PEMBANGUNAN SISTEM INFORMASI MANAJEMEN BIAYA DAN WAKTU PROYEK DI CV. BINTANG UTARA

Fahmi HIdayat[1], Alif Finandhita[2]

[1,2]Teknik Informatika – Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipatiukur 112-114 Bandung
E-mail: fahmi0907@gmail.com[1], alif.finandhita@email.unikom.ac.id[2]

ABSTRAK

CV. Bintang Utara adalah perusahaan yang bergerak dibidang penyedia jasa konstruksi. CV. Bintang Utara saat ini mengalami masalah tidak sesuainya bobot pekerjaan rencana dengan bobot pekerjaan realisasi ketika mengerjakan proyek lebih dari satu, sehingga sulit menentukan proyek yang harus dipercepat. Percepatan biasanya dilakukan diakhir penyelesaian menyebabkan manajer proyek sulit membandingkan biaya percepatan dengan denda, ketika percepatan dilakukan secara langsung tanpa menunggu akhir penyelesaian proyek. Belum adanya sistem yang dapat mengintegrasikan proses pelaporan progres pekerjaan yang dilakukan oleh pelaksana teknis. Berdasarkan masalah tersebut pengendalian biaya dan waktu serta penentuan proyek yang harus dipercepat menggunakan metode *Earned Value Management*. Percepatan yang dilakukan tanpa harus menunggu waktu akhir proyek, sehingga dapat membandingkan biaya percepatan dengan denda menggunakan metode *Time Cost Trade Off*. Metode jalur kritis yang digunakan adalah *Critical Path Methode* karena dapat mengindentifikasi pekerjaan yang termasuk kritis, sehingga dapat dilakukan percepatan pada pekerjaan tersebut. Dari hasil penelitian, sistem informasi manajemen biaya dan waktu proyek dapat membantu manajer menentukan proyek yang harus dilakukan percepatan telebih dahulu. Sistem dapat membantu manajer proyek dalam membandingkan biaya percepatan dan denda berdasarkan informasi biaya dan waktu. Sistem informasi manajemen biaya dan waktu dapat membantu mengintegrasikan proses pelaporan pekerjaan yang dilakukan oleh pelaksana teknis.

Kata Kunci: Manajemen Biaya dan Waktu Proyek, Percepatan Proyek, *Earned Value Management, Critical Path Methode,* dan *Time Cost Trade Off*.

1. PENDAHULUAN

CV. Bintang Utara merupakan perusahaan yang bergerak di bidang proyek konstruksi seperti pembangunan dan penguatan, dan pemeliharaan jalan, pembangunan dan renovasi rumah, dan pembangunan jembatan.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan Bapak Roni Iskandar selaku Manajer Proyek memaparkan bahwa CV. Bintang Utara saat ini sedang mengerjakan proyek lebih dari satu, yaitu Proyek Normalisasi Drainase Jalan dan Proyek Pemeliharaan Rutin Jalan Di Wilayah I s/d VIII UPT Pelayanan Kebinamargaan. Pengerjaan kedua proyek tersebut mengalami masalah, yaitu tidak sesuainya antara bobot pekerjaan perminggu yang direncanakan dengan bobot pekerjaan perminggu yang terealisasi. Bobot yang tidak sesuai bisa dilihat pada data laporan Proyek Normalisasi Drainase Jalan minggu ke-2 hanya sebesar 2,879% dari 5,759% yang direncanakan. Sedangkan untuk Proyek Pemeliharaan Rutin Jalan Di Wilayah I s/d VIII UPT Pelayanan Kebinamargaan pada minggu ke- 1 hanya sebesar 0,104% dari 0,260% yang direncanakan. Manajer proyek kesulitan dalam menentukan proyek yang harus dilakukan percepatan terlebih dahulu pada proyek yang sedang dikerjakan, karena saat ini belum terdapat acuan dalam penentuan proyek yang harus dipercepat. Jika penentuan proyek yang harus dipercepat salah maka dapat menyebabkan biaya proyek membengkak seiring dengan bertambahnya durasi dari proyek yang dikerjakan.

Manajer proyek sulit melakukan perbandingan antara biaya percepatan yang akan dibayar dengan denda keterlambatan yang harus dibayar, karena percepatan biasanya dilakukan proyek saat proyek mendekati waktu penyelesaiaan proyek sesuai dengan rencana.

