

OPTIMALISASI WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODE TIME COST TRADE OFF PADA PROYEK KONSTRUKSI JALAN

TIME AND COST OPTIMIZATION WITH TIME COST TRADE OFF METHOD IN ROAD CONSTRUCTION PROJECTS

Monika Natalia^{1a}, Jajang Atmaja^{2a*}

^aPoliteknik Negeri Padang, Jurusan Teknik Sipil Kampus Limau Manis Padang 25163
Telp. 0751-72590 Fax. 0751-72576

Email: monikanatalia75@gmail.com, jajangatmaja@ymail.com

ABSTRACT

During the implementation of project work, there are various kinds of problems that will hinder project performance, so that the project will not be completed as planned, whether it is not on time, quality, and the cost, which sometimes occurs swelling. The road widening project for Lubuk Alung - Kuraitaji Road, Padang Pariaman District experienced a delay in implementation in the 16th week with a deviation of - 7.091%. For this reason, it is necessary to control project implementation using the earned value method. From the analysis, the total duration of the project is 170 days, while the contract time is 150 days. This indicates a delay in project implementation for 20 days. In order to keep the project duration in accordance with the contract duration, it is necessary to accelerate it using the Time Cost Trade Off method. Acceleration is done by comparing 2 alternatives, namely the addition of working hours (overtime) and additional work shifts. After the comparisons were made, the additional acceleration cost of overtime work hours was Rp. 1,676,510,600.23 and alternative work shifts of Rp. 307,721,835.6 for direct costs. So the alternative chosen is an alternative work shift, because it has a small incremental cost, and is more efficient than using an alternative working hour overtime, while the duration of the project completion has returned to the contract time.

Keywords: Time cost trade off, Cost slope, Earned value, Delay

I. PENDAHULUAN

Proyek konstruksi merupakan kegiatan rekayasa (*engineering*) yang bersifat kompleks dan berlangsung dinamis, sehingga kinerja proyek tidak sepenuhnya selalu sesuai dengan perencanaan [3]. Ketidaksesuaian antara jadwal rencana dan realisasi di lapangan sering menyebabkan keterlambatan [2]. Oleh karena itu diperlukan mekanisme pengendalian yang konsisten dan terintegrasi terhadap kinerja proyek.

Earned value management merupakan salah satu teknik manajemen proyek yang tepat digunakan untuk membandingkan kinerja *actual* pekerjaan terhadap rencana proyek [2]. *Earned value management* adalah metodologi untuk mengukur dan mengkomunikasikan progress dari kinerja suatu proyek. Variabel penting dalam metodologi ini adalah waktu (*schedule*), biaya (*cost*) dan mutu pekerjaan [4].

Earned value management dapat digunakan untuk menganalisis kinerja dan membuat perkiraan pencapaian sasaran [7]. Untuk itu digunakan 3 indikator, yaitu:

1. ACWP (*Actual Cost of Work Performed*): jumlah biaya aktual dari pekerjaan yang telah dilaksanakan dan merupakan jumlah aktual dari pengeluaran atau dana yang digunakan untuk melaksanakan pekerjaan pada kurun waktu tertentu.
2. BCWP (*Budgeted Cost of Work Performed*): menunjukkan nilai hasil dari sudut pandang nilai pekerjaan yang telah diselesaikan terhadap anggaran yang disediakan untuk melaksanakan pekerjaan tersebut.
3. BCWS (*Budgeted Cost of Work Schedule*): menunjukkan perpaduan biaya, jadwal dan lingkup kerja, dimana setiap elemen telah diberi alokasi biaya dan jadwal yang dapat menjadi tolok ukur pelaksanaan pekerjaan.

Proyek Pelebaran Ruas Jalan Lubuk Alung – Kuraitaji Kabupaten Padang Pariaman direncanakan dibangun dengan panjang 16,23 km, dengan total biaya rencana sebesar Rp.83.624.709.000,- semua pekerjaan tersebut harus selesai dalam waktu kontrak yaitu 150 hari kelender. Proyek ini mengalami deviasi pada

minggu ke-16 yaitu -7,091%. Metode *Earned Value* dibutuhkan untuk mengetahui waktu dan biaya pada pekerjaan yang tersisa.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengatasi keterlambatan Proyek Pelebaran Ruas Jalan Lubuk Alung – Kuraitaji Kabupaten Padang Pariaman, dengan melakukan percepatan menggunakan metode *time cost trade off*.

Dalam melakukan percepatan, faktor biaya dan mutu harus diperhatikan, sehingga diperoleh biaya optimum dan mutu sesuai standar yang diinginkan [2]. Analisis *time cost trade off* merupakan suatu proses yang disengaja, sistematis dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis [10]. Percepatan (*crashing*) harus tetap memperhatikan faktor biaya. Pertambahan biaya yang dikeluarkan diharapkan seminimum mungkin dan tetap memperhatikan standar mutu [12].

