

PENERAPAN DAN PEMBERIAN MILESTONE PADA METODE EARNED SCHEDULE UNTUK PENGENDALIAN PENJADWALAN PADA BEBERAPA PROYEK

Hanny Sampurna Lumanto¹, James Thomas Sutjiadi², Paulus Nugraha³

ABSTRAK : Metode *Earned Schedule* (ES) merupakan metode pengendalian jadwal pada proyek. Dalam perkembangannya ditemukan indikator tambahan, yaitu *Scheduled Variance at Completion* (SVAC) yang fungsinya adalah memberikan indikasi perkiraan durasi waktu bahwa proyek yang akan selesai lebih cepat atau lebih lambat dari jadwal rencana dan juga indikator *Forecast Scheduled Variance* (F-SV) yang acuannya bukan pada jadwal rencana, melainkan pada jadwal *milestone*. *Milestone* sendiri digunakan untuk menilai kemajuan proyek, biasanya dengan evaluasi karakteristik produk, pada titik interim yang signifikan terhadap proyek. Pada penelitian ini akan diterapkan pada 5 proyek. Dengan penambahan *milestone* pada metode *Earned Schedule* (ES) ini akan memberikan peringatan dini (*early warning*) yang lebih awal pada saat realisasi proyek.

KATA KUNCI: *earned schedule, milestone, early warning*

1. PENDAHULUAN

Ketika kinerja proyek sesuai sehingga hasil dengan fungsi yang diharapkan pada waktu dan harga yang disepakati antara owner dan kontraktor, hal itu dianggap berhasil (Lipke, 2012). Seiring berjalannya waktu dari penggunaan metode *earned value management* (EVM), ditemukanlah metode penyempurnaan dari metode tersebut yaitu metode *earned schedule* (ES). Metode ini memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode EVM dalam mengevaluasi performa waktu proyek serta memprediksikan waktu akhir proyek. Metode ES dalam penggunaannya juga mengalami perkembangan, salah satunya adalah dengan penambahan *milestone* ke dalam metode ini. Banyak proyek, terutama yang skalanya besar, menetapkan *milestone* dalam jadwal mereka.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Metode *Earned Schedule*

Metode *Earned Schedule* (ES) adalah lanjutan dari metode *Earned Value Management* (EVM). Selama keberadaannya, ES telah memberikan dampak yang besar pada manajemen proyek. Metode ini memberikan kemampuan kepada manajer proyek untuk menganalisa kinerja jadwal proyek (Lipke,2014). Metode ES menggunakan satuan waktu untuk menghitung pengendalian jadwal proyek, bukan satuan biaya seperti metode EVM. Metode ES masih menggunakan data BCWP dan BCWS untuk menghitung pengendalian jadwal proyek dengan cara membandingkan BCWP dengan BCWS. Konsep dasar dari menentukan ES yaitu menentukan waktu dimana BCWP harus sudah terjadi, dimana waktu aktual (AT) dihubungkan sehingga pada waktu BCWP sama dengan BCWS (Lipke,2014). Secara jelas ES dihitung dengan rumus:

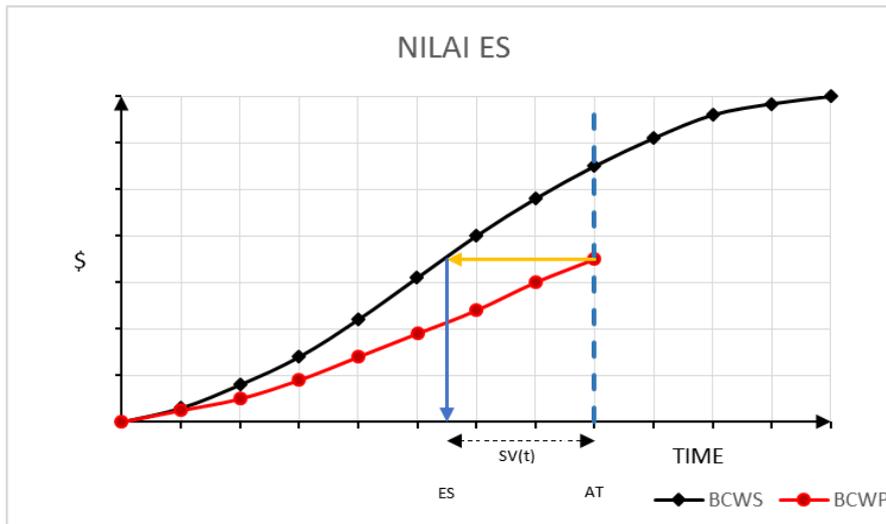
$$ES = C + I \quad (1)$$

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, m21414014@john.petra.ac.id

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, m21414105@john.petra.ac.id

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, pnugraha@petra.ac.id

Ilustrasi penjelasan dan perhitungan tersebut dapat dilihat pada **Gambar 1**.