Belum adanya sistem yang dapat mengintegraskan proses pelaporan progres pekerjaan yang dilakukan oleh pelaksana teknis menjadi masalah tersendiri, karena dapat menyebabkan lambatnya proses evaluasi yang

dilakukan oleh manajer proyek, sehingga jika terjadi penyimpangan biaya ataupun waktu tindakan yang dilakukan menjadi terhambat.

Berdasarkan masalah yang telah dijelaskan, maka suatu Sistem informasi manajemen biaya dan waktu yang diharapkan mampu mempermudah manajer proyek dalam melakukan pengendalian biaya dan waktu proyek, menentukan proyek yang harus dilakukan percepatan terlebih dahulu jika terjadi masalah pada dua buah proyek atau lebih, serta menganalisis pekerjaan yang bersifat kritis dari suatu proyek untuk selanjutnya dilakukan percepatan, dan dapat mengintegrasikan proses pengiriman laporan progres pekerjaan yang dilakukan oleh pelaksana teknis ke manajer proyek.

2. ISI PENELITIAN

2.1 Analisis *Earned Value Management*

Pengendalian biaya dan waktu dengan menggunakan metode Earned Value Managment, terdapat beberapa nilai yang dibutuhkan dalam pengerjaannya, yaitu *Planned Value* (PV), *Earned Value* (EV), *Cost Varian* (CV) , *Schedule Varian* (SV), *Cost Performance Index* (CPI), *Schedule Performance Index* (SPI), *Estimate Actual Completion* (EAC) dan *Estimate Time Completion* (ETC). Manajer proyek dapat menarik kesimpulan bedasarkan perhitungan ETC dan EAC dari proyek berjalan tersebut [1]. Perhitungan EVM digunakan pada dua proyek yaitu proyek normalisasi drainase jalan pada minggu ke-2, dan proyek pemeliharaan rutin jalan pada minggu ke-1.

2.1.1 Perhitungan *Planned Value* (PV) Proyek Normalisasi Drainase Jalan

Perhitungan *Planned Value* (PV) yaitu mengidentifikasi bobot rencana tiap minggunya berdasarkan informasi bobot rencana dari table 1.

Table 1 *Time Schedule* Proyek Normalisasi Drainase Jalan

Minggu	Bobot Rencana
1	3.153
2	5.759
3	5.759
4	20.917
5	20.917
6	20.917
7	20.917
8	1.660

Planned Value (PV) didapat dari bobot rencana tiap minggu dikalikan dengan *Budget Actual Cost* (BAC). BAC adalah nilai kontrak tanpa PPN yaitu sebesar Rp. 87.209.941,75 dibulatkan menjadi Rp. 87.209.900. Berikut merupakan hasil perhitungan *Planned Value* (PV) pada minggu ke-1:

PV = (%*progress* rencana) x BAC
= 3,153% x 87.209.900
= 2.749.729

Untuk hasil perhitungan PV pada minggu berikutnya dapat dilihat pada tabel 2.

Table 2 Hasil Perhitungan PV

Minggu Ke	% Rencana	PV (Rp)	Komulatif (Rp)
1	3.153	2.749.728	2.749.728
2	5.759	5.022.418	7.772.146
3	5.759	5.022.418	12.794.564
4	20.917	18.241.695	31.036.259
5	20.917	18.241.695	49.277.954
6	20.917	18.241.695	67.519.649
7	20.917	18.241.695	85.761.344
8	1.66	1.447.684	87.209.028

2.1.2 Perhitungan *Earned Value* (EV) Proyek Normalisasi Drainase Jalan

Perhitungan *Earned value* (EV) yaitu mengidentifikasi bobot aktual tiap minggunya berdasarkan informasi bobot aktual pada table 3.

Table 3 Laporan Mingguan Proyek Normalisasi Drainase Jalan

Minggu	Bobot Aktual
1	3.153
2	2.879

Perhitungan EV hanya digunakan pada minggu ke-1 sampai dengan minggu ke-2. *Earned value* (EV) didapat dari bobot aktual tiap minggu yang dikerjakan dikali dengan *Budget Actual Cost* (BAC). Berikut merupakan hasil perhitungan *Earned Value* (EV) pada minggu ke-1:

EV = (%*progress actual*) x BAC
= 3,153 x 87.209.900
= 2.749.728

Untuk hasil perhitungan EV pada minggu berikutnya dapat dilihat pada table 4.