Dari kajian manajemen konstruksi dalam kaitan dengan percepatan pelaksanaan pekerjaan adalah sistem lembur (penambahan jam kerja), dan juga dengan sistem penambahan tenaga kerja. Langkah efisiensi dalam suatu proyek merupakan modal dalam menyelesaikan sebuah pekerjaan sesuai jadwal yang telah ditentukan dengan jalan penentuan peralatan yang tepat serta penggunaan biaya dan waktu terampil dan efisien dalam melaksanakan pekerjaan suatu proyek [6].

Tujuan utama dari program mempercepat waktu adalah memperpendek jadwal penyelesaian kegiatan atau proyek dengan kenaikan biaya yang minimal dengan hasil mutu yang seoptimal mungkin. Untuk mempercepat waktu suatu proyek diperlukan syarat-syarat sebagai berikut:

1. *Normal duration* (Nd)

Normal duration adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas atau kegiatan dengan sumber daya normal yang ada tanpa adanya biaya tambahan lain dalam sebuah proyek.

2. *Crash duration* (Cd)

Crash duration adalah waktu yang dibutuhkan suatu proyek dalam usahanya mempersingkat waktu yang durasinya lebih pendek dari normal duration.

Proses percepatan juga menyebabkan perubahan elemen biaya yaitu :

1. *Normal Cost*

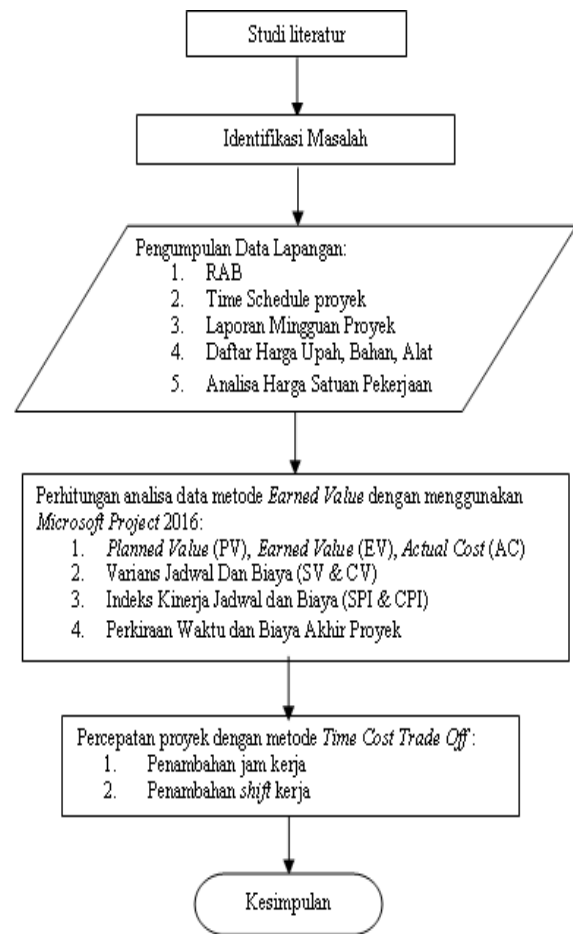
Biaya yang dikeluarkan dengan penyelesaian proyek dalam waktu normal. Perkiraan biaya ini adalah pada saat perencanaan dan penjadwalan bersamaan dengan penentuan waktu normal.

2. *Crash Cost*

Biaya yang digunakan untuk melaksanakan aktivitas tersebut dalam jangka waktu sebesar durasi percepatannya. Biaya ini memacu pekerjaan lebih cepat selesai. Biaya *crash* akan menjadi lebih besar dari biaya normal semula, hal ini diakibatkan waktu yang menjadi lebih cepat dari waktu normalnya.

II. METODOLOGI

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tahapan Penelitian sebagai berikut:

Tahap 1 :

Input data dan menyusun *schedule* normal menggunakan *Microsoft Project* 2016 [11].

Tahap 2 :

Perhitungan analisa data metode *Earned Value* dengan menggunakan *Microsoft Project* 2016.

Tahap 3 :

Melakukan percepatan proyek dengan metode *Time Cost Trade Off*. Pada tahap percepatan (*crashing*) dilakukan pada pekerjaan yang berada lintasan kritis dan dipercepat hingga sampai keadaan kondisi jenuh (tidak mungkin

dilakukan kompresi atau percepatan lagi). Percepatan dilakukan dengan membandingkan 2 alternatif yaitu:

1. Penambahan jam kerja (lembur)
2. Penambahan shift kerja

Tahap 4 :

Analisa *crashing*, dimulai dari nilai *cost slope* terendah pada item pekerjaan yang berada di lintasan kritis. Penjadwalan pada *crashing* menggunakan bantuan aplikasi *Microsoft Project*.

Tahap 5 :

Analisa *direct cost* dan *indirect cost*

Tahap 6 :

Perhitungan *Total cost*, merupakan biaya keseluruhan Proyek Pelebaran Ruas Jalan Lubuk Alung – Kuraitaji Kabupaten Padang Pariaman yaitu penjumlahan dari *direct cost* dan *indirect cost* setelah dilakukannya *crashing*. Sehingga dapat diketahui berapa besar biaya dan waktu yang optimum dalam penyelesaian proyek konstruksi.

