

Analisis Keterlambatan *Project Construction Fiber to The Mobile* Lokasi BTS BDS777 Site Sukamaju Dengan Metode *Earned Value Management*

1st Bella Anggadewi
Fakultas Teknik Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

bellaad@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Ika Arum Puspita
Fakultas Teknik Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ikaarumpuspita@telkomuniversity.ac.id

3rd Putu Yasa
Fakultas Teknik Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

putuyasaa@telkomuniversity.ac.id

Abstrak - PT XYZ merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dalam bisnis penyediaan layanan instalasi jaringan akses, pembangunan infrastruktur jaringan, pengelola *Network Terminal Equipment*, serta operasi dan pemeliharaan jaringan akses. Saat ini PT XYZ sedang menjalankan pembangunan proyek konstruksi *Fiber to The Mobile* yang berada di lokasi BTS BDS777 Site Sukamaju. Berdasarkan kurva-s proyek, dapat diketahui bahwa proyek mengalami keterlambatan. Sampai dengan minggu ke-9, status proyek masih berada di angka 45%. Berdasarkan permasalahan tersebut, akan dilakukan analisis terhadap keterlambatan proyek, adapun metode yang digunakan adalah Metode *Earned Value Management*. Metode EVM digunakan untuk membandingkan nilai yang direncanakan dengan nilai yang sebenarnya, sehingga dapat diketahui perbedaan di antara dua nilai tersebut. Hasil akhir dari metode tersebut adalah perhitungan *forecasting* waktu dan biaya yang digunakan untuk menyelesaikan proyek. Berdasarkan hasil perhitungan, diketahui bahwa nilai CV dan SV proyek sebesar -Rp77,265,500 dan -Rp66,186,500. Sedangkan nilai CPI dan SPI proyek sebesar 0.411624277 dan 0.449551318. Adapun nilai dari EAC proyek sebesar Rp269,089,500 dan nilai ETC proyek sebesar Rp137,769,500. Adapun nilai dari TCPI proyek sebesar 1, hal ini berarti bahwa proyek dapat diselesaikan dengan mudah. Selain itu, dibutuhkan tambahan waktu sebanyak 93 hari kalender untuk menyelesaikan semua pekerjaan yang masih tersisa dan 156 hari kalender untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek.

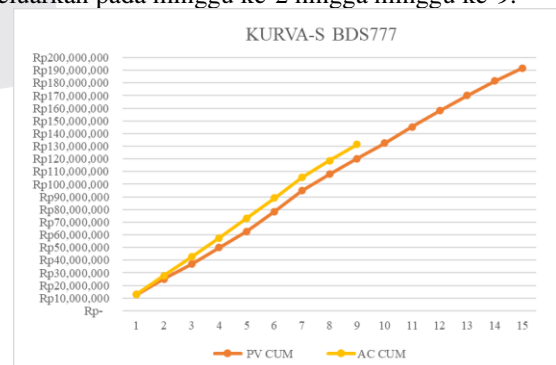
Kata kunci — Keterlambatan Proyek, *Fiber to The Mobile*, Base Transceiver Station, *Earned Value Management*, *Forecasting*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan data di Indonesia tentunya membuat kebutuhan akan penggunaan data mengalami beberapa perubahan yang signifikan. Perubahan tersebut berupa kebutuhan data di Indonesia yang semakin besar. Dengan adanya kebutuhan data yang semakin besar, tentunya diperlukan adanya internet yang memadai. Saat ini, kebutuhan internet di Indonesia termasuk ke dalam

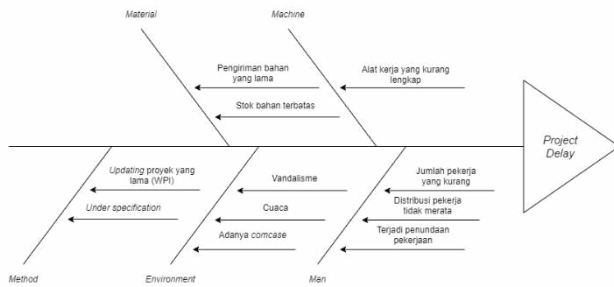
kebutuhan primer. Hal ini didasarkan pada sebagian besar masyarakat di Indonesia yang menggunakan internet untuk kebutuhan sehari-hari. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan adanya penggunaan *high speed internet* untuk menunjang kebutuhan sehari-hari. Salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mendukung adanya internet berkecepatan tinggi yaitu penggunaan teknologi fiber optik. Fiber optik merupakan sebuah teknologi yang menggunakan serat optik sebagai media transmisi. Serat optik tersebut merupakan sebuah untaian tipis yang terbuat dari kaca atau plastik yang nantinya akan menghubungkan sumber cahaya ke tujuannya. Adapun sumber cahaya yang biasanya digunakan adalah laser atau *light-emitting diode*. *Fiber to The Mobile* atau yang biasa di kenal sebagai FTTM merupakan sebuah solusi yang menyediakan layanan telekomunikasi berkecepatan tinggi yang di dalamnya menggunakan teknologi fiber optik.

Saat ini PT XYZ sedang menjalankan pembangunan proyek konstruksi *Fiber To The Mobile* yang berada di lokasi BTS BDS777 Site Sukamaju. Berdasarkan gambar 1, dapat diketahui bahwa proyek mengalami keterlambatan. Hal ini dapat dibuktikan dengan terdapatnya perbedaan antara biaya rencana yang dianggarkan dan biaya aktual yang telah dikeluarkan pada minggu ke-2 hingga minggu ke-9.



GAMBAR 1
Kurva-S Proyek

Berdasarkan permasalahan tersebut, dilakukan analisis terhadap faktor penyebab dari terjadinya perbedaan antara *plan* dan *actual* yang akan dijelaskan melalui *fishbone diagram*. Gambar 2 merupakan *fishbone diagram* dari proyek konstruksi BTS BDS777.