Table 4 Hasil Perhitungan EV

Minggu Ke	% Aktual	EV (Rp)	Komulatif (Rp)
1	3.153	2.749.728	2.749.728
2	2.879	2.510.773	5.260.501

2.1.3 Perhitungan CV dan SV Proyek Normalisasi Drainase Jalan

Perhitungan varian biaya atau Cost Variant (CV) yaitu mengidentifikasi penyimpangan biaya yang dikeluarkan, apakah lebih hemat atau bahkan lebih dari nilai kontrak yang sudah ditentukan. CV dihitung dari jumlah EV - AC. Schedule Varian (SV) yaitu mengidentifikasi apakah waktu yang dikerjakan nantinya akan sesuai dengan jadwal, lebih cepat atau bahkan terlambat dari jadwal

yang sudah ditentukan. Perhitungan SV didapat dari EV – PV.

Berikut hasil perhitungan CV dan SV pada minggu ke-1:

CV = EV - AC
= 2.749.728 – 2.749.728
= 0

SV = EV – PV
= 2.749.728 - 2.749.728
= 0

Untuk hasil perhitungan CV dan SV pada minggu berikutnya dapat dilihat pada table 5.

Table 5 Hasil Perhitungan CV dan SV

Minggu Ke	CV	SV
1	0	0
2	0	- 2.511.645

2.1.4 Perhitungan CPI dan SPI Proyek Normalisasi Drainase Jalan

Cost Performance Index (CPI) menunjukan bobot nilai yang diperoleh terhadap biaya yang dikeluarkan. CPI didapat dari perhitungan EV/AC, karena nilai AC sama dengan nilai yang dikeluarkan untuk tiap pekerjaan, maka bisa disimpulkan nilai AC sama dengan EV. *Schdule Performance Index* (SPI) menunjukan seberapa besar pekerjaan yang mampu diselesaikan terhadap pekerjaan yang direncanakan, SPI didapat dari perhitungan EV/PV [1].

Berikut hasil perhitungan *Cost Performance Index* (CPI) dan *Schedule Performance Index* (SPI) minggu ke-1:

CPI = EV/AC
= 22.272.540 / 22.272.540
= 1

SPI = EV / PV
= 22.272.540 / 22.272.540 = 1

Untuk hasil perhitungan CPI dan SPI pada minggu berikutnya dapat dilihat pada table 6.

Table 6 Hasil Perhitungan CPI dan SPI

Minggu Ke	CPI	SPI
1	1	1
2	1	0.5

2.1.5 Perhitungan EAC dan ETC Proyek Normalisasi Drainase Jalan

Perhitungan EAC yaitu bagimana menghitung perkiraan biaya penyerlesaian proyek. Perhitungan EAC berdasarkan nilai BAC dibagi dengan C*ost Performance Index* (CPI). Perhitungan ETC didapat dari waktu kontrak yang disepakati dibagi dengan *Schedule Performance Index* (SPI) [1].

Berikut ini merupakan hasil perhitungan *Estimate Actual Cost (EAC) dan Estimate Time to Complete* (ETC) pada minggu ke-1:

EAC = BAC / CPI
= 87.209.900 / 1
= 87.209.900

ETC = OTE / SPI
= 60/1
= 60

Untuk hasil perhitungan EAC dan ETC pada minggu berikutnya dapat dilihat pada table 7.

Table 7 Hasil Perhitungan EAC dan ETC

Minggu Ke	EAC	ETC
1	87.209.900	60
2	87.209.900	120

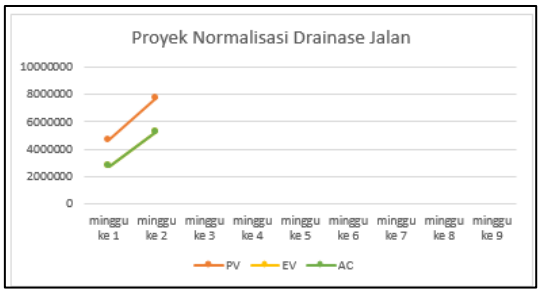
2.1.6 Hasil Rekapitulasi Metode EVM Proyek Normalisasi Drainase Jalan

Berikut adalah hasil rekap dari analisis metode Earn Value Management (EVM) seperti terlihat pada tabel 8.