Tahap 7 :

Rekomendasi percepatan proyek sebagai solusi terbaik keterlambatan proyek.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Schedule Normal*

Total durasi Proyek Pelebaran Ruas Jalan Lubuk Alung – Kuraitaji Kabupaten Padang Pariaman adalah 150 hari kalender yaitu tanggal 03 Januari 2019 sampai dengan 01 Juni 2019.

B. *Tracking*

Tracking dilakukan dengan memasukkan data bobot pekerjaan pada minggu ke-16 dari total ada 22 minggu. Hasil dari *tracking* pada minggu ke-1 sampai dengan minggu ke-16 dengan total durasi 170 hari kalender yaitu pada tanggal 03 Januari 2019 sampai dengan 21 Juni 2019. Dengan memasukkan data *progres* minggu ke-1 sampai minggu ke-16 adalah 112 hari kalender dari 150 hari kalender yang direncanakan, maka waktu sisa dari durasi rencana adalah 38 hari kalender. Namun setelah dilakukan *tracking*, total durasi bertambah menjadi 170 hari kalender dengan durasi yang telah terpakai 112 hari kalender, maka

total durasi sisa pekerjaan adalah 58 hari kalender. Artinya ada keterlambatan waktu 20 hari kalender dari durasi akhir rencana proyek pada tanggal 21 Juni 2019 sedangkan normal durasi akhir rencana adalah pada tanggal 01 Juni 2019.

C. *Planned Value (BCWS)*

Nilai *planned value* yang diperoleh berdasarkan hitungan *Microsoft project* adalah Rp 58.685.403.787. Dapat dilihat pada Gambar 2.

D. *Earned Value (BCWP)*

Nilai *earned value* yang diperoleh berdasarkan hitungan *Microsoft project* adalah Rp 41.254.011.634. Dapat dilihat pada Gambar 3.

E. *Actual Cost*

Nilai *actual cost* yang diperoleh berdasarkan hitungan *Microsoft project* adalah Rp 41.254.279.341. Dapat dilihat pada Gambar 4.

F. Analisis Penyimpangan Terhadap Waktu dan Biaya

1. Penyimpangan Waktu

- a. $SV = - Rp 17.431.392.153$

adanya indikator penyimpangan dari segi durasi akhir penyelesaian jika tidak dilakukan pengendalian ulang. Nilai hasil SV dapat dilihat pada Gambar 5.

- b. Indeks

$$SPI = \frac{EV}{PV} = 0,7 (< 1)$$

Nilai ini menunjukkan adanya indikator penyimpangan dari segi durasi akhir penyelesaian proyek. Nilai hasil SPI dapat dilihat pada Gambar 6.

2. Penyimpangan Biaya

- a. $CV = EV (BCWP) - AC (ACWP)$
 $CV = - Rp 267.707$

Nilai CV yang diperoleh menunjukkan biaya proyek diatas biaya yang direncanakan sampai minggu ke-16. Nilai hasil CV dapat dilihat pada Gambar 7.

- b. Indeks Kinerja Biaya / *Cost Performance Index (CPI)*

$$CPI = \frac{EV}{AC} = 1$$

Nilai hasil CPI dapat pada Gambar 8.

	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	BCWS
1		PROYEK PELEBARAN RUAS JALAN LB.ALUNG - KURAITAJI	169.84 days	Thu 03/01/19	Fri 21/06/19	Rp58,685,403,787
2		DIVISI 1. UMUM	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	Rp708,611,933
8		DIVISI 2. DRAINASE	99.55 days	Thu 28/02/19	Fri 07/06/19	Rp5,798,171,445
14		DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH	157.84 days	Tue 15/01/19	Fri 21/06/19	Rp474,681,596
22		DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN	55.98 days	Wed 10/04/19	Tue 04/06/19	Rp2,368,694,753
24		DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	28 days	Thu 31/01/19	Wed 27/02/19	Rp731,255,750
26		DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL	101 days	Mon 11/02/19	Wed 22/05/19	Rp34,106,245,477
37		DIVISI 7. PEKERJAAN STRUKTUR	103.91 days	Mon 11/02/19	Sat 25/05/19	Rp8,701,603,034
44		DIVISI. 8 PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR	124.69 days	Mon 21/01/19	Sat 25/05/19	Rp5,675,856,412
55		DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	Rp58,683,387
64		DIVISI 10. PEKERJAAN PEMELIHARAAN RUTIN	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	Rp61,600,000

Gambar 2. Nilai Budgeted Cost of Work Schedule (BCWS)

