6(1a)	Semen untuk CTRB	2.791,71 ton	168
SKA.5.6.(1b)	Lapis Cement Treated Recycle Base (CTRB)	18.991,20 M <sup>3</sup>	168
6.1.(2a)	Lapis perekat-Aspal cair	52.584,00 liter	140
6.3.(3a)	Lataston lapis aus (HRS WC) Gradasi senjang/semi panjang	5.025,53 ton	56
6.3.(4a)	Lataston lapis pondasi (HRS Base) Gradasi senjang/semi panjang	8.934,27 ton	84
6.3.(8)	Bahan Anti pengelupasan	1.349,14 Kg	140
7.1(7)a	beton mutu sedang fc' = 20 Mpa (K-250)	305,27 M <sup>3</sup>	14
7.1(10)	beton mutu sedang fc' = 10 Mpa (K-150)	25,07 M <sup>3</sup>	7
7.3.(1)	Baja tulangan U 24 Polos	33.579,98Kg	28
8.4.(1)	Marka Jalan Termoplastik	3.633,95 M <sup>2</sup>	21

Sumber : Daftar analisa pekerjaan, *time schedule*, dan laporan bulanan proyek pada peningkatan Jalan Pelantaran – Parenggean – Tumbang Sangai (2019)

**Hubungan antar kegiatan**

Untuk membuat *network diagram* diperlukan terlebih dahulu hubungan antar kegiatan yang akan dimaksudkan kedalam *Microsoft project 2013*. Menghubungkan antar kegiatan dengan cara mengisi kolom *predecessors* (tugas yang harus diselesaikan sebelum tugas tertentu dimulai) sesuai dengan *time schedule*. Adapun data yang akan diinput ke dalam program *Microsoft Project 2013* dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2. Hubungan Antar Kegiatan**

Id.	Task Name	Durasi (hari)	Predecessors
1	PROYEK PENINGKATAN JALAN PELATARAN-PARENGGEAN-TB.SANGAI		
2	Umum		
3	Mobilisasi Awal	21	-
4	Drainase		
5	Galian untuk selokan drainase saluran air	28	3
6	Pekerjaan tanah		
7	Timbunan biasa	56	5 FS + 1 d
8	Timbunan pilihan dari sumber galian	56	5 FS + 1 d
9	Penyiapan badan jalan	14	7; 8

**Tabel 2. Lanjutan**

10	Perkerasan berbutir		
11	Lapis pondasi agregat semen kelas A (CTB)	112	7; 8
12	Semen untuk CTRB	168	11
13	Lapis Cement Treated Recycle Base (CTRB)	168	11
14	Pekerjaan aspal		
15	Lapis perekat-Aspal cair	140	12; 13; 20; 21
16	Lataston lapis aus (HRS WC) Gradasi senjang/semi panjang	56	17; 15FF; 18FF
17	Lataston lapis pondasi (HRS Base) Gradasi senjang/semi panjang	84	12; 13; 20; 21
18	Bahan Anti pengelupasan	140	12; 13; 20; 21
19	Struktur		
20	beton mutu sedang fc' = 20 Mpa (K-250)	14	22
21	beton mutu sedang fc' = 10 Mpa (K-150)	7	9 FS + 7d
22	Baja tulangan U 24 polos	28	9
23	Pengembalian kondisi pekerjaan minor		
24	Marka jalan termoplastik	21	15; 16; 18
25	Demobilisasi	14	15; 16; 18

**Network diagram**

Setelah penyusunan *network diagram* dengan menggunakan *Microsoft Project 2013* diperoleh lintasan kritis. Adapun lintasan Kritis dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