GAMBAR 2
Fishbone Diagram

Faktor pertama yang menjadi penyebab keterlambatan yaitu *man* yang terdiri dari jumlah pekerja yang kurang, distribusi karyawan yang tidak merata, dan terjadi penundaan pekerjaan. Penundaan pekerjaan tersebut diakibatkan oleh adanya biaya kompensasi yang harus dibayarkan oleh PT XYZ, selain itu juga terdapatnya masalah pada perizinan proyek. Faktor kedua yang menjadi penyebab keterlambatan yaitu *machine* yang terdiri dari alat kerja yang kurang lengkap, hal ini menyebabkan pekerjaan yang seharusnya dapat langsung dilakukan menjadi tertunda dan pekerjaan harus dilakukan ketika alat-alat yang akan digunakan sudah lengkap dan tersedia. Faktor ketiga yang menjadi penyebab keterlambatan yaitu *environment* yang terdiri dari vandalisme, cuaca, dan adanya biaya kompensasi. Perilaku vandalisme tersebut berupa terjadinya pemotongan kabel yang sudah dipasang, selain itu cuaca yang tidak menentu menyebabkan pekerjaan proyek terhambat, serta adanya sejumlah biaya yang harus diberikan kepada masyarakat sekitar juga menimbulkan proyek tidak dapat berjalan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Faktor keempat yang menjadi penyebab keterlambatan yaitu *method* yang terdiri dari *updating* proyek yang lama, berkaitan dengan *work performance information* dan *under spesification*. Terhambatnya informasi yang seharusnya dapat langsung disampaikan kepada para pekerja lapangan dapat membuat pekerjaan menjadi terhambat. Selain itu terdapatnya pekerjaan yang tidak sesuai dengan spesifikasi awal juga dapat menyebabkan proyek tidak dapat berjalan sesuai dengan rencana awal. Adapun penyebab dari proyek yang tidak sesuai dengan spesifikasi awal adalah pekerja lapangan yang tidak dapat menentukan/ menggunakan metode yang tepat untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Faktor kelima yang menjadi penyebab keterlambatan yaitu *material* yang terdiri dari stok bahan terbatas dan pengiriman bahan yang lama. Terbatasnya stok bahan yang akan digunakan juga dapat menyebabkan pengiriman bahan menjadi tertunda dan pekerja tidak dapat melakukan kegiatan proyek.

Berdasarkan penjelasan masalah yang telah dijelaskan, terdapat alternatif solusi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut yaitu berupa perhitungan estimasi biaya dan durasi penyelesaian proyek dengan menggunakan Metode *Earned Value Management*. Hal ini didasarkan pada fungsi dari Metode *Earned Value Management* yaitu untuk mengendalikan biaya dan waktu

proyek pada saat proses pelaksanaan pengerjaan proyek, di mana nantinya dapat diketahui apakah proyek tersebut berjalan lebih cepat atau lebih lambat dari jadwal proyek yang seharusnya dan mengetahui apakah biaya yang digunakan lebih besar atau lebih kecil dari biaya yang telah ditetapkan.

II. KAJIAN TEORI

A. Proyek

Proyek adalah suatu usaha yang bersifat sementara yang dilakukan untuk menghasilkan suatu produk, layanan, atau hasil yang unik [10].

B. Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah suatu bentuk penerapan dari pengetahuan, keterampilan, alat, dan teknik terhadap berbagai aktivitas proyek yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan proyek. Manajemen proyek dapat membantu sebuah organisasi untuk melaksanakan proyek secara efektif dan efisien [10].

C. Earned Value Management

Metode *Earned Value Management* menggabungkan *scope baseline*, *cost baseline* dan *schedule baseline* untuk membentuk *performance measurement baseline*. Metode ini mengembangkan dan memantau tiga dimensi utama untuk setiap paket pekerjaan dan akun kontrol yang terdiri dari *planned value*, *earned value*, dan *actual cost* [10].

1. *Planned value* adalah anggaran resmi yang ditetapkan untuk pekerjaan yang direncanakan.
2. *Earned value* adalah suatu ukuran dari pekerjaan yang telah dilakukan dan ditampilkan dalam bentuk anggaran yang disahkan untuk pekerjaan tersebut.
3. *Actual cost* adalah biaya yang telah dikeluarkan untuk pekerjaan yang dilakukan pada sebuah aktivitas selama periode waktu tertentu.

D. Variance Analysis

Variance analysis membahas mengenai perbedaan di antara kinerja yang telah direncanakan dengan kinerja yang terjadi. Analisis tersebut dapat mencakup estimasi durasi, estimasi biaya, pemanfaatan sumber daya, tarif sumber daya, tingkat kinerja, dan metrik lainnya [10].

1. *Schedule variance* adalah ukuran dari performansi jadwal yang dinyatakan sebagai perbandingan antara nilai yang diperoleh dengan nilai yang direncanakan. Persamaan (1) adalah persamaan dari *schedule variance*.

$$SV = EV - PV \quad (1)$$

2. *Cost variance* adalah besarnya jumlah defisit atau surplus anggaran pada suatu periode waktu tertentu, yang dinyatakan sebagai selisih antara nilai yang diperoleh dan biaya aktual. Persamaan (2) adalah persamaan dari *cost variance*.

$$CV = EV - AC \quad (2)$$

E. Performance Index

Performance index membahas mengenai *schedule performance index* dan *cost performance index*. Indeks tersebut berkaitan dengan kinerja biaya dan waktu dari sebuah proyek [10].