Table 8 Rekapitulasi Analisis EVM

Minggu	Analisis Varians		Analisis Kerja		Analisis Estimasi	
	SV	CV	SPI	CPI	ETC	EAC
1	0	0	1	1	60	87.209.900
2	-2.511.645	0	0.5	1	120	87.209.900

Berdasarkan informasi pada tabel 7, dapat diambil kesimpulan pada minggu ke-2 proyek berjalan tidak sesuai dengan yang direncanakan. Hal tersebut dapat dilihat pada nilai SV sebesar -2.511.645 atau SV< 0. Nilai ETC tidak sesuai dengan durasi proyek yang direncanakan, ETC yang dihasilkan adalah sebesar 120 hari lebih lama 60 hari dari durasi proyek yang direncanakan diawal yaitu sebesar 60 hari dan biaya yang dikeluarkan sebesar Rp.87.209.900, sama dengan anggaran total (BAC). Kurva-S proyek normalisasi drainase jalan dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1 Kurva-S Proyek Normalisasi Drainase Jalan

2.1.7 Perhitungan *Planned Value* (PV) Proyek Pemeliharaan Rutin Jalan

Perhitungan *Planned Value* (PV) yaitu mengidentifikasi bobot rencana tiap minggunya berdasarkan informasi bobot rencana dari table 9.

Table 9 *Time Schedule* Proyek Normalisasi Drainase Jalan

Minggu	Bobot Rencana
1	10.446
2	4.607
3	4.067
4	35.394
5	35.394
6	9.533

Planned Value didapat dari bobot rencana tiap minggu dikali dengan *Budget Actual Cost* (BAC). BAC adalah nilai kontrak tanpa PPN yaitu sebesar Rp. 45.013.900. Berikut merupakan hasil perhitungan *Planned Value* (PV) pada minggu ke-1:

PV = (%*progress* rencana) x BAC
= 10.446 x 45.013.900
= 4.702.152

Untuk hasil perhitungan PV pada minggu berikutnya dapat dilihat pada table 10.

Table 10 Hasil Perhitungan PV

Minggu Ke	% Rencana	PV (Rp)	Komulatif (Rp)
1	10.446	4.702.152	4.702.152
2	4.607	2.073.790	6.775.942
3	4.607	2.073.790	8.849.733
4	35.394	15.932.220	24.781.953
5	35.394	15.932.220	40.714.172
6	9.553	4.300.178	45.014.350

2.1.8 Perhitungan *Earned Value* (EV) Proyek Pemeliharaan Rutin Jalan

Perhitungan *Earned Value* (EV) yaitu mengidentifikasi bobot aktual tiap minggunya berdasarkan informasi bobot aktual pada table 11.

Table 11 Laporan Mingguan Proyek Pemeliharaan Rutin Jalan

Minggu	Bobot Aktual
1	10.29

Perhitungan EV hanya digunakan pada minggu ke-1. EV didapat dari bobot aktual tiap minggu yang dikerjakan dikali dengan *Budget Actual Cost* (BAC). Berikut merupakan hasil perhitungan *Earned Value* (EV) pada minggu ke-1:

EV = (%*progress* rencana) x BAC
EV = 10,29 x 45.013.900
= 4.631.930

Untuk hasil perhitungan EV dapat dilihat pada table 12.

Table 12 Hasil Perhitungan EV

Minggu Ke	% Aktual	EV (Rp)	Komulatif (Rp)
1	10.29	4.631.930	4.631.930

2.1.9 Perhitungan CV dan SV Proyek Pemeliharaan Rutin Jalan

Analisa varian biaya atau *Cost Varian* (CV) yaitu mengidentifikasi penyimpangan biaya yang dikeluarkan. Analisa varian jadwal atau *Schedule Varian* (SV) yaitu mengidentifikasi apakah waktu yang dikerjakan nantinya sesuai dengan jadwal, lebih cepat atau bahkan terlambat. Perhitungan SV didapat dari EV – PV [1].

Berikut hasil perhitungan CV dan SV pada minggu ke-1:

CV = EV - AC
= 4.631.930 – 4.631.930
= 0

SV = EV – PV
= 4.631.930 - 4.702.152
= -70.222

Untuk hasil perhitungan CV dan SV pada minggu berikutnya dapat dilihat pada table 13.

Table 13 Hasil Perhitungan CV dan SV

Minggu Ke	CV	SV
1	0	-70.222

2.1.10 Perhitungan CPI dan SPI Proyek Pemeliharaan Rutin Jalan

Cost Performance Index (CPI) menunjukan bobot nilai yang diperoleh terhadap biaya yang dikeluarkan. CPI didapat dari perhitungan EV/AC. *Schedule Performance Index* (SPI) menunjukan seberapa besar pekerjaan yang mampu diselesaikan terhadap pekerjaan yang direncanakan, SPI didapat dari perhitungan EV/PV [1].