**Tabel 3. Lintasan Kritis dan Non Kritis untuk Pekerjaan yang di tinjau**

No.	Uraian Pekerjaan	Keterangan
1	Mobilisasi Awal	Kritis
2	Galian untuk selokan drainase saluran air	Kritis
3	Galian biasa	Kritis
4	Timbunan pilihan dari sumber galian	Kritis
5	Penyiapan badan jalan	Non Kritis
6	Lapis pondasi agregat semen kelas A (CTB)	Kritis
7	Semen untuk CTRB	Kritis
8	Lapis Cement Treated Recycle Base (CTRB)	Kritis
9	Lapis perekat-Aspal cair	Kritis
10	Lataston lapis aus (HRS WC) Gradasi senjang/semi panjang	Kritis
11	Lataston lapis pondasi (HRS Base) Gradasi senjang/semi panjang	Kritis
12	Bahan Anti pengelupasan	Kritis
13	beton mutu sedang fc' = 20 Mpa (K-250)	Non Kritis
14	beton mutu sedang fc' = 10 Mpa (K-150)	Non Kritis
15	Baja tulangan U 24 polos	Non Kritis
16	Marka jalan termoplastik	Kritis
17	Demobilisasi	Non Kritis

Dari Tabel 3 di atas diperoleh item pekerjaan yang akan dipercepat pada pekerjaan Lataston lapis pondasi (HRS BASE) Gradasi senjang/semi panjang, Lataston lapis aus (HRS WC) Gradasi senjang/semi panjang, dan marka jalan termoplastik.

Alasan pemilihan item kegiatan yang akan dipercepat adalah:

1. Kegiatan kritis yang terpilih memiliki unsur tenaga kerja sehingga bisa dicrashing dengan mengolah *resource work* (tenaga kerja).
2. Kegiatan kritis yang terpilih apabila dipercepat dapat mengurangi biaya tidak langsung pada kegiatan tersebut.
3. Kegiatan kritis yang terpilih merupakan pekerjaan yang belum dimulai pengerjaannya.

**Produktivitas harian normal**

Produktivitas harian normal digunakan untuk mengetahui produktivitas tiap jam kerja pada pekerjaan yang akan dipercepat. Produktivitas harian normal dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

**Tabel 4.** Produktivitas harian normal

Uraian pekerjaan	Produktivitas Harian normal	Produktivitas Tiap jam
Lataston lapis pondasi (HRS BASE) Gradasi senjang/semi	106,36 ton/hari	15,19 ton/jam

**Tabel 5.** Rekapitulasi Perhitungan *Crash Duration* pada penambahan Jam Kerja (Lembur)

Uraian pekerjaan	Jam Lembur (a)	Koefisien Pengurangan Produktivitas (e)	Volume	Produktivitas harian sesudah ditambah jam lembur	<i>Crash duration</i>
Lataston lapis pondasi (HRS BASE) Gradasi senjang/semi panjang	2 jam	0,8	8.934,27 ton	130,671 ton/hari	68 hari
Lataston lapis aus (HRS WC) Gradasi senjang/semi panjang	2 jam	0,8	5.025,53 ton	110,254 ton/hari	46 hari
marka jalan termoplastik	2 jam	0,8	3.633,95 m <sup>2</sup>	212,254 m <sup>2</sup> /hari	17 hari

Sumber : Hasil analisis (2019)

2. Penambahan Jumlah alat dan tenaga kerja.  
Untuk durasi pada penambahan Jumlah alat berat dan tenaga kerja menggunakan durasi akibat waktu lembur seperti sebelumnya. Contoh perhitungan pada Lataston Lapis Pondasi (HRS Base) Gradasi senjang/semi panjang yaitu:  
Perhitungan kebutuhan tenaga

panjang		
Lataston lapis aus (HRS WC) Gradasi senjang/semi panjang	89,742 ton/hari	12,82 ton/jam
marka jalan termoplastik	173,045 m <sup>2</sup> /hari	24,72 m <sup>2</sup> /jam

Sumber : Hasil analisis (2019)

**Perhitungan *crash duration***

Dalam penelitian ini digunakan 2 alternatif

1. Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Adapun salah satu contoh perhitungan pada Lataston Lapis Pondasi (HRS Base) Gradasi senjang/semi panjang yaitu:

Produktivitas harian sesudah ditambah Jam Lembur  
 = (7 jam x Produktivitas tiap jam) + (a x e x Produktivitas tiap jam)  
 = (7 Jam x 15,19) + (2 Jam x 0,8 x 15,19) = 130,671 ton/hari

$$Crash\ duration = \frac{Volume}{Produktivitas\ harian\ sesudah\ ditambah\ Jam\ Lembur}$$

$$= \frac{8.934,27}{130,671} = 68\ hari$$

Rekapitulasi perhitungan *Crash duration* untuk penambahan jam kerja (lembur) selama 2 jam dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Kebutuhan tenaga  
 =  $\frac{Harga\ total}{Harga\ satuan} = \frac{Rp\ 3.164.037,26}{Rp\ 14.167,65} = 223,47\ orang$