Schedule performance index adalah ukuran dari tingkat efisiensi jadwal yang ditunjukkan sebagai perbandingan

antara nilai yang diperoleh dengan nilai yang direncanakan. SPI mengukur seberapa efisien tim proyek dalam menyelesaikan pekerjaan. Persamaan (3) adalah persamaan dari *schedule performance index*.

$$SPI = \frac{EV}{PV} \tag{3}$$

Cost variance index adalah ukuran dari efisiensi biaya terhadap sumber daya yang dianggarkan, yang ditampilkan sebagai rasio nilai yang diperoleh terhadap biaya aktual. Persamaan (4) adalah persamaan dari *cost performance index*.

$$CPI = \frac{EV}{AC} \tag{4}$$

F. *Estimate at Completion*

Estimate at completion adalah total biaya yang diperkirakan untuk menyelesaikan semua pekerjaan yang ditunjukkan sebagai jumlah biaya aktual sampai saat ini dan perkiraan untuk menyelesaikannya [10]. Terdapat tiga cara yang dapat digunakan untuk melakukan perhitungan *estimate at completion*, terdiri dari:

Perkiraan EAC berdasarkan nilai CPI saat ini. Persamaan (5) adalah persamaan dari perkiraan EAC dengan menggunakan cara pertama.

$$EAC = \frac{BAC}{CPI} \tag{5}$$

Perkiraan EAC berdasarkan anggaran yang dianggarkan. Persamaan (6) adalah persamaan dari perkiraan EAC dengan menggunakan cara kedua.

$$EAC = AC + (BAC - EV) \tag{6}$$

Perkiraan EAC dengan mempertimbangkan faktor SPI dan CPI. Persamaan (7) adalah persamaan dari perkiraan EAC dengan menggunakan cara ketiga.

$$EAC = AC + \left[\frac{BAC - EV}{CPI \times SPI} \right] \tag{7}$$

G. *Estimate to Complete*

Estimate to complete adalah biaya yang diperkirakan untuk menyelesaikan semua pekerjaan proyek yang tersisa [10]. Persamaan (8) adalah persamaan dari *estimate to complete*.

$$ETC = EAC - AC \tag{8}$$

H. *To-Complete Performance Index*

To-complete performance index adalah suatu ukuran kinerja biaya yang harus diselesaikan dengan sumber daya yang tersisa untuk memenuhi tujuan manajemen yang telah ditetapkan, dan dinyatakan sebagai perbandingan antara biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan yang belum diselesaikan dengan anggaran yang tersisa [10]. Terdapat dua cara yang dapat digunakan untuk melakukan perhitungan *to-complete performance index*, terdiri dari:

Tingkat efisiensi yang harus dipertahankan agar dapat menyelesaikan proyek sesuai dengan rencana. Persamaan (9) adalah persamaan dari TCPI dengan menggunakan cara pertama.

$$TCPI = \frac{BAC - EV}{BAC - AC} \tag{9}$$

Tingkat efisiensi yang harus dipertahankan untuk menyelesaikan EAC saat ini. Persamaan (10) adalah persamaan dari TCPI dengan menggunakan cara kedua.

$$TCPI = \frac{BAC - EV}{EAC - AC} \tag{10}$$

I. *Estimate Temporary Schedule*

Estimate temporary schedule adalah perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan yang tersisa atau pekerjaan yang belum diselesaikan [5]. Persamaan (11) adalah persamaan dari *estimate temporary schedule*.

$$ETS = \frac{\text{Sisa Waktu Penyelesaian Proyek Sesuai Rencana}}{\text{Schedule Performance Index}} \tag{11}$$

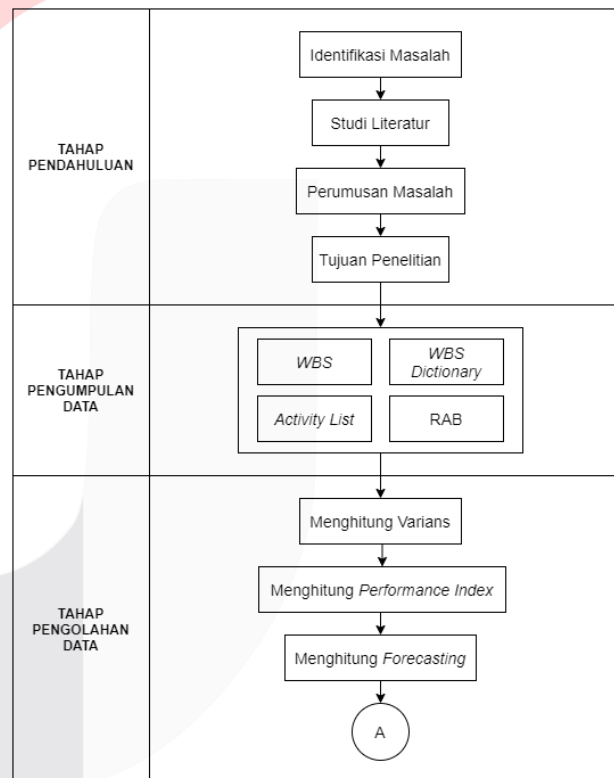
J. *Estimate All Schedule*

Estimate all schedule (EAS) adalah perkiraan waktu total yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek [5]. Persamaan (12) adalah persamaan dari *estimate all schedule*.