Berikut hasil perhitungan *Cost Performance Index* (CPI) dan *Schedule Performance Index* (SPI) minggu ke-1:

CPI = EV/AC
= 4.631.930 / 4.631.930
= 1

SPI = EV / PV
= 4.631.930 / 4.702.152
= 0.985

Untuk hasil perhitungan CPI dan SPI dapat dilihat pada table 14

Table 14 Hasil Perhitungan CPI dan SPI

Minggu Ke	CPI	SPI
1	1	0.985

2.1.11 Perhitungan EAC dan ETC Proyek Pemeliharaan Rutin Jalan

Perhitungan EAC yaitu bagimana menghitung perkiraan biaya berdasarkan BAC

dibagi dengan performa biaya (CPI). Perhitungan ETC didapat dari waktu kontrak yang disepakati dibagi dengan performa jadwal (SPI) [1].
Berikut ini merupakan hasil perhitungan *Estimate Actual Cost* (EAC) dan *Estimate Time to Complete* (ETC) pada minggu ke-1:

EAC = BAC / CPI
= 45.013.900 / 1
= 45.013.900

ETC = OTE / SPI
= 45 / 1
= 46

Untuk hasil perhitungan EAC dan ETC dapat dilihat pada table 15.

Table 15 Hasil Perhitungan EAC dan ETC

Minggu Ke	EAC	ETC
1	45.013.900	46

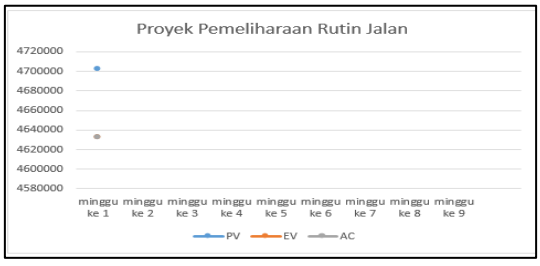
2.1.12 Hasil Rekapitulasi Analisis Metode EVM Proyek Pemeliharaan Rutin Jalan

Berikut adalah hasil rekap dari analisis metode *Earned Value Management* (EVM) seperti terlihat pada tabel 16.

Table 16 Hasil Rekapitulasi Analisis EVM

Minggu	Analisis Varians		Analisis Kerja		Analisis Estimasi	
	SV	CV	SPI	CPI	ETC (hari)	EAC (Rp)
1	-70.222	0	0.985	1	46	45.013.900

Dari hasil rekap analisis EVM pada tabel 16, diambil kesimpulan bahwa proyek berjalan tidak sesuai dengan yang direncanakan, dengan nilai estimasi waktu penyelesaian (ETC) adalah 46 hari, lebih lama 1 hari dari durasi proyek yaitu 45 hari dan biaya yang dikeluarkan sebesar Rp. 45.013.900, sama dengan anggaran total (BAC). Nilai spi < 1 menunjukan proyek mengalami keterlambatan, nilai cpi adalah 1 menunjukan biaya yang dikeluarkan sama dengan biaya yang direncanakan. Kurva-S untuk proyek pemeliharaan rutin jalan dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2 Kurva-S Proyek Pemeliharaan Rutin Jalan

2.1.13 Kesimpulan Metode EVM

Kesimpulan metode EVM dapat dilihat pada tabel 17.

Table 17 Perbandingan Analisis EVM

Proyek	Rencana Awal		Analisis EVM		Selisih	
	Hari	Biaya (Tanpa PPN 10%)	ETC	EAC	Hari	Biaya
Normalisasi Drainase Jalan	60	87.209.900	120	87.209.900	60	0
Pemeliharaan Rutin Jalan	45	45.013.900	46	45.013.900	1	0

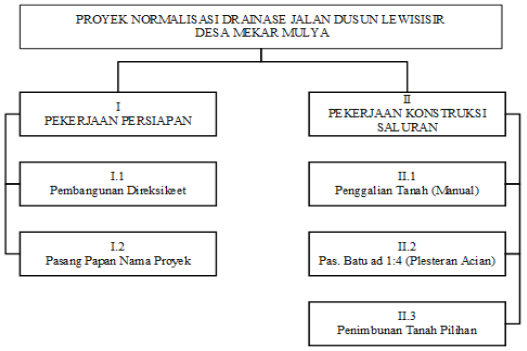
Berdasarkan informasi pada tabel 17 maka dapat diambil kesimpulan bahwa proyek yang harusnya dilakukan percepatan terlebih dahulu adalah proyek Normalisasi Drainase Jalan Dusun, berdasarkan nilai *Estimate Actual Cost* (EAC) untuk proyek Normalisasi Drainase Jalan adalah sebesar Rp.87.209.900 dan nilai *Estimate Time to Complete* (ETC) adalah sebesar 120 hari.