	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	BCWP
1		PROYEK PELEBARAN RUAS JALAN LB.ALUNG - KURAITAJI	169.84 days	Thu 03/01/19	Fri 21/06/19	Rp41,254,011,634
2		DIVISI 1. UMUM	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	Rp626,111,933
8		DIVISI 2. DRAINASE	99.55 days	Thu 28/02/19	Fri 07/06/19	Rp2,216,029,867
14		DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH	157.84 days	Tue 15/01/19	Fri 21/06/19	Rp149,302,355
22		DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN	55.98 days	Wed 10/04/19	Tue 04/06/19	Rp457,340,295
24		DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	28 days	Thu 31/01/19	Wed 27/02/19	Rp678,756,593
26		DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL	101 days	Mon 11/02/19	Wed 22/05/19	Rp30,926,418,950
37		DIVISI 7. PEKERJAAN STRUKTUR	103.91 days	Mon 11/02/19	Sat 25/05/19	Rp4,024,803,061
44		DIVISI. 8 PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR	124.69 days	Mon 21/01/19	Sat 25/05/19	Rp2,064,337,669
55		DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	Rp58,683,387
64		DIVISI 10. PEKERJAAN PEMELIHARAAN RUTIN	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	Rp52,227,525

Gambar 3. Hasil Perhitungan Budgeted Cost of Work Performance (BCWP)

	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	ACWP
1		PROYEK PELEBARAN RUAS JALAN LB.ALUNG - KURAITAJI	169.84 days	Thu 03/01/19	Fri 21/06/19	Rp41,254,279,341
2		DIVISI 1. UMUM	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	Rp626,111,933
8		DIVISI 2. DRAINASE	99.55 days	Thu 28/02/19	Fri 07/06/19	Rp2,216,029,867
14		DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH	157.84 days	Tue 15/01/19	Fri 21/06/19	Rp149,304,144
22		DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN	55.98 days	Wed 10/04/19	Tue 04/06/19	Rp457,340,295
24		DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	28 days	Thu 31/01/19	Wed 27/02/19	Rp678,762,034
26		DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL	101 days	Mon 11/02/19	Wed 22/05/19	Rp30,926,629,520
37		DIVISI 7. PEKERJAAN STRUKTUR	103.91 days	Mon 11/02/19	Sat 25/05/19	Rp4,024,803,061
44		DIVISI. 8 PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR	124.69 days	Mon 21/01/19	Sat 25/05/19	Rp2,064,387,576
55		DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	Rp58,683,387
64		DIVISI 10. PEKERJAAN PEMELIHARAAN RUTIN	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	Rp52,227,525

Gambar 4. Perhitungan Actual Cost (ACWP)

GANIT CHART	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	SV
	1	PROYEK PELEBARAN RUAS JALAN LB.ALUNG - KURAITAJI	169.84 days	Thu 03/01/19	Fri 21/06/19	-Rp17,431,392,153
	2	DIVISI 1. UMUM	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	-Rp82,500,000
	8	DIVISI 2. DRAINASE	99.55 days	Thu 28/02/19	Fri 07/06/19	-Rp3,582,141,578
	14	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH	157.84 days	Tue 15/01/19	Fri 21/06/19	-Rp325,379,241
	22	DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN	55.98 days	Wed 10/04/19	Tue 04/06/19	-Rp1,911,354,459
	24	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	28 days	Thu 31/01/19	Wed 27/02/19	-Rp52,499,157
	26	DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL	101 days	Mon 11/02/19	Wed 22/05/19	-Rp3,179,826,527
	37	DIVISI 7. PEKERJAAN STRUKTUR	103.91 days	Mon 11/02/19	Sat 25/05/19	-Rp4,676,799,973
	44	DIVISI. 8 PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR	124.69 days	Mon 21/01/19	Sat 25/05/19	-Rp3,611,518,743
55	DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	Rp0	
64	DIVISI 10. PEKERJAAN PEMELIHARAAN RUTIN	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	-Rp9,372,475	

Gambar 5. Nilai Hasil SV (Schedule Variance)

GANIT CHART	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	SPI
	1	PROYEK PELEBARAN RUAS JALAN LB.ALUNG - KURAITAJI	169.84 days	Thu 03/01/19	Fri 21/06/19	0.7
	2	DIVISI 1. UMUM	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	0.88
	8	DIVISI 2. DRAINASE	99.55 days	Thu 28/02/19	Fri 07/06/19	0.38
	14	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH	157.84 days	Tue 15/01/19	Fri 21/06/19	0.31
	22	DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN	55.98 days	Wed 10/04/19	Tue 04/06/19	0.19
	24	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	28 days	Thu 31/01/19	Wed 27/02/19	0.93
	26	DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL	101 days	Mon 11/02/19	Wed 22/05/19	0.91
	37	DIVISI 7. PEKERJAAN STRUKTUR	103.91 days	Mon 11/02/19	Sat 25/05/19	0.46
	44	DIVISI. 8 PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR	124.69 days	Mon 21/01/19	Sat 25/05/19	0.36
55	DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	1	
64	DIVISI 10. PEKERJAAN PEMELIHARAAN RUTIN	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	0.85	

Gambar 6. Nilai Hasil SPI (Schedule Performance Index)