Kebutuhan tenaga per hari

$$= \frac{Jumlah\ Unit}{Normal\ duration}$$

$$= \frac{223,47 \text{ orang}}{84 \text{ hari}} = 2,66 \text{ orang/hari}$$

$$\text{Kebutuhan tenaga per jam} = \frac{\text{Jumlah Unit perhari}}{\text{Jam Kerja}}$$

$$= \frac{2,66 \text{ orang/hari}}{7 \text{ jam}} = 0,38 \text{ orang/jam}$$

Penambahan Jumlah alat dan tenaga Kerja

$$= \frac{(\text{Normal Duration} \times \text{kebutuhan tenaga})}{\text{Crash Duration}}$$

$$= \frac{(84 \text{ hari} \times 0,38 \text{ orang/jam})}{68 \text{ hari}} = 0,47 \text{ orang/jam}$$

Penambahan jumlah alat berat dan tenaga kerja setiap hari yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap jenis pekerjaan yang dapat dilihat pada Tabel 6, Tabel 7 dan Tabel 8.

**Tabel 6.** Penambahan Jumlah Alat dan Tenaga Kerja Lataston Lapis Pondasi (HRS BASE) Gradasi Senjang/Semi Panjang

Uraian kegiatan	Harga satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga total (Rp)	Kebutuhan tenaga (Orang atau Unit)	Kebutuhan tenaga perhari (Orang/hari atau Unit/ hari)	Kebutuhan tenaga perjam (orang/jam atau unit/jam)	Penambahan alat dan tenaga kerja (orang/jam atau unit/jam)
pekerja	14.167,65	354,37	3.166.037,26	223,47	2,66	0,38	0,47
mandor	20.693,62	73,94	660.599,92	31,92	0,38	0,05	0,07
wheel loader	520.921,66	4.985,94	44.545.734,16	85,51	1,02	0,15	0,18
AMP	6545018,1	131426,07	1.174.195.994,42	179,40	2,14	0,31	0,38
Genset	465.024,18	9.337,83	83.426.694,43	179,40	2,14	0,31	0,38
Dump truck	329.568,72	43.501,11	388.650.662,04	1179,27	14,04	2,01	2,48
Asphalt Finisher	693.064,14	2.476,50	22.125.719,66	31,92	0,38	0,05	0,07
Tandem Roller	435.662,40	6.004,56	53.646.360,27	123,14	1,47	0,21	0,26
Pneumatic Tyre roller	487.802,49	2.101,67	18.776.887,23	38,49	0,46	0,07	0,08

Sumber : Hasil analisis (2019)

**Tabel 7.** Penambahan Jumlah Alat dan Tenaga Kerja Lataston Lapis Aus (HRS WC) Gradasi Senjang/Semi Panjang

Uraian kegiatan	Harga satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga total (Rp)	Kebutuhan tenaga (Orang atau Unit)	Kebutuhan tenaga perhari (Orang/hari atau Unit/ hari)	Kebutuhan tenaga perjam (orang/jam atau unit/jam)	Penambahan alat dan tenaga kerja (orang/jam atau unit/jam)
pekerja	14.167,65	1.889,99	9.498.201,44	670,41	11,97	1,71	2,08
mandor	20.693,62	394,37	1.981.918,27	95,77	1,71	0,24	0,30
wheel loader	520.921,66	4.985,94	25.056.991,05	48,10	0,86	0,12	0,15
AMP	6545018,1	131426,07	660.485.657,57	100,91	1,80	0,26	0,31
Genset	465.024,18	9.337,83	46.927.544,80	100,91	1,80	0,26	0,31
Dump truck	329.568,72	43.501,11	218.616.133,34	663,34	11,85	1,69	2,06
Asphalt Finisher	693.064,14	13.208,01	66.377.250,50	95,77	1,71	0,24	0,30
Tandem Roller	435.662,40	6.818,25	34.265.319,92	78,65	1,40	0,20	0,24
Pneumatic Tyre roller	487.802,49	2.101,67	10.562.005,64	21,65	0,39	0,06	0,07