2.2 Analisis *Critical Path Methode*

Critical Path Method (CPM) adalah suatu metode penjadwalan proyek berdasarkan suatu diagram jaringan kerja yang berisi lintasan kritis pekerjaan selama proyek berlangsung [2]. Data yang diperlukan dalam analisis CPM yaitu *Work Breakdown Structure* (WBS) dan Rincian waktu pengerjaan dari proyek Normalisasi Drainase Jalan.

Table 18 Rincian Waktu Pengerjaan Proyek Normalisasi Drainase

No	URAIAN PEKERJAAN	LAMA PENGERJAAN	MULAI	SELESAI
1	2	3	4	5
I.	PEKERJAAN PERSIAPAN			
1	Direksikeet	7 hari	25/08/2017	31/08/2017
2	Pasang Papan Nama Proyek	1 hari	25/08/2017	25/08/2017
Total			25/08/2017	31/08/2017
II.	PEKERJAAN KONSTRUKSI SALURAN			
1	Galian Tanah (Manual)	14 hari	01/09/2017	14/09/2017
2	Pas. Batu ad. 1:4 (Plesteran Acian)	28 hari	15/09/2017	12/10/2017
3	Timbunan Tanah Pilihan	10 hari	13/10/2017	23/10/2017
Total			01/09/2017	23/10/2017



Gambar 3 WBS Proyek Normalisasi Drainase Jalan

Dari informasi pada tabel 18 dan gambar 3 kemudian ditentukan pekerjaan pendahulu dan

kode pekerjaannya. Pekerjaan yang telah dianalisis pendahulunya bisa dilihat pada table 19.

Table 19 Pekerjaan Pendahulu

No	Uraian Pekerjaan	Kode Pekerjaan	Pekerjaan Pendahulu	Durasi
1	Direksikeet	I.1	-	7 hari
2	Pasang Papan Nama	I.2	-	1 hari
3	Galian Tanah	II.1	I.1, I.2	14 hari
4	Pas. Batu	II.2	II.1	28 hari
5	Timbunan Tanah Pilihan	II.3	II.2	10 hari

2.1.1 Perhitungan Maju

Perhitungan maju dilakukan mulai awal jaringan bergerak sampai menuju akhir jaringan [2].

Berikut adalah perhitungan awal untuk mencari nilai ES (*early start*) dan EF (*early finish*) pada Pekerjaan I.1:

1. ES = ES_1 = 0 + 0 = 0 hari
   EF = ES_1 = 0 + 7 = 7 hari

Dari hasil perhitungan pada Pekerjaan A diperoleh nilai ES dan EF adalah 0 dan 7. Berikut hasil dari rekapitulasi dari Pekerjaan I.1 sampai Pekerjaan II.3, dapat dilihat pada table 20.

Table 20 Perhitungan Maju

Kode Pekerjaan	Pekerjaan		Waktu (t)	Paling awal	
	i-node	j-node		Mulai(ES)	Selesai(EF)
I.1	-	1	7	0	7
I.2	-	2	1	0	1
II.1	1	3	14	7	21
II.2	3	4	28	21	49
II.3	4	5	10	49	59

2.1.2 Perhitungan Mundur

Perhitungan mundur dilakukan mulai dari akhir jaringan sampai menuju awal jaringan [2].

Berikut adalah perhitungan awal untuk mencari nilai LS (*last start)* dan LF (*last finish)* pada Pekerjaan II.3:

1. LS = LF_{4-5} = 59 – 10 = 49 hari
   LF = LF_{4-5} = 59 hari

Dari hasil perhitungan pada Pekerjaan E diperoleh nilai LS dan LF adalah 49 dan 59. Berikut hasil dari rekapitulasi dari Pekerjaan II.3 sampai Pekerjaan I.1, dapat dilihat pada table 21.