GANIT CHART	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	CV
	1	PROYEK PELEBARAN RUAS JALAN LB.ALUNG - KURAITAJI	169.84 days	Thu 03/01/19	Fri 21/06/19	-Rp267,707
	2	DIVISI 1. UMUM	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	Rp0
	8	DIVISI 2. DRAINASE	99.55 days	Thu 28/02/19	Fri 07/06/19	Rp0
	14	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH	157.84 days	Tue 15/01/19	Fri 21/06/19	-Rp1,790
	22	DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN	55.98 days	Wed 10/04/19	Tue 04/06/19	Rp0
	24	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	28 days	Thu 31/01/19	Wed 27/02/19	-Rp5,441
	26	DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL	101 days	Mon 11/02/19	Wed 22/05/19	-Rp210,570
	37	DIVISI 7. PEKERJAAN STRUKTUR	103.91 days	Mon 11/02/19	Sat 25/05/19	Rp0
	44	DIVISI. 8 PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR	124.69 days	Mon 21/01/19	Sat 25/05/19	-Rp49,907
55	DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	Rp0	
64	DIVISI 10. PEKERJAAN PEMELIHARAAN RUTIN	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	Rp0	

Gambar 7. Nilai Hasil CV ((Cost Variance)

	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	CPI
1		PROYEK PELEBARAN RUAS JALAN LB.ALUNG - KURAITAJI	169.84 days	Thu 03/01/19	Fri 21/06/19	1
2		DIVISI 1. UMUM	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	1
8		DIVISI 2. DRAINASE	99.55 days	Thu 28/02/19	Fri 07/06/19	1
14		DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH	157.84 days	Tue 15/01/19	Fri 21/06/19	1
22		DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN	55.98 days	Wed 10/04/19	Tue 04/06/19	1
24		DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	28 days	Thu 31/01/19	Wed 27/02/19	1
26		DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL	101 days	Mon 11/02/19	Wed 22/05/19	1
37		DIVISI 7. PEKERJAAN STRUKTUR	103.91 days	Mon 11/02/19	Sat 25/05/19	1
44		DIVISI 8. PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR	124.69 days	Mon 21/01/19	Sat 25/05/19	1
55		DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	1
64		DIVISI 10. PEKERJAAN PEMELIHARAAN RUTIN	150 days	Thu 03/01/19	Sat 01/06/19	1

Gambar 8. Nilai Hasil CPI ((Cost Performance Index)

G. Penerapan Time Cost Trade Off

Percepatan dilakukan terhadap pekerjaan yang belum selesai dilaksanakan dari minggu ke-17 sampai dengan minggu ke-22 (waktu total rencana penyelesaian proyek). Tabel 1 Menunjukkan pekerjaan sisa yang belum direalisasikan dari minggu ke-17 sampai dengan minggu ke-22. Kegiatan yang berada pada lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel 2.

H. Crash Duration, Crash Cost dan Cost Slope

Melakukan *crash program* dengan 2 alternatif solusi yaitu penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan *shift* kerja.

1. Percepatan dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur).

Nilai *cost slope* dari alternatif kerja lembur dapat dilihat pada Tabel 3.

Durasi proyek dari alternatif kerja lembur dapat dilihat pada Tabel 4.

Total biaya pekerjaan akibat percepatan dengan alternatif kerja lembur dapat dilihat pada Tabel 5.

2. Percepatan dengan alternatif penambahan shift kerja.

Nilai *cost slope* dari alternatif penambahan shift kerja dapat dilihat pada Tabel 6.

Durasi proyek dari alternatif penambahan shift kerja dapat dilihat pada Tabel 7.

Total biaya pekerjaan akibat percepatan dengan alternatif penambahan shift kerja dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 1. Pekerjaan sisa (minggu 7 – 22)

Pekerjaan yang belum selesai dari minggu 17-22	Bobot Rencana	Bobot Realisasi	Bobot Sisa	Durasi Bobot Sisa
	(%)	(%)	(%)	(hari)
Divisi 1. Umum				
Mobilisasi	0.217	0.152	0.065	7
Manajemen dan keselamatan lalu lintas	0.074	0.059	0.015	30
Relokasi tiang telepon yang ada	0.643	0.643	0	0
Relokasi tiang listrik yang ada, tegangan rendah	0.017	0.017	0	0
Divisi 2. Drainase				
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	0.298	0.03	0.268	31
Pasangan batu dengan mortar	2.407	0.352	2.055	79
Saluran berbentuk u tipe ds 3	5.439	2.521	2.918	23
Bahan porous untuk bahan penyaringan (filter)	0.003	0.003	0	0
Pipa berlubang banyak (perforated pipe) untuk pekerjaan drainase bawah	0.108	0.009	0.099	47
Divisi 3. Pekerjaan tanah				
Galian tanah biasa	0.122	0.047	0.075	26

bersambung.....