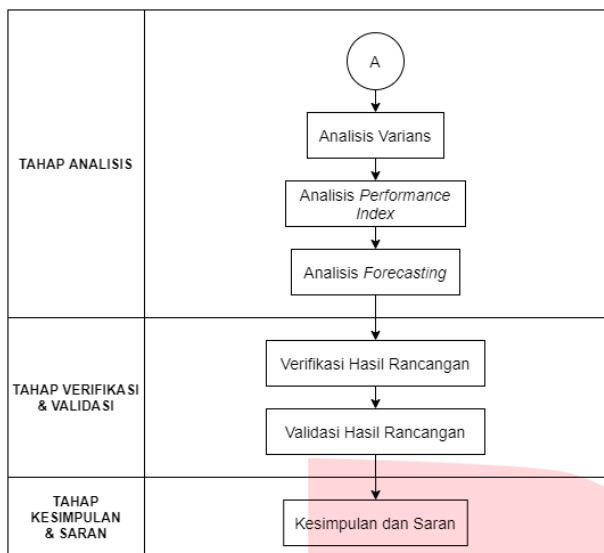
$$EAS = \text{Jumlah Waktu Yang Sudah Digunakan} + ETS \tag{12}$$

III. METODE

Sistematika penelitian meliputi tahap pendahuluan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisis, tahap verifikasi dan validasi, serta tahap kesimpulan dan saran. Gambar 3 dan 4 merupakan sistematika penelitian dari proyek konstruksi BTS BDS777.



GAMBAR 3 Sistematika Penelitian



GAMBAR 4
Sistematika Penelitian (Lanjutan)

A. Tahap Pendahuluan

Pada tahap pendahuluan dilakukan dengan melakukan beberapa proses yang meliputi identifikasi permasalahan yang terjadi, studi literatur terkait teori yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi, perumusan masalah yang digunakan untuk menjelaskan pokok permasalahan yang terkait dengan proyek konstruksi BTS BDS777, dan tujuan penelitian yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi.

B. Tahap Pengumpulan data

Pada tahap pengumpulan data dilakukan pengumpulan data yang diperlukan, data tersebut harus relevan dengan permasalahan yang terjadi. Data tersebut nantinya akan diolah sehingga menghasilkan informasi yang dapat digunakan untuk membantu tercapainya tujuan dari penelitian tersebut. Adapun data yang dapat digunakan untuk mendukung penelitian tersebut adalah *statement of work (SOW)*, *work breakdown structure (WBS)*, *work breakdown structure dictionary*, *activity list*, dan rancangan anggaran biaya (RAB) proyek konstruksi BTS BDS777.

C. Tahap Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data dilakukan pengolahan terhadap data yang telah dikumpulkan pada tahap sebelumnya. Pengolahan data tersebut nantinya akan dilakukan dengan menggunakan Metode *Earned Value Management (EVM)*. Adapun pengolahan data tersebut meliputi perhitungan variansi, perhitungan performansi indeks, dan perhitungan peramalan terhadap proyek konstruksi BTS BDS777. Perhitungan variansi dan performansi indeks tersebut meliputi perhitungan *schedule variance (SV)*, *cost variance (CV)*, *schedule performance index (SPI)*, *cost performance index (CPI)*. Selanjutnya, dilakukan perhitungan pada peramalan yang meliputi perhitungan *estimate at completion (EAC)*, *estimate to complete (ETC)*, *variance at completion (VAC)*, *to-complete performance index (TCPI)*, *estimate temporary schedule (ETS)*, dan *estimate all schedule (EAS)*.

D. Tahap Analisis

Pada tahap analisis dilakukan penganalisisan terhadap pengolahan data yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Analisis tersebut dilakukan dengan tujuan untuk memberikan informasi secara terperinci mengenai hasil pengumpulan dan pengolahan data dengan harapan informasi yang diberikan dapat sesuai dengan tujuan dan dapat menjawab rumusan masalah yang ada. Adapun analisis yang dilakukan adalah analisis variansi, analisis performansi indeks, dan analisis peramalan.

E. Tahap Verifikasi dan Validasi

Pada tahap verifikasi dan validasi dilakukan pelaksanaan verifikasi dan validasi terhadap rancangan usulan yang diusulkan. Tahap verifikasi tersebut dilakukan dengan cara melakukan analisis permasalahan dengan menggunakan metode 5W+1H, analisis tersebut dilakukan untuk mengetahui rancangan usulan yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Selain itu juga dilakukan perbandingan antara standar yang telah ditetapkan dengan spesifikasi rancangan yang diusulkan. Adapun rancangan solusi yang diusulkan adalah melakukan perhitungan estimasi mengenai biaya dan durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek konstruksi BTS BDS777. Selanjutnya tahap validasi dilakukan dengan cara melakukan diskusi bersama dengan pihak terkait, dalam hal ini pihak terkait merupakan *project manager* dari proyek konstruksi BTS BDS777. Tahap validasi tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah rancangan usulan yang diusulkan sudah tepat atau masih memerlukan perbaikan.

F. Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap kesimpulan dan saran dilakukan penarikan kesimpulan dari seluruh tahapan yang telah dilakukan. Pada tahap ini juga diberikan saran yang ditujukan untuk tim proyek atau penelitian selanjutnya dengan proyek yang sejenis, selain itu saran tersebut juga dapat digunakan sebagai bahan evaluasi proyek.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 merupakan tabel analisis 5W+1H yang digunakan untuk menentukan usulan perbaikan atas permasalahan keterlambatan proyek konstruksi BTS BDS777.