Sumber : Hasil analisis (2019)

**Tabel 8.** Penambahan Jumlah Alat dan Tenaga Kerja Marka Jalan Termoplastik

Uraian kegiatan	Harga satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Harga total (Rp)	Kebutuhan tenaga (Orang atau Unit)	Kebutuhan tenaga perhari (Orang/hari atau Unit/ hari)	Kebutuhan tenaga perjam (orang/jam atau unit/jam)	Penambahan alat dan tenaga kerja (orang/jam atau unit/jam)
Pekerja biasa	14.167,65	8.500,59	30.890.719	2180,37	103,83	14,83	18,32
Tukang	16.351,83	3.679,16	13.369.883	817,64	38,94	5,56	6,87
Mandor	20.693,62	1.552,02	5.639.963	272,55	12,98	1,85	2,29
compressor	189.993,50	14.249,51	51.782.007	272,55	12,98	1,85	2,29
dump truck	329.568,00	24.717,65	89.822.704	272,55	12,98	1,85	2,29

Sumber : Hasil analisis (2019)

**Perhitungan crash cost**

## 1. Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Ada pun perhitungan Crash Cost penambahan jam kerja (Lembur) untuk setiap pekerjaan sebagai berikut :

*Normal Cost* Pekerja per jam

= Produktivitas tiap jam x (Harga satuan tenaga kerja + Harga satuan peralatan)

= 15,19 x (Rp 428,32 + Rp 199.883,31)

= Rp 3.043.607,98

*Normal Cost* Pekerja perhari

= 7 Jam x *Normal Cost* Pekerja perjam

= 7 jam x Rp 3.043.607,98

= Rp 21.305.255,86

Biaya Lembur Pekerja perhari

= (jam kerja lembur pertama x 1,5 x upah sejam normal) + (jam kerja lembur berikutnya x 2 x upah sejam normal)

= (1 x 1,5 x Rp 3.043.607,98) + ((2-1) x 2 x Rp 3.043.607,98)

= Rp10.652.627,93

*Crash Cost* pekerja perhari

= *Normal cost* pekerja perhari + biaya lembur perhari

= Rp 21.305.255,86 + Rp 10.652.627,93

= Rp 31.957.883,79

*Crash Cost* total

= (*Crash Cost* pekerja perhari x *crash duration*) + (Harga satuan material x volume)

= (Rp 31.957.883,79 x 68 hari) + (Rp 1.363.779,31 x 8.934,27 ton)

= Rp 14.360.465.709,27

*Crash Cost* Alternatif Penambahan Jam Kerja Lembur dapat dilihat pada Tabel 9 dibawah ini.

**Tabel 9.** Penambahan jam Kerja (Lembur)

Uraian pekerjaan	<i>Normal Cost</i> pekerja perjam (Rp)	<i>Normal Cost</i> pekerja perhari (Rp)	Biaya lembur pekerja perhari (Rp)	<i>Crash Cost</i> pekerja perhari (Rp)	<i>Crash Cost</i> total (Rp)
Lataston lapis pondasi (HRS BASE) Gradasi senjang/semi panjang	3.043.607,98	21.305.255,86	10.652.627,93	31.957.883,79	14.360.465.709,27
Lataston lapis aus (HRS WC) Gradasi senjang/semi panjang	2.739.852,80	19.178.969,63	9.589.484,81	28.768.454,44	8.597.603.380,48
marka jalan termoplastik	1.303.993,27	9.127.952,88	4.563.976,44	13.691.929,32	874.193.534,40

Sumber : Hasil analisis (2019)

## 2. Penambahan Jumlah alat dan tenaga kerja.

Contoh perhitungan *Crash Cost* yaitu:

## a. Lataston lapis pondasi (HRS BASE)

Gradasi senjang/semi panjang

Biaya alat dan tenaga kerja

= Harga satuan x Penambahan Jumlah alat dan tenaga kerja x Jam Kerja

= 14.167,65 x 0,47 x 7

= Rp 46.559 per hari untuk pekerja

Biaya material dan bahan

= Harga satuan x volume

= 167.355,37 x 8.934,27 ton

= Rp 1.495.198.062 untuk pasir halus

*Crash Cost* total

= ( $\sum$  Biaya tenaga kerja dan alat x *crash duration*) +  $\sum$  Biaya material dan bahan

= (Rp 26.311.687 x 68 hari) +

Rp11.043.041.383

= Rp 12.832.236.072

*Crash Cost* Alternatif Penambahan Jumlah alat dan tenaga kerja dapat dilihat pada Tabel 10, Tabel 11, dan Tabel 12.

**Tabel 10.** *Crash Cost* Lataston Lapis Pondasi (HRS BASE) Gradasi Senjang/Semi Panjang

Uraian kegiatan	Harga satuan (Rp)	Penambahan Jumlah alat dan tenaga kerja (Unit/Jam)	Biaya alat dan tenaga kerja (Rp)	Biaya material dan bahan (Rp)
pekerja	14.167,65	0,47	46.536	
mandor	20.693,62	0,07	9.788	
Agr 5 -10 & 10-15	524.793,39			4.688.645.840

**Tabel 10.** Lanjutan

Uraian kegiatan	Harga satuan (Rp)	Penambahan Jumlah alat dan tenaga kerja (Unit/Jam)	Biaya alat dan tenaga kerja (Rp)	Biaya material dan bahan (Rp)
Lolos screen2 ukuran (0-5)	524.793,39			4.688.645.840
pasir halus	167.355,37			1.495.198.062
semen	1.752,58			15.658.023
aspal	17.287,02			154.446.904
wheel loader	520.921,66	0,18	655.084	
AMP	6.545.018,12	0,38	17.267.588	
Genset	465.024,18	0,38	1.226.863	
Dump truck	329.568,72	2,48	5.715.451	
Asphalt Finisher	693.064,14	0,07	325.378	
Tandem Roller	435.662,40	0,26	788.917	
Pneumatic Tyre roller	487.802,49	0,08	276.131	
Alat bantu	50,00			446.714
Total biaya			26.311.687	11.043.041.383
Crash Cost total				Rp12.832.236.072

Sumber : Hasil analisis (2019)

**Tabel 11.** Crash Cost Lataston Lapis Aus (HRS WC) Gradasi Senjang/Semi Panjang

Uraian kegiatan	Harga satuan (Rp)	Penambahan Jumlah alat dan tenaga kerja (Unit/Jam)	Biaya alat dan tenaga kerja (Rp)	Biaya material dan bahan (Rp)
pekerja	14.167,65	2,08	206.483	
mandor	20.693,62	0,30	43.085	
Agr 5 -10 & 10-15	524.793,39			2.637.364.925
Lolos screen2 ukuran (0-5)	524.793,39			2.637.364.925
pasir halus	167.355,37			841.049.433
semen	1.752,58			8.807.643
aspal	17.287,02			86.876.438
wheel loader	520.921,66	0,15	544.717	
AMP	6.545.018,12	0,31	14.358	
Genset	465.024,18	0,31	1.020.164	
Dump truck	329.568,72	2,06	4.752.525	
Asphalt Finisher	693.064,14	0,30	1.442.984	
Tandem Roller	435.662,40	0,25	744.898	
Pneumatic Tyre roller	487.802,49	0,07	229.609	
Alat bantu	50,00			251.277
Total biaya			Rp 23.342.848	Rp 6.211.714.641
Crash Cost total				Rp7.286.504.425

Sumber : Hasil analisis (2019)

**Tabel 12.** Crash Cost Marka Jalan Termoplastik

Uraian kegiatan	Harga satuan (Rp)	Penambahan Jumlah alat dan tenaga kerja (Unit/Jam)	Biaya alat dan tenaga kerja (Rp)	Biaya material dan bahan (Rp)
Pekerja biasa	14.167,65	18,32	1.817.101	
Tukang	16.351,83	6,87	786.464	
Mandor	20.693,62	2,29	331.763	
Cat marka	60.000,00			218.037.000