.....sambungan				
Galian struktur dengan kedalaman 0-2 meter	0.218	0.006	0.212	44
Galian perkerasan beraspal dengan cold milling machine	0.136	0.103	0.033	5
Timbunan biasa dari sumber galian	0.113	0.01	0.103	43
Timbunan pilihan dari sumber galian	0.152	0.018	0.134	19
Penyiapan badan jalan	0.066	0.066	0	0
Pemotongan pohon pilihan diameter 15-30 cm	0.033	0.001	0.032	27
<hr/>				
Divisi 4. Pelebaran perkerasan dan bahu jalan				
Lapis pondasi aggregate kelas s	3.835	0.602	3.233	27
<hr/>				
Divisi 5. Perkerasan berbutir				
Lapis pondasi aggregate kelas a	1.116	1.036	0.08	2
<hr/>				
Divisi 6. Perkerasan aspal				
Lapis resap pengikat - aspal cair	0.111	0.103	0.008	3
Lapis perekat - aspal cair	1.147	0.821	0.326	19
Laston lapis aus (ac-wc)	9.695	6.308	3.387	16
Laston lapis antara (ac-bc)	7.02	6.258	0.762	4
Laston lapis antara perata (ac-bc(l))	5.506	3.212	2.294	12
Laston lapis pondasi (ac-base)	5.882	4.607	1.275	6
Laston lapis pondasi perata (ac-base(l))	5.578	2.897	2.681	13
Aspal keras	28.164	22.365	5.799	8
Aditif anti pengelupasan	0.757	0.409	0.348	17
Bahan pengisi (filler) tambahan semen	1.591	1.164	0.427	10
<hr/>				
Divisi 7. Pekerjaan struktur				
Beton mutu tinggi fc'35 mpa	3.481	0.42	3.061	31
Beton mutu sedang fc'25 mpa	5.475	3.359	2.116	14
Beton mutu rendah fc'10 mpa	0.182	0.026	0.156	39
Baja tulangan u 24 polos	3.341	0.429	2.912	55
Pasangan batu	2.688	1.052	1.636	35
Pembongkaran beton	0.035	0.008	0.027	9
<hr/>				
Divisi 8. Pengembalian kondisi dan pekerjaan minor				
Lapis pondasi aggregate kelas a untuk pekerjaan minor	0.097	0.097	0	0
Campuran aspal panas untuk pekerjaan minor	3.466	2.619	0.847	3
Marka jalan thermoplastik	1.479	0	1.479	42
Rambu jalan tunggal dengan permukaan pemantulan engineering grade	0.275	0	0.275	10
Patok pengarah	0.068	0	0.068	5
Patok kilometer	0.009	0	0.009	2
Rel pengaman	1.469	0	1.469	42
Mata kucing	0.15	0	0.15	38
Kerb pracetak jenis 1 (peninggi/mountable)	0.211	0	0.211	6
Perkerasan blok beton pada trotoar dan median	0.311	0	0.311	7
<hr/>				
Divisi 9. Pekerjaan pemeliharaan rutin				
Pemeliharaan rutin perkerasan	0.017	0.011	0.006	53
Pemeliharaan rutin bahu jalan	0.021	0.013	0.008	57
Pemeliharaan rutin selokan, saluran air, galian, dan timbunan	0.024	0.015	0.009	56
Pemeliharaan perlengkapan jalan	0.021	0.013	0.008	57
Pemeliharaan jembatan	0.028	0.017	0.011	59

Tabel 2. Pekerjaan yang Berada Pada Lintasan Kritis

<i>Task Name</i>	<i>Duration</i>	<i>Start</i>	<i>Finish</i>
Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	35 days	Thu 28/02/19	Wed 03/04/19
Saluran berbentuk U Tipe DS 3	42 days	Thu 28/03/19	Wed 08/05/19
Galian Struktur dengan kedalaman 0-2 meter	45 days	Tue 26/03/19	Thu 09/05/19
Timbunan Biasa dari sumber galian	47 days	Wed 20/03/19	Fri 21/06/19
Lapis Perekat - Aspal Cair	68 days	Thu 28/02/19	Mon 06/05/19

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Percepatan Dengan Alternatif Kerja Lembur (4jam)

Item Pekerjaan	Normal		Crash		<i>Cost Slope</i> (Rp / Hari)
	Durasi (Hari)	<i>Cost</i> (Rp)	Durasi (Hari)	<i>Cost</i> (Rp)	
Divisi . Drainase					
Galian Untuk Selokan Drainase Dan Saluran Air	35	226.870.120,54	27	242.773.120,54	1.987.875
Saluran Berbentuk U Tipe Ds 3	42	4.134.586.886,36	33	4.508.493.386,36	41.545.166,66
Divisi . Perkerasan Tanah					
Galian Struktur	45	165.863.383,13	35	186.478.383,13	2.061.500
Timbunan Biasa Dari Sumber Galian	47	86.033.003,51	36	107.237.003,51	1.927.636,36
Divisi . Perkerasan Aspal					
Lapisan Perekat - Aspal Cair	68	872.021.141,06	53	903.238.141,06	2.081.133,33

Tabel 4. Durasi Proyek Akibat Percepatan Dengan Alternatif Jam Lembur (4 Jam)