Table 21 Perhitungan Mundur

Kode Pekerjaan	Pekerjaan		Waktu (t)	Paling akhir	
	i-node	j-node		Mulai(LS)	Selesai(LF)
I.1	-	1	7	0	7
I.2	-	2	1	6	7
II.1	1	3	14	7	21
II.2	3	4	28	21	49
II.3	4	5	10	49	59

2.1.3 Perhitungan *Slack / Float*

Slack atau *Float* adalah sejumlah waktu penundaan yang diperbolehkan tanpa mempengaruhi waktu total pelaksanaan proyek [2]. Berikut adalah perhitungan *total float* pada Pekerjaan I.1:

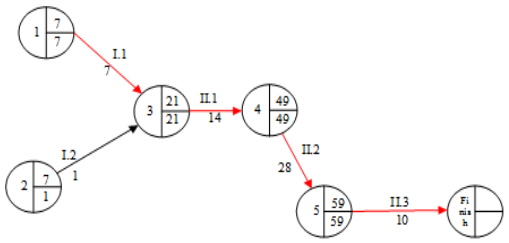
TF = TF $_{1\text{-}2.1}$ = 7 – 7 = 0

Hasil perhitungan float yang dapat dilihat dalam Tabel 22.

Table 22 Perhitungan *Float*

Kode Pekerjaan	Waktu (t)	Paling awal		Paling akhir		Total Float
		Mulai (ES)	Selesai (EF)	Mulai (LS)	Selesai (LF)	
I.1	7	0	7	0	7	0
I.2	1	0	1	6	7	6
II.1	14	7	21	7	21	0
II.2	28	21	49	21	49	0
II.3	10	49	59	49	59	0

Berdasarkan informasi dari table 22 dapat disimpulkan jalur kritisnya adalah I.1 – II.1 – II.2 – II.3, dari data tersebut kemudian digambarkan dalam bentuk diagram jaringan seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4 Diagram Jaringan Jalur Kritis

2.1.4 Kesimpulan Analisis *Critical Path Methode* (CPM)

Proyek Normalisasi Drainase Jalan memiliki durasi jalur kritis selama 59 hari dari durasi normal selama 60 hari. Pekerjaan dapat dilihat pada tabel 23.

Table 23 Kesimpulan CPM

Kode Pekerjaan	Nama Pekerjaan	Durasi Jalur Kritis	Durasi Normal
I.1	Direksikeet	59	60

I.2	Galian Tanah		
II.3	Pas. Batu		
II.4	Timbunan Tanah Pilihan		

2.3 Analisis *Time Cost Trade Off* (TCTO)

Percepatan proyek dengan optimasi waktu dan biaya pada Proyek Normalisasi Drainase Jalan menggunakan *metode Time Cost Trade Off* (TCTO). Percepatan waktu dan biaya dihitung berdasarkan alternatif penambahan jam kerja yang dipusatkan pada pekerjaan yang berada pada jalur kritis [2].

2.3.1 Perhitungan Produktivitas Harian Normal

Secara umum produktivitas harian dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas harian normal} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Durasi Normal}}$$

Perhitungan produktivitas harian normal untuk pekerjaan Galian Tanah, dengan ketentutan 1 hari kerja adalah 8 jam.

Volume pekerjaan = 122,33 m3
Durasi normal = 14 hari
Produktivitas normal = 122,33 / 14
= 8,73 m3

2.3.2 Perhitungan Produktivitas Percepatan

Berikut perhitungan harian percepatan Galian Tanah yang harus dipercepat.

a. Jam kerja normal = 8 Jam
b. Penambahan jam kerja (lembur) = 1 jam
c. Upah lembur = 1.5 upah
d. Produktivitas pekerja = 90 %
e. Produktivitas harian normal = 8,73 M^3
f. Produktivitas harian normal / jam = 8,73 / 8
=1.09 M^3
g. Produktivitas jam lembur
= (1 x 0,9) x 1.09 M^3
= 0.98 M^3
h. Produktivitas harian percepatan
= 8,73 + 0.98
= 9,71 M3

2.3.3 Perhitungan *Crash Duration* dan *Crash Cost*

Berikut adalah perhitungan *Crash duration*, *Crash cost*:

a. Volume pekerjaan = 122,33 M^3
b. Durasi normal = 14 hari
c. Biaya normal = 10.044.516,30
d. Biaya satuan upah = 27.000
e. Biaya satuan alat = 21.000
f. Produktivitas harian normal = 8,73 M3
g. Produktivitas percepatan = 9,71 M3
h. *Crash duration* = 122,33 / 9,71
= 12.6 hari atau 12 hari
i. Upah normal / jam = 27.000
j. Upah normal / hari = 8 jam x i
= 8 x 27.000 = Rp. 216.000
k. Upah lembur / hari = 1,5 x 27.000
= Rp. 40.500
l. Biaya upah / hari = 216.000 + 40.500
= 256.500
m. Total biaya upah = 12 x 256.500
= Rp. 3.078.000
n. Total biaya alat = 21.000
o. *Crash cost*
= 3.078.000 + 21.000 + 10.044.516,30
= Rp. 13.143.516,30
p. *Cost slope*
$$= \frac{13.143.516,30 - 10.044.516,30}{14 - 12}$$
= Rp. 1.549.500,00