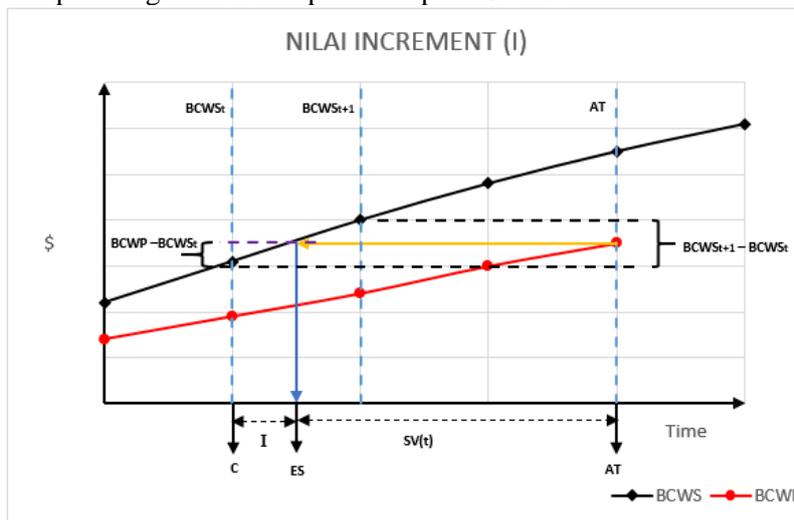


Gambar 1. Perhitungan Nilai ES

Nilai C merupakan angka bulat dari nilai bawah terdekat BCWS pada posisi terjadinya nilai ES, nilai I adalah nilai tambah yang merupakan perbandingan dari selisih nilai BCWP dan nilai bawah BCWS dengan selisih nilai atas dan bawah BCWS. Secara matematis perumusan nilai I sebagai berikut:

$$I = (BCWP - BCWS_t) / (BCWS_{t+1} - BCWS_t) \quad (2)$$

Ilustrasi penjelasan dan perhitungan tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Perhitungan Nilai I

Dalam metode ES terdapat indikator untuk menilai performa waktu, yaitu

$$\text{Schedule Variance (SV(t))} \quad : \quad SV(t) = ES - AT \quad (3)$$

$$\text{Schedule Performance Index (SPI(t))} \quad : \quad SPI(t) = ES / AT \quad (4)$$

Ketika hasil perhitungan varians adalah positif maka proyek telah berjalan lebih baik dari rencana, dan ketika nilainya adalah negatif maka proyek berjalan lebih buruk dari yang direncanakan. Indeks performa digunakan untuk menghitung efisiensi terhadap performa kerja. Ketika nilai indeks performa lebih dari 1.0 maka proyek telah bekerja dengan baik, tetapi bila nilai tersebut kurang dari 1.0 maka proyek perlu melakukan perbaikan performa.

2.1.1. Prediction

Memprediksi apa yang akan terjadi pada sebuah proyek sangatlah penting, sebab dapat menjadi acuan untuk mensikapi prediksi tersebut. Prediksi ini dapat dinyatakan dengan nilai *To Complete Schedule Performance* (TSPI), dimana:

$$TSPI = (PD - ES) / (ED - AT) \quad (5)$$

Nilai TSPI dapat menjadi *early warning* kepada proyek, dengan menjadi tiga(3) bagian, ketika nilai TSPI kurang atau sama dengan 1.0 maka durasi rencana dapat tercapai. Ketika nilai TSPI lebih dari 1.1 maka durasi rencana tidak dapat tercapai. Ketika nilai TSPI lebih dari 1.0 dan kurang atau sama dengan 1.1 maka proyek memerlukan *recovery*. Penjelasan nilai TSPI tersebut dijabarkan sebagai berikut:

$TSPI \leq 1.0$	Durasi rencana dapat tercapai
$TSPI \geq 1.1$	Durasi rencana tidak dapat tercapai
$1.0 \leq TSPI \leq 1.1$	Dibutuhkan <i>recovery</i>

2.1.2 Forecasting

Perkiraan durasi dapat ditentukan dengan menggunakan *Independent Estimate at Completion* (IEAC(t)). Perumusan *Independent Estimate at Completion* (IEAC(t)), dimana :

$$IEAC(t) = AT + (PD - ES) / SPI(t) \quad (6)$$

Dari hasil IEAC(t) berupa durasi proyek, maka dapat dihitung perkiraan tanggal proyek tersebut dapat diselesaikan dengan menggunakan *Independent Estimate at Completion Date* (IECD), dimana :

$$IECD = \text{Tanggal proyek dimulai} + IEAC(t) \quad (7)$$

2.1.3 Schedule Variance at Completion

Schedule variance at completion (SVAC) adalah indikator yang dapat memberikan indikasi perkiraan jumlah durasi waktu proyek yang akan diselesaikan sebelum atau di belakang jadwal Anbari (2011):

$$SVAC = PD - IEAC \quad (8)$$

Dalam persamaan ini, 0,0 menunjukkan bahwa proyek ini diharapkan akan selesai sesuai jadwal, nilai positif menunjukkan bahwa proyek ini diharapkan akan selesai lebih cepat dari jadwal dan nilai negatif menunjukkan bahwa proyek ini diharapkan akan selesai di belakang jadwal.