<i>Crash No</i>	Item Pekerjaan	Durasi Perpendekan (Hari)	Biaya Akibat Percepatan (Rp)	Durasi Proyek (Hari)
1	Timbunan Biasa Dari Sumber Galian	36	Rp69.394.908,96	159
2	Galian Untuk Selokan Drainase Dan Saluran Air	27	Rp53.672.625	159
3	Galian Struktur Dengan Kedalaman 0-2 Meter	35	Rp72.152.500	153
4	Lapisan Perekat	53	Rp110.300.066,49	153
5	Saluran Berbentuk U Tipe Ds 3	33	Rp1.370.990.499,78	150
Jumlah			Rp1.676.510.600,23	

Tabel 5. Total biaya pekerjaan proyek akibat percepatan dengan alternatif jam lembur (4 jam)

<i>Crash No</i>	Item Pekerjaan	Durasi Proyek (Hari)	<i>Indirect Cost</i> (Rp)	<i>Direct Cost</i> (Rp)	<i>Total Cost</i>
1	Timbunan Biasa Dari Sumber Galian	159	Rp8.058.381.082,77	Rp34.837.578.619,91	Rp42.895.959.702,68
2	Galian Untuk Selokan Drainase Dan Saluran Air	159	Rp8.058.381.082,77	Rp34.891.251.244,91	Rp42.949.632.327,68
3	Galian Struktur Dengan Kedalaman 0-2 Meter	153	Rp7.754.291.230,59	Rp34.963.403.744,91	Rp42.717.694.975,5
4	Lapisan Perekat	153	Rp7.754.291.230,59	Rp35.073.703.811,4	Rp42.827.995.041,99
5	Saluran Berbentuk U Tipe Ds 3	150	Rp7.602.246.304,5	Rp36.444.694.311,18	Rp44.046.940.615,68

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Percepatan Dengan Alternatif Kerja Shift Kerja

Item Pekerjaan	Normal		Crash		Cost Slope (Rp/Hari)
	Durasi (Hari)	Cost (Rp)	Durasi (Hari)	Cost (Rp)	
<u>Divisi . Drainase</u>					
Galian Untuk Selokan Drainase Dan Saluran Air	35	226.870.120,54	18	237.814.120,54	643.764,70
Saluran Berbentuk U Tipe Ds 3	42	4.134.586.886,36	21	4.380.202.886,36	11.696.000
<u>Divisi . Perkerasan Tanah</u>					
Galian Struktur Dengan Kedalaman 0-2 Meter	45	165.863.383,13	23	179.847.383,13	635.636,36
Timbunan Biasa Dari Sumber Galian	47	86.033.003,51	24	100.625.003,51	634.434,78
<u>Divisi . Perkerasan Aspal</u>					
Lapisan Perekat - Aspal Cair	68	872.021.141,06	34	892.693.141,06	608.000

Tabel 7. Durasi Proyek Akibat Percepatan Dengan Alternatif Shift Kerja

Crash No	Item Pekerjaan	Durasi Perpendekan (Hari)	Biaya Akibat Percepatan (Rp)	Durasi Proyek (Hari)
1	Lapisan Perekat - Aspal Cair	34	Rp 20.672.000	170
2	Timbunan Biasa Dari Sumber Galian	24	Rp15.226.434,72	156
3	Galian Struktur Dengan Kedalaman 0-2 Meter	23	Rp14.619.636,28	156
4	Galian Untuk Selokan Drainase Dan Saluran Air	18	Rp11.587.764,6	153
5	Saluran Berbentuk U Tipe Ds 3	21	Rp245.616.000	150
Jumlah			Rp307.721.835,6	

Tabel 8. Total Biaya Pekerjaan Proyek Akibat Percepatan Dengan Alternatif Shift Kerja

Crash No	Item Pekerjaan	Durasi Proyek (Hari)	Indirect Cost (Rp)	Direct Cost (Rp)	Total Cost
1	Lapisan Perekat - Aspal Cair	170	Rp8.615.879.145,1	Rp34.788.855.710,95	Rp43.404.734.856,05
2	Timbunan Biasa Dari Sumber Galian	156	Rp7.906.336.156,68	Rp34.804.082.145,67	Rp42.710.418.302,35
3	Galian Struktur Dengan Kedalaman 0-2 Meter	156	Rp7.906.336.156,68	Rp34.818.701.781,95	Rp42.725.037.938,63
4	Galian Untuk Selokan Drainase Dan Saluran Air	153	Rp7.754.291.230,59	Rp34.830.289.546,55	Rp42.584.580.777,14
5	Saluran Berbentuk U Tipe Ds 3	150	Rp7.602.246.304,5	Rp35.075.905.546,55	Rp42.678.151.851,05

Hasil

Dari hasil *tracking*, durasi rencana proyek 150 hari menjadi 170 hari, terjadi keterlambatan 20 hari sehingga waktu tersisa menjadi 58 hari. Nilai *planned value* diperoleh Rp 58.685.403.787,- Nilai *earned value* diperoleh Rp 41.254.011.634,- Nilai *actual cost* Rp 41.254.279.341,-

Jika tidak dilakukan pengendalian maka terjadi penyimpangan biaya sebesar -Rp 17.431.392.153, Indeks kinerja jadwal yang didapat adalah 0,7 (<1), menunjukkan bahwa kinerja pelaksanaan yang kurang baik karena pekerjaan-pekerjaan yang terlaksana terlambat.