TABEL 1
Analisis 5W+1H

Akar Permasalahan	Uraian	Penjelasan
Keterlambatan proyek yang disebabkan oleh ketidakmampuan dalam menganalisis biaya dan durasi proyek	What	Keterlambatan proyek konstruksi <i>Fiber to The Mobile</i> Lokasi BTS BDS777 Site Sukamaju
	When	Pada saat proses pelaksanaan proyek konstruksi <i>Fiber to The Mobile</i> Lokasi BTS BDS777 Site Sukamaju
	Where	Di lokasi BTS BDS777 Site Sukamaju
	Why	Hal ini terjadi dikarenakan terdapatnya permasalahan pada perizinan dan ketidakmampuan tim dalam menganalisis biaya serta durasi proyek konstruksi <i>Fiber to The Mobile</i> Lokasi BTS BDS777 Site Sukamaju

Who	Tim proyek konstruksi <i>Fiber to The Mobile</i> Lokasi BTS BDS777 Site Sukamaju
How	Melakukan perhitungan estimasi biaya dan durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek dengan menggunakan metode <i>Earned Value Management</i>

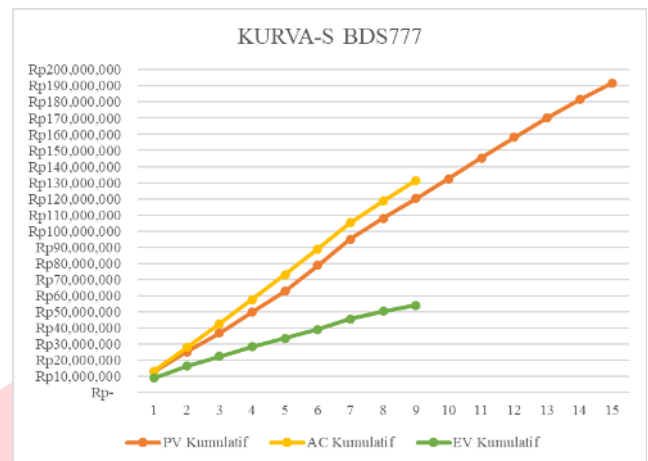
7	Rp6,349,200	Rp45,551,000
8	Rp4,828,500	Rp50,379,500
9	Rp3,675,000	Rp54,054,500

A. *Planned Value*

Tabel 2 merupakan hasil rekapitulasi nilai dari *planned value* mulai dari minggu ke-1 hingga ke-15 pada proyek konstruksi BTS BDS777.

TABEL 2
Rekapitulasi Nilai *Planned Value*

Minggu Ke-	PV	PV Kumulatif
1	Rp12,950,000	Rp12,950,000
2	Rp12,130,000	Rp25,080,000
3	Rp11,908,000	Rp36,988,000
4	Rp12,897,000	Rp49,885,000
5	Rp13,025,000	Rp62,910,000
6	Rp15,751,000	Rp78,661,000
7	Rp16,280,000	Rp94,941,000
8	Rp13,050,000	Rp107,991,000
9	Rp12,250,000	Rp120,241,000
10	Rp12,277,000	Rp132,518,000
11	Rp12,950,000	Rp145,468,000
12	Rp12,700,000	Rp158,168,000
13	Rp11,950,000	Rp170,118,000
14	Rp11,450,000	Rp181,568,000
15	Rp10,256,000	Rp191,824,000



GAMBAR 5
Perbandingan PV, AC dan EV

Gambar 5 merupakan grafik perbandingan antara nilai *planned value*, *actual cost*, dan *earned value*. Berdasarkan grafik tersebut, dapat diketahui bahwa nilai *actual cost* minggu ke-1 hingga minggu ke-9 berada di atas nilai *planned value* yang menandakan bahwa biaya yang telah dikeluarkan untuk pekerjaan hingga minggu ke-9 sudah melebihi anggaran resmi yang telah ditetapkan sebelumnya. Selain itu berdasarkan grafik tersebut juga dapat diketahui bahwa nilai *earned value* minggu ke-1 hingga minggu ke-9 berada di bawah nilai *planned value*. Adapun nilai keseluruhan dari *planned value* adalah sebesar Rp191,824,000, nilai keseluruhan dari *actual cost* hingga minggu ke-9 adalah sebesar Rp131,320,000, dan nilai keseluruhan dari *earned value* hingga minggu ke-9 adalah sebesar Rp54,054,500.

B. *Actual Cost*

Tabel 3 merupakan hasil rekapitulasi nilai dari *actual cost* mulai dari minggu ke-1 hingga ke-9 pada proyek konstruksi BTS BDS777.

TABEL 3
Rekapitulasi Nilai *Actual Cost*

Minggu Ke-	AC	AC Kumulatif
1	Rp13,250,000	Rp13,250,000
2	Rp14,575,000	Rp27,825,000
3	Rp14,760,000	Rp42,585,000
4	Rp15,045,000	Rp57,630,000
5	Rp15,425,000	Rp73,055,000
6	Rp15,950,000	Rp89,005,000
7	Rp16,185,000	Rp105,190,000
8	Rp13,485,000	Rp118,675,000
9	Rp12,645,000	Rp131,320,000

D. *Cost Variance*

Tabel 5 merupakan hasil rekapitulasi nilai dari *cost variance* mulai dari minggu ke-1 hingga ke-9 pada proyek konstruksi BTS BDS777.

TABEL 5
Rekapitulasi Nilai *Cost Variance*

Minggu Ke-	AC Kumulatif	EV Kumulatif	Cost Variance
1	Rp13,250,000	Rp9,065,000	-Rp4,185,000
2	Rp27,825,000	Rp16,343,000	-Rp11,482,000
3	Rp42,585,000	Rp22,416,080	-Rp20,168,920
4	Rp57,630,000	Rp28,348,700	-Rp29,281,300
5	Rp73,055,000	Rp33,688,950	-Rp39,366,050
6	Rp89,005,000	Rp39,201,800	-Rp49,803,200
7	Rp105,190,000	Rp45,551,000	-Rp59,639,000
8	Rp118,675,000	Rp50,379,500	-Rp68,295,500
9	Rp131,320,000	Rp54,054,500	-Rp77,265,500

C. *Earned Value*

Tabel 4 merupakan hasil rekapitulasi nilai dari *earned value* mulai dari minggu ke-1 hingga ke-9 pada proyek konstruksi BTS BDS777.