Tabel 12. Lanjutan

Uraian kegiatan	Harga satuan (Rp)	Penambahan Jumlah alat dan tenaga kerja (Unit/Jam)	Biaya alat dan tenaga kerja (Rp)	Biaya material dan bahan (Rp)
minyak pencair	41.342,98			150.238.322
glass bead	35.000,00			127.188.250
compressor	189.993,50	2,29	3.046.000	
dump truck	329.568,00	2,29	5.283.688	
Alat bantu	50			181.698
Total biaya			Rp 11.265.016	Rp 495.645.270
Crash Cost total				Rp 687.150.546

Sumber : Hasil analisis (2019)

### Cost slope

Penambahan biaya langsung (*direct cost*) untuk mempercepat suatu aktivitas persatuan waktu disebut *cost slope*. Sebelum melakukan *Crashing* pada lintasan kritis, maka perlu diketahui terlebih dahulu *cost slope* dari masing-

masing kegiatan pada proyek tersebut. Untuk *Cost Slope* Penambahan jam kerja (lembur) dapat dilihat pada Tabel 13 dan untuk perhitungan *Cost Slope* penambahan Jumlah alat dan tenaga kerja dapat di lihat pada Tabel 14.

Tabel 13. Cost Slope Pada Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Uraian Pekerjaan	Normal Durasi (hari)	Normal Cost (Rp)	Crash Duration (hari)	Crash Cost (Rp)	Cost Slope (Rp)
Lataston lapis pondasi (HRS BASE) Gradasi senjang/semi panjang	84	14.048.739,481	68	14.360.465.709	19.946.768
Lataston lapis aus (HRS WC) Gradasi senjang/semi panjang	56	13.123.648.359	46	8.597.603.380	-434.419.496
marka jalan termoplastik	21	1.348.417.175	17	907.627.315	-121.378.670

Sumber : Hasil analisis (2019)

Tabel 14. Cost Slope Pada Penambahan Jumlah Alat dan Tenaga Kerja

Uraian Pekerjaan	Normal Durasi (hari)	Normal Cost (Rp)	Crash Duration (hari)	Crash Cost (Rp)	Cost Slope (Rp)
Lataston lapis pondasi (HRS BASE) Gradasi senjang/semi panjang	84	14.048.739,481	68	12.832.236.072	-76.031.463
Lataston lapis aus (HRS WC) Gradasi senjang/semi panjang	56	13.123.648.359	46	7.285.485.663	-583.816.270
marka jalan termoplastik	21	1.348.417.175	17	687.150.386	-165.316.697

Sumber : Hasil analisis (2019)

### Analisis Biaya

Perubahan Biaya akibat *crashing* untuk penambahan Jam Kerja (Lembur) dapat dilihat pada Tabel 15 dan Perubahan Biaya akibat *crashing* untuk penambahan Jumlah alat dan Tenaga Kerja dapat dilihat pada Tabel 16.

Setelah didapatkan Perubahan biaya akibat *crashing*, dilanjutkan dengan menghitung efisiensi waktu dan biaya pada Penambahan Jam Kerja (Lembur) yang dapat dilihat pada Tabel 17 dan pada penambahan jumlah alat dan tenaga kerja dapat dilihat pada Tabel 18.

**Tabel 15.** Perubahan Biaya Akibat *Crashing* Untuk Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Tahap <i>Crashing</i>	Total Durasi baru (hari)	<i>Crash Activity</i>	<i>Cost Slope</i> (Rp)	Biaya Langsung (Rp)	Biaya tidak Langsung (Rp)	Biaya Total Proyek (Rp)
Normal	600	-		65.587.500.000	7.287.500.000	72.875.000.000
1	590	Lataston lapis aus (HRS WC) Gradasi senjang/semi panjang	-434.419.496	65.153.080.504	7.166.041.667	72.319.122.171
2	596	Marka Jalan Termoplastik	-121.378.670	65.466.121.330	7.238.916.667	72.705.037.997
3	584	Lataston lapis pondasi (HRS BASE) Gradasi senjang/semi panjang	19.946.768	65.607.446.768	7.093.166.667	72.700.613.434