Pembahasan

Hingga akhir peninjauan waktu yang telah ditempuh adalah 112 hari. Dalam *Microsoft Project* prakiraan waktu untuk penyelesaian proyek ini adalah 170 hari, sehingga ada sisa waktu penyelesaian adalah 58 hari, dengan biaya sisa Rp 34.768.183.710,95.

Setelah dilakukan percepatan dengan metode *time cost trade off* dari 170 hari menjadi 150 hari dengan menggunakan alternatif lembur dan alternatif *shift* kerja terhadap pekerjaan yang berada pada lintasan kritis maka kondisi waktu penyelesaian proyek telah kembali pada durasi rencana proyek.

Pertambahan biaya percepatan alternatif jam kerja lembur sebesar Rp 1.676.510.600,23 dan alternatif *shift* kerja sebesar Rp 307.721.835,6 untuk biaya langsung. Rekomendasi alternatif yang dipilih adalah alternatif *shift* kerja, karena memiliki pertambahan biaya yang kecil, dan lebih hemat dari pada menggunakan alternatif jam kerja lembur

KESIMPULAN

Proyek Pelebaran Ruas Jalan Lubuk Alung – Kuraitaji Kabupaten Padang Pariaman dengan rencana waktu pelaksanaan 150 hari dan biaya Rp.83.624.709.000,- mengalami deviasi sebesar yaitu -7,091% pada hari ke 112 pelaksanaan. Akibat deviasi ini, dengan *earned value* didapat total waktu penyelesaian proyek menjadi 170 hari. Untuk mengembalikan waktu penyelesaian proyek sesuai rencana, dilakukan percepatan dengan metode *time cost trade off* dengan 2 alternatif. Dengan alternatif jam kerja lembur didapat tambahan biaya langsung sebesar Rp 1.676.510.600,23 dan alternatif *shift* kerja didapat tambahan biaya sebesar Rp 307.721.835,60

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada seluruh civitas akademika Program Studi Manajemen Rekayasa Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asiyanto, *Manajemen Produksi untuk Jasa Konstruksi*, Jakarta: Penerbit Pradnya Paramita, Cetakan Pertama.
- [2] Frederika, A, Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi”, *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Udayana*, Bali.
- [3] B. Susanti, dkk, “Penerapan Konsep Earned Value pada Proyek Konstruksi Jalan Tol

(Studi Kasus Ruas Jalan Tol Kayuagung-Palembang-Betung)”. *Jurnal Rekayasa Sipil UNAND*, vol. 15, no. 1, pp. 12-20, 2019.

- [4] E. Wahyuni, “Analisis Kinerja Proyek Y menggunakan Metode Earned Value Management”, *Journal of Applied Business Administration*, vol.2, no 1, pp. 60-78, 2018.
- [5] E. Wulfran, *Teori – Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*, Yogyakarta: Andi, 2004.
- [6] I. A. Rani, 2014, Analisis Perbandingan Percepatan Pelaksanaan Pekerjaan Ditinjau Dari Penambahan Tenaga Kerja Dan Penambahan Jam Kerja Pada Proyek Pembangunan Gedung ITERA Tahap I, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung.
- [7] I. Soeharto, *Manajemen Proyek. Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*, cetakan pertama, Jakarta: Erlangga, 1995.
- [8] J. Ajmaja.rafella, dkk, “Analisa Kinerja Proyek menggunakan Metode Earned Value Management dan Pengendalian dengan Metode *Time Cost Trade Off* (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jembatan Silaosinan Kabupaten Mentawai)”, *Jurnal Teknik Sipil ITP*, vol 7, no.2, pp. 85-95, Juli 2020.
- [9] M. F. Nugraha, 2019, “Analisa Keterlambatan Proyek Gedung Dengan *Earned Value Analysis* dan *Crash Duration* (Studi Kasus: Proyek Lanjutan Kantor Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Padang Pariaman)”, Tugas Akhir, Prodi Manajemen Rekayasa Konstruksi, Politeknik Negeri Padang.
- [10] O. P. C. Ardika, dkk, “Analisa *Time Cost Trade Off* Dengan Penambahan Jam Kerja Pada Proyek Konstruksi dengan studi kasus Proyek Pembangunan Jalan Tol Bogor Ring Road Seksi II A”, *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, vol 2, no 3, pp. 273-280, September 2014.
- [11] Syafriandi, *Manajemen Konstruksi dengan Aplikasi Microsoft Project*, cetakan pertama, Yogyakarta: Andi, 2017.
- [12] W. Santoso, 2017, “Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode *Crashing* dengan Penambahan Jam Kerja Empat Jam dan Sistem Shift Kerja”, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
- [13] Yomelda, dkk, “Analisa *Earned Value* pada Proyek Pembangunan Vimala Hills Villa dan Resort Bogor” *Jurnal Teknik ITS*, vol. 4, no. 1, pp. 76-81, 2015.