TABEL 4
Rekapitulasi Nilai *Earned Value*

Minggu Ke-	EV	EV Kumulatif
1	Rp9,065,000	Rp9,065,000
2	Rp7,278,000	Rp16,343,000
3	Rp6,073,080	Rp22,416,080
4	Rp5,932,620	Rp28,348,700
5	Rp5,340,250	Rp33,688,950
6	Rp5,512,850	Rp39,201,800

Berdasarkan hasil rekapitulasi nilai *cost variance*, dapat diketahui bahwa nilai dari *cost variance* pada minggu ke-9 adalah sebesar -Rp77,265,500. Hal ini menandakan bahwa biaya yang telah dikeluarkan lebih besar (*overbudget*) dari perencanaan anggaran biaya awal.

E. Schedule Variance

Tabel 6 merupakan hasil rekapitulasi nilai dari *schedule variance* mulai dari minggu ke-1 hingga ke-9 pada proyek konstruksi BTS BDS777.

TABEL 6
Rekapitulasi Nilai *Schedule Variance*

Minggu Ke-	PV Kumulatif	EV Kumulatif	<i>Schedule Variance</i>
1	Rp12,950,000	Rp9,065,000	-Rp3,885,000
2	Rp25,080,000	Rp16,343,000	-Rp8,737,000
3	Rp36,988,000	Rp22,416,080	-Rp14,571,920
4	Rp49,885,000	Rp28,348,700	-Rp21,536,300
5	Rp62,910,000	Rp33,688,950	-Rp29,221,050
6	Rp78,661,000	Rp39,201,800	-Rp39,459,200
7	Rp94,941,000	Rp45,551,000	-Rp49,390,000
8	Rp107,991,000	Rp50,379,500	-Rp57,611,500
9	Rp120,241,000	Rp54,054,500	-Rp66,186,500

Berdasarkan hasil rekapitulasi nilai *schedule variance*, dapat diketahui bahwa nilai dari *schedule variance* pada minggu ke-9 adalah sebesar -Rp66,186,500. Hal ini menandakan bahwa hasil yang sudah diselesaikan lebih sedikit (*behind schedule*) dan proyek berpotensi mengalami keterlambatan.

F. Cost Performance Index

Tabel 7 merupakan hasil rekapitulasi nilai dari *cost performance index* mulai dari minggu ke-1 hingga ke-9 pada proyek konstruksi BTS BDS777.

TABEL 7
Rekapitulasi Nilai *Cost Performance Index*

Minggu Ke-	AC Kumulatif	EV Kumulatif	<i>Cost Performance Index</i>
1	Rp13,250,000	Rp9,065,000	0.684150943
2	Rp27,825,000	Rp16,343,000	0.587349506
3	Rp42,585,000	Rp22,416,080	0.526384408
4	Rp57,630,000	Rp28,348,700	0.491908728
5	Rp73,055,000	Rp33,688,950	0.461145028
6	Rp89,005,000	Rp39,201,800	0.440444919
7	Rp105,190,000	Rp45,551,000	0.43303546
8	Rp118,675,000	Rp50,379,500	0.424516537
9	Rp131,320,000	Rp54,054,500	0.411624277

Berdasarkan hasil rekapitulasi nilai *cost performance index*, dapat diketahui bahwa nilai dari *cost performance index* pada minggu ke-9 adalah sebesar 0.411624277. Hal ini menandakan bahwa kinerja biaya buruk dan proyek mengeluarkan lebih banyak anggaran dibandingkan perencanaan anggaran biaya awal.

G. Schedule Performance Index

Tabel 8 merupakan hasil rekapitulasi nilai dari *schedule variance* mulai dari minggu ke-1 hingga ke-9 pada proyek konstruksi BTS BDS777.

TABEL 8
Rekapitulasi Nilai *Schedule Performance Index*

Minggu Ke-	PV Kumulatif	EV Kumulatif	<i>Schedule Performance Index</i>
1	Rp12,950,000	Rp9,065,000	0.7
2	Rp25,080,000	Rp16,343,000	0.651634769
3	Rp36,988,000	Rp22,416,080	0.606036552
4	Rp49,885,000	Rp28,348,700	0.568281046
5	Rp62,910,000	Rp33,688,950	0.535510253
6	Rp78,661,000	Rp39,201,800	0.498363865
7	Rp94,941,000	Rp45,551,000	0.479782181
8	Rp107,991,000	Rp50,379,500	0.466515728
9	Rp120,241,000	Rp54,054,500	0.449551318

Berdasarkan hasil rekapitulasi nilai *schedule performance index*, dapat diketahui bahwa nilai dari *schedule performance index* pada minggu ke-9 adalah sebesar 0.449551318. Hal ini menandakan bahwa kinerja jadwal buruk dan jadwal mengalami keterlambatan dibandingkan perencanaan jadwal awal.

H. Estimate at Completion

Terdapat tiga cara yang dapat digunakan untuk melakukan perhitungan *estimate at completion* (EAC), terdiri dari:

- Perkiraan EAC berdasarkan nilai CPI saat ini

$$EAC = \frac{BAC}{CPI}$$

$$EAC = \frac{Rp191,824,000}{0.411624277}$$

$$EAC = Rp466,017,217$$

- Perkiraan EAC berdasarkan anggaran yang dianggarkan

$$EAC = AC + (BAC - EV)$$

$$EAC = Rp131,320,000 + (Rp191,824,000 - Rp54,054,500)$$

$$EAC = Rp269,089,500$$

- Perkiraan EAC dengan mempertimbangkan faktor SPI dan CPI

$$EAC = AC + \left[\frac{BAC - EV}{CPI \times SPI} \right]$$

$$EAC = Rp131,320,000 + \left[\frac{Rp191,824,000 - Rp54,054,500}{0.411624277 - 0.449551318} \right]$$

$$EAC = Rp875,833,928$$

Berdasarkan ketiga cara perhitungan *estimate at completion*, cara perhitungan yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada proyek konstruksi BTS BDS777 adalah cara perhitungan kedua dengan hasil peramalan *estimate at completion* sebesar Rp269,089,500. Hal ini menandakan bahwa dibutuhkan biaya sebesar Rp269,089,500 untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek konstruksi BTS BDS777.