Sumber : Hasil analisis (2019)

**Tabel 16.** Perubahan Biaya Akibat *Crashing* Untuk Penambahan Jumlah Alat dan Tenaga Kerja

Tahap <i>Crashing</i>	Total Durasi baru (hari)	<i>Crash Activity</i>	<i>Cost Slope</i> (Rp)	Biaya Langsung (Rp)	Biaya tidak Langsung (Rp)	Biaya Total Proyek (Rp)
Normal	600	-		65.587.500.000	7.287.500.000	72.875.000.000
1	590	Lataston lapis aus (HRS WC) Gradasi senjang/semi panjang	-583.714.393	65.003.683.730	7.166.041.667	72.169.725.397
2	596	Marka Jalan Termoplastik	-165.316.657	65.422.183.343	7.238.916.667	72.661.100.010
3	584	Lataston lapis pondasi (HRS BASE) Gradasi senjang/semi panjang	-76.031.463	65.511.468.537	7.093.166.667	72.604.635.204

Sumber : Hasil analisis (2019)

**Tabel 17.** Efisiensi Waktu dan Biaya Pada Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Tahap <i>Crashing</i>	Total Durasi baru (hari)	<i>Crash Activity</i>	Biaya Langsung (Rp)	Biaya tidak Langsung (Rp)	Biaya Total Proyek (Rp)	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi biaya (%)
Normal	600	-	65.587.500.000	7.287.500.000	72.875.000.000	0,00	0,00
1	590	Lataston lapis aus (HRS WC) Gradasi senjang/semi panjang	65.153.080.504	7.166.041.667	72.319.122.171	1,67	0,76
2	596	Marka Jalan Termoplastik	65.466.121.330	7.238.916.667	72.705.037.997	0,67	0,23
3	584	Lataston lapis pondasi (HRS BASE) Gradasi senjang/semi panjang	65.607.446.768	7.093.166.667	72.700.613.434	2,67	0,24

Sumber : Hasil analisis (2019)

**Tabel 18.** Efisiensi Waktu dan Biaya Pada Penambahan Jumlah Alat Dan Tenaga Kerja

Tahap <i>Crashing</i>	Total Durasi baru (hari)	<i>Crash Activity</i>	Biaya Langsung (Rp)	Biaya tidak Langsung (Rp)	Biaya Total Proyek (Rp)	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi biaya (%)
Normal	600	-	65.587.500.000	7.287.500.000	72.875.000.000	0,00	0,00
1	590	Lataston lapis aus (HRS WC) Gradasi senjang/semi panjang	65.003.683.730	7.166.041.667	72.169.725.397	1,67	0,97
2	596	Marka Jalan Termoplastik	65.422.183.343	7.238.916.667	72.661.100.010	0,67	0,29
3	584	Lataston lapis pondasi (HRS BASE) Gradasi senjang/semi panjang	65.511.468.537	7.093.166.667	72.604.635.204	2,67	0,37

Sumber : Hasil analisis (2019)

*Crashing* yang dilakukan menghasilkan penurunan pada biaya langsung dan biaya tidak langsung. Dari Biaya Total Proyek pada Tabel 17 dan Tabel 18 dipilih Tahap *Crashing* 1 yang terpilih untuk alternatif penambahan jam kerja (lembur) dan alternatif penambahan jumlah alat dan tenaga kerja.

*Crash activity* pada Lataston lapis aus (HRS WC) Gradasi senjang/semi panjang mempunyai hubungan antar kegiatan pada pekerjaan Lapis

Perekat – Aspal Cair, maka pada pekerjaan tersebut perlu dilakukan *crashing*. Pekerjaan Lapis perekat – Aspal cair setelah di *crashing* diperoleh untuk penambahan Jam kerja (lembur) dengan biaya sebesar Rp72.539.046.907 dan untuk penambahan jumlah alat dan tenaga kerja diperoleh biaya sebesar Rp72.374.976.694. Dari dua alternatif terpilih maka diperoleh durasi dan biaya yang efisien terbaru yang dapat dilihat pada Tabel 4.19 berikut.