2.3.4 Perhitungan Denda

Perhitungan denda proyek sebagai berikut:

$$\text{Denda} = \frac{1}{1000} \times 95.930.000$$
= Rp. 95.930 / hari

Keterlambatan yang dihasilkan berdasarkan perhitungan EVM adalah sebesar 60 hari, maka perhitungan denda sebagai berikut:

Denda = 60 x Rp. 95.930
= Rp. 5.755.800

2.3.5 Kesimpulan Analisis *Time Cost Trade Off* (TCTO)

Proyek Normalisasi Drainase Jalan bisa selesai tepat waktu yaitu selama 60 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp. 3.099.000,00 sehingga biaya total proyek menjadi Rp. 99.029.000. untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 24.

Table 24 Kesimpulan TCTO

Proyek	Durasi (Hari)	Nilai Proyek (Rp)	Biaya Percepatan	Terlambat (Hari)	Denda (Rp)	Biaya Total (Rp)
Proyek Normalisasi Drainase Jalan	120	95.930.000	0	60	5.755.800	101.685.800
	60	95.930.000	3.099.000	0	0	99.029.000

3 PENUTUPAN

3.1 Kesimpulan

Berdasarka hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan terhadap Sistem Informasi Manajemen Biaya dan Waktu Proyek di CV. Bintang Utara, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem manajemen informasi manajemen biaya dan waktu proyek, dapat membantu

membantu manajer proyek dalam menentukan proyek yang harus dilakukan percepatan terlebih dahulu.

2. Sistem manajemen informasi manajemen biaya dan waktu proyek, dapat membantu manajer proyek dalam membandingkan antara biaya percepatan dengan denda keterlambatan yang harus dibayar berdasarkan informasi biaya dan waktu, sehingga mampu menentukan langkah apa yang harus diambil agar proyek yang dikerjakan bisa selesai tepat waktu dengan biaya akhir proyek tidak terlalu besar.
3. Sistem manajemen informasi manajemen biaya dan waktu proyek, dapat membantu mengintegrasikan proses pelaporan progres pekerjaan yang dilakukan oleh pelaksana teknis, sehingga diharapkan proses evaluasi yang dilakukan tidak terhambat.

3.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian sisterm, terdapat saran untuk menambahkan beberapa hal yang dapat melengkapi Sistem Informasi Manajemen Biaya da Waktu Proyek kedepannya, antara lain:

1. Menambahkan fitur perubahan data progres kemajuan proyek secara otomatis ketika dilakukan percepatan.
2. Menambahkan fitur perubahan jalur kritis suatu proyek ketika terjadi keterlambatan, demi menjaga proyek sehingga dapat selesai sesuai rencana.
3. Menambahkan fitur *least cost analysis* sehingga dapat diketahui biaya proyek paling minimal dan durasi optimal dari proyek yang dikerjakan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Husen.Abrar, Manajemen Proyek perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek, Yogyakarta: Andi Offset, 2009.

[2] Suharto. Imam, Manajemen Konstruksi (Dari konseptual sampai operasional), Jakarta: Erlangga, 1999.

[3] A. Pamungkas, Sugiarto dan Setiono Desember 2013, "Analisis Nilai Hasil Terhadap Waktu dan Biaya Pada Proyek Konstruksi. Studi Kasus: Proyek ICB Civil Work Construction off Spilway of Countermeasure for Sedimen in Wonogiri". e-Matriks Teknik Sipil. Vol. 1, no.4, pp 417.

[4] C. Sandy dan D. Irianto Januari, 2015, "Pengendalian Waktu Dan Biaya Pada Proyek Pembuatan Saluran Terbuka". e-Matriks Teknik Sipil. Vol. 1, no.9, pp 200-215.

[5] M. Rizki Ridho dan Syahrizal "Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya Proyek dengan Metode PERT dan CPM. Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jembatan Cijapati". e-Matriks Teknik Sipil. Vol. 1, no.4, pp 417.

[6] A. Maddepungeng, I. Suryani, dan D. Hermawan, 2015, "Analisis Optimasi Biaya dan Waktu dengan Metode TCTO (Time Cost Trade Off). Studi Kasus: Proyek Pembangunan Pasar Petir Serang Banten". Foundasi. Vol. 4, no.1.