I. Estimate to Complete

Berikut ini merupakan perhitungan *estimate to complete* yang didasarkan pada beberapa asumsi nilai *estimate at complete*.

Perhitungan *estimate to complete* yang didasarkan pada asumsi nilai *estimate at completion* pertama

$$ETC = EAC - AC$$

$$ETC = Rp466,017,217 - Rp131,320,000$$

$$ETC = Rp334,697,217$$

Perhitungan *estimate to complete* yang didasarkan pada asumsi nilai *estimate at completion* kedua

$$ETC = EAC - AC$$

$$ETC = Rp269,089,500 - Rp131,320,000$$

$$ETC = Rp137,769,500$$

Perhitungan *estimate to complete* yang didasarkan pada asumsi nilai *estimate at completion* ketiga

$$ETC = EAC - AC$$

$$ETC = Rp875,833,928 - Rp131,320,000$$

$$ETC = Rp744,513,928$$

Berdasarkan ketiga asumsi perhitungan *estimate to complete*, asumsi yang digunakan untuk menyelesaikan peramalan pada proyek konstruksi BTS BDS777 adalah asumsi kedua dengan hasil peramalan *estimate to complete* sebesar Rp137,769,500. Hal ini menandakan bahwa biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan semua sisa pekerjaan proyek sebesar Rp137,769,500.

J. Variance at Completion

Berikut ini merupakan perhitungan *variance at completion* yang didasarkan pada beberapa asumsi nilai *estimate at completion*.

Perhitungan *variance at completion* yang didasarkan pada asumsi nilai *estimate at completion* pertama

$$VAC = BAC - EAC$$

$$VAC = Rp191,824,000 - Rp466,017,217$$

$$VAC = -Rp274,193,217$$

Perhitungan *variance at completion* yang didasarkan pada asumsi nilai *estimate at completion* kedua

$$VAC = BAC - EAC$$

$$VAC = Rp191,824,000 - Rp269,089,500$$

$$VAC = -Rp77,265,500$$

Perhitungan *variance at completion* yang didasarkan pada asumsi nilai *estimate at completion* ketiga

$$VAC = BAC - EAC$$

$$VAC = Rp191,824,000 - Rp875,833,928$$

$$VAC = -Rp684,009,928$$

Berdasarkan ketiga asumsi perhitungan *variance at completion*, asumsi yang digunakan untuk menyelesaikan peramalan pada proyek BTS BDS777 adalah asumsi kedua dengan hasil peramalan *variance at completion* sebesar -Rp77,265,500. Hal ini menandakan bahwa terdapat perbedaan biaya sebesar -Rp77,265,500 antara rancangan anggaran biaya awal dengan estimasi biaya akhir yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek.

K. To-Complete Performance Index

Terdapat dua cara yang dapat digunakan untuk melakukan perhitungan *to-complete performance index*, terdiri dari:

Efisiensi yang harus dipertahankan agar dapat diselesaikan sesuai rencana

$$TCPI = \frac{BAC - EV}{BAC - AC}$$

$$TCPI = \frac{Rp191,824,000 - Rp54,054,500}{Rp191,824,000 - Rp131,320,000}$$

$$TCPI = 2.277031271$$

Efisiensi yang harus dipertahankan untuk menyelesaikan EAC saat ini

$$TCPI = \frac{BAC - EV}{EAC - AC}$$

$$TCPI = \frac{Rp191,824,000 - Rp54,054,500}{Rp269,089,500 - Rp131,320,000}$$

$$TCPI = 1$$

Berdasarkan kedua cara perhitungan *to-complete performance index*, asumsi yang digunakan untuk menyelesaikan peramalan pada proyek konstruksi BTS BDS777 adalah perhitungan nilai TCPI yang didasarkan pada cara kedua dengan hasil peramalan *to-complete performance index* sebesar 1. Hal ini menandakan bahwa biaya proyek akan dilanjutkan dengan anggaran yang ada.

L. Estimate Temporary Schedule

Berikut ini merupakan perhitungan *estimate temporary schedule* yang didasarkan pada nilai *schedule performance index*.

$$ETS = \frac{\text{Sisa Waktu Penyelesaian Proyek Sesuai Rencana}}{\text{Schedule Performance Index}}$$

$$ETS = \frac{42}{0.449551318}$$

$$ETS = 93 \text{ Hari}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, dapat diketahui bahwa terdapat penambahan hari kerja sebanyak 93 hari kalender untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan yang tersisa.

M. Estimate All Schedule

Berikut ini merupakan perhitungan *estimate all schedule* yang didasarkan pada nilai *estimate temporary schedule*.

$$EAS = \text{Jumlah Waktu Yang Sudah Digunakan} + ETS$$

$$EAS = 63 + 93$$

$$EAS = 156 \text{ Hari}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, dapat diketahui bahwa dibutuhkan waktu selama 156 hari kalender untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek konstruksi BTS BDS777.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada keseluruhan tahap, dapat diketahui bahwa penyebab terjadi keterlambatan proyek konstruksi adalah ketidakmampuan tim proyek dalam menganalisis biaya dan durasi proyek. Selain itu penyebab dari keterlambatan tersebut juga disebabkan oleh terdapatnya perizinan pada proses pelaksanaan proyek yang menyebabkan proses pelaksanaan proyek harus tertunda.