**Tabel 19.** Perubahan Durasi dan Biaya akibat *Crashing*

Tahap <i>Crashing</i>	Alternatif	<i>Crash Activity</i>	Durasi (hari)	Biaya (Rp)	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi biaya (%)
Normal	-		600	72.875.000.000		
1	Penambahan Jam Kerja (Lembur)	Lataston lapis aus (HRS WC) Gradasi senjang/semi panjang dan Lapis Perekat – aspal cair	590	72.539.046.907	1,67 (10 hari)	0,46 (Rp 335.953.093)
2	Penambahan Jumlah Alat dan tenaga kerja	Lataston lapis aus (HRS WC) Gradasi senjang/semi panjang dan Lapis Perekat – aspal cair	590	72.374.976.694	1,67 (10 hari)	0,69 (Rp 500.023.306)

Sumber : Hasil analisis (2019)

Pada Tabel 19 dari kedua alternatif tersebut dipilih Tahap *Crashing* 2 yaitu penambahan jumlah alat dan tenaga kerja yang sebaiknya dipilih dengan membandingkannya terhadap efisiensi biaya, karena efisiensi waktu telah sama. Metode *Crashing* ini mempercepat durasi proyek sebesar 10 hari dari 600 hari kerja menjadi 590 hari, sehingga terjadi efisiensi waktu sebesar 1,67 % dan biaya total proyek yang dapat dihemat sebesar Rp 500.023.306 dari Rp 72.875.000.000 menjadi Rp72.374.976.694, sehingga terjadi efisiensi biaya sebesar 0,69 %.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Optimasi waktu dan biaya akibat *crashing* menggunakan alternatif penambahan jumlah alat dan tenaga kerja diperoleh durasi 590 hari pada pekerjaan Lataston lapis aus (HRS WC) Gradasi senjang/semi panjang dan lapis perekat aspal cair dengan biaya Rp 72.374.976.694.

2. Metode *Crashing* mempercepat durasi proyek sebesar 10 hari dari 600 hari kerja menjadi 590 hari, sehingga terjadi efisiensi waktu sebesar 1,67 % dan biaya total proyek yang dapat dihemat sebesar Rp500.023.306 dari Rp 72.875.000.000 menjadi Rp 72.374.976.694, sehingga terjadi efisiensi biaya sebesar 0,69%.

### Saran

1. Untuk pemilihan alternatif percepatan proyek sebaiknya disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan sumber daya yang ada.
2. Kegiatan pada lintasan kritis perlu diberi perhatian dan pengawasan khusus sehingga biaya yang dikeluarkan bisa memberikan keuntungan dan menghindarkan dari denda akibat keterlambatan penyelesaian proyek

### DAFTAR PUSTAKA

- Elisabeth Riska Anggraeni, Widi Hartono, Sugiyanto (2017). “Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode *Crashing* Dengan Penambahan Tenaga Kerja dan Shift Kerja” . *e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, Juni 2017, hal 605 – hal 614.

- Ervianto, Wulfram I. (2004) *Teori – Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Andi. Yogyakarta
- Ferdyantoro, Anthonius (2015). Perbandingan Penambahan Waktu Kerja Dan Penambahan Tenaga Kerja Serta Kombinasinya Terhadap Biaya Dan Waktu Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off. Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Palangka raya, Palangka Raya. Palangka Raya
- Fika Giri Aspia Ningrum, Widi Hartono, Sugiyanto (2017). “Penerapan Metode Crashing Dalam Percepatan Durasi Proyek Dengan Alternatif Penambahan Jam Lembur dan Shift Kerja”. *e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, Juni 2017, hal 583 – hal 591.
- Husen, Abrar (2009). *Manajemen Proyek Edisi Revisi*. Andi. Yogyakarta
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. Nomor Kep.102/MEN/VI/2004. Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur.
- Mandiyo Priyo and Sarwidi Sudiro (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”. *Jurnal Semesta Teknik* Vol.20, No.2, November 2017, hal 172-186.
- Mandiyo Priyo and Adi Sumanto (2016) “Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off* : Studi Kasus Proyek Pembangunan Prasarana Pengendali Banjir”. *Jurnal Ilmiah Teknik* Vol.19, No.1, Mei 2016, hal 1-15.