Selain itu pada sisi kinerja biaya dapat diketahui bahwa hingga minggu ke-9, nilai *cost performance index* adalah sebesar 0.411624277. Hal ini menandakan bahwa kinerja biaya buruk dan proyek mengeluarkan lebih banyak anggaran dibandingkan perencanaan anggaran biaya awal. Pada sisi kinerja waktu dapat diketahui bahwa hingga minggu ke-9, nilai *schedule performance index* adalah sebesar 0.449551318. Hal ini menandakan bahwa kinerja jadwal buruk dan jadwal mengalami keterlambatan dibandingkan perencanaan jadwal awal.

Adapun nilai dari *estimate at completion* adalah sebesar Rp269,089,500, hal ini menandakan bahwa total biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek adalah sebesar Rp269,089,500. Adapun nilai dari *estimate to complete*

adalah sebesar Rp137,769,500, hal ini menandakan bahwa total biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan yang masih tersisa adalah sebesar Rp137,769,500. Adapun nilai dari *to-complete performance index* adalah sebesar 1, hal ini menandakan bahwa biaya proyek akan dilanjutkan dengan anggaran yang ada. Adapun nilai dari *estimate temporary schedule* adalah sebesar 93 hari, hal ini menandakan bahwa dibutuhkan penambahan hari sebanyak 93 hari untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan yang masih tersisa. Adapun nilai dari *estimate all schedule* adalah sebesar 156 hari, hal ini menandakan bahwa dibutuhkan 156 hari untuk menyelesaikan proyek.

REFERENSI

- [1] Agatha, K., & Dani, H. (2018). Pengendalian Biaya dan Jadwal Proyek dengan Menggunakan Nilai Hasil (Proyek Rehabilitasi Gedung X Gresik). *The Journal of Universitas Negeri Surabaya*, Vol 2 (No 2).
- [2] Andriyanto, A., & Putri, Y. E. A. (2021). Analisis Penyebab Kegagalan Pengiriman Barang Project 247 Atau Jenis SXQ Pada Divisi Operation Airfreight PT Cipta Krida Bahari Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA). *Jurnal Logistik Bisnis*, Vol 11 (No 1), pp. 7–13.
- [3] Castollani, A., & Puro, S. (2020). Analisis Biaya dan Waktu pada Proyek Apartemen Dengan Metode Earned Value Concept. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)*, Vol 3 (No 1), pp. 39–48.
- [4] Febriantoro, M. B., Susanto, S., & Siswanto, E. (2022). Meminimalisir Keterlambatan Waktu dan Pembengkakan Biaya Proyek Pembangunan Gedung Kecamatan Dongko, Trenggalek dengan Metode Nilai Hasil (Earned Value Method). *Jurnal Manajemen Teknologi Dan Teknik Sipil*, Vol 5 (No 1), pp. 105-118.
- [5] Hamrozi, M. N., & Adistana, G. A. Y. P. (2023). Pengendalian Biaya Dan Waktu Proyek Dengan Metode Earned Value (Studi Kasus: Pekerjaan Design And Build Interior Kantor Pusat PT Pelabuhan Indonesia III (PERSERO) Di Gedung Perkantoran Pelindo Place). *The Journal of Universitas Negeri Surabaya*, Vol 10 (No 2).
- [6] Hersanto, N. C. M., Adiningrum, N. N. T. R., & Sumarna, N. D. L. (2023). Analisis penyebab keterlambatan pengiriman barang pada Pos Express menggunakan metode six sigma. *Logistik*, Vol 16 (No 1), pp. 42–53.
- [7] Huqban, A., Madkarsan, P., & Suhendi, C. (2020). Analisis Keterlambatan Penyediaan Material Terhadap Ketepatan Waktu Pembangunan. *Jurnal Teslink*, Vol 1 (No 2), pp. 35–43.
- [8] Prastiyo, J. R. (2019). Analisa Nilai Hasil Terhadap Biaya Dan Waktu Pada Proyek Pembangunan Gedung SDN Manukan Kulon I, IV Surabaya. *The Journal of Universitas Negeri Surabaya*, Vol 2 (No 2).
- [9] Pratama, F. X. D., & Reswati, R. (2022). Analisis Penyebab Keterlambatan Waktu Penyelesaian Proyek Under Body Sealing (UBS) di PT. X dengan Metode RCA. *Jati Unik*, Vol 6 (No 1), pp. 45–61.
- [10] Project Management Institute. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide) Sixth Edition*. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- [11] Putra, M. R. (2021). Analisis Biaya Dan Waktu Dengan Metode Earned Value Pada Proyek Jumeirah Pecatu Beach Resort. *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, Vol 3 (No 2), pp. 68-79.
- [12] Somadi, S. (2020). Evaluasi Keterlambatan Pengiriman Barang dengan Menggunakan Metode Six Sigma. *Jurnal Logistik Indonesia*, Vol 4 (No 2), pp. 81–93.
- [13] Sulistyio, J. A. Y., & Nugroho, Y. A. (2022). Analisis Keterlambatan Pengiriman Paket Menggunakan Metode Six Sigma Di J&T Express DC Sleman Barat Yogyakarta. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, Vol 1 (No 6), pp. 1453–1468.
- [14] Suryanto, M. A. (2021). Analisa Nilai Hasil Terhadap Biaya Dan Waktu Pada Proyek Pekerjaan Mekanikal Elektrikal (Studi Kasus Pada Proyek Renovasi Tobacco Warehouse Pt. Karyadibya Mahardhika Purwosari). *Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Repository*.