2.2. Pemberian Milestone

Milestone digunakan untuk menilai kemajuan proyek, biasanya dengan evaluasi produk karakteristik, pada titik interim yang signifikan terhadap proyek (Lipke, 2017). Penggunaan *milestone* berbeda dengan *earned schedule*, yang mana fokusnya tidak lagi pada penyelesaian proyek, namun pada titik tertentu yang signifikan, penting dan berpengaruh besar pada pencapaian nilai dalam kemajuan proyek. Biasanya *milestone* merupakan *big event* dalam proyek tersebut. Untuk membedakan pengukuran ES terkait dengan garis dasar *milestone*, maka diberikan symbol "M": $BCWS_M$, $BCWP_M$, dan ES_M . Juga, indikator kinerja jadwal *milestone* menggunakan simbol "M" untuk memisahkan mereka dari *earned schedule* proyek.

$$\text{Schedule Variance (SV(t))} \quad : \text{SV(t)}_m = ES - AT \quad (9)$$

$$\text{Schedule Performance Index (SPI(t))} \quad : \text{SPI(t)}_m = ES / AT \quad (10)$$

2.2.1 Forecasting dan Prediction Milestone

Forecasting dan rumus prediksi membutuhkan modifikasi untuk aplikasi *milestone*. Dari yang sebelumnya pada *earned schedule* yaitu pada penyelesaian proyek, untuk kali ini yang diinginkan adalah pada *milestone*. Dengan demikian, durasi yang digunakan dalam rumus harus berubah dari durasi proyek (PD) menjadi durasi *milestone* (MD). Dengan mengganti MD untuk PD, rumus menjadi:

$$TSPI_M = (MD - ES_M) / (MD \text{ or } ED_M - AT) \quad (11)$$

$$IEAC(t)_M = AT + (MD - ES_M) / SPI(t) \quad (12)$$

Forecast menunjukkan berapa hari proyek tersebut di depan atau di belakang terhadap durasi jadwal dari *milestone*. Selain itu, manajer proyek dapat mengetahui jumlah durasi waktu antara sekarang dan tanggal *milestone*, dan menjadi peluang untuk mengoreksi atau membuat perkiraan. *Forecast Scheduled Variance*, F-SV (t), untuk *milestone* dihitung menggunakan rumus berikut ini:

$$F-SV(t) = MD - IEAC(t)_M \quad (13)$$

3. HASIL PERHITUNGAN

Diteliti salah satu proyek yang berada di Surabaya. Proyek dilaksanakan oleh satu kontraktor utama serta diawasi oleh satu konsultan pengawas. Pada awalnya, pelaksanaan konstruksi dimulai pada bulan Februari 2015 dan direncanakan selesai pada awal bulan Juli 2016 (18 bulan). Hasil perhitungan metode ES dan ES proyek tersebut dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Metode ES dan Milestone

PERHITUNGAN EARNED SCHEDULE DAN MILESTONE													
DATA YANG DITERIMA				ES						MILESTONE			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
THN	BLN	AT (MINGGU)	BCWP	BCWS	ES	SPI(t)	SV(t)	IEAC(t)	IECD	SVAC (hari)	TSPI	F-SV (hari)	TSPIm
2015	FEB	1	0.009	0.008	1.084	1.084	0.084	66.44	29-May-16	39	0.999	32	0.999
		2	0.017	0.016	2.168	1.084	0.168	66.43	29-May-16	39	0.998	32	0.997
	MAR	3	0.026	0.024	3.250	1.083	0.250	66.47	29-May-16	39	0.996	32	0.996
		4	0.034	0.032	4.327	1.082	0.327	66.56	29-May-16	38	0.995	32	0.994
		5	0.043	0.039	5.402	1.080	0.402	66.64	30-May-16	38	0.994	31	0.993
		6	0.051	0.047	6.478	1.080	0.478	66.69	30-May-16	37	0.993	31	0.991
	APR	7	0.061	0.055	7.828	1.118	0.828	64.39	14-May-16	53	0.987	44	0.984
		8	0.071	0.062	9.058	1.132	1.058	63.59	09-May-16	59	0.983	49	0.980
		9	0.081	0.071	21.596	2.400	12.596	30.01	17-Sep-15	294	0.800	245	0.753
		10	0.091	0.078	23.610	2.361	13.610	30.50	20-Sep-15	291	0.780	242	0.728
	MAY	11	0.094	0.078	24.200	2.200	13.200	32.73	06-Oct-15	275	0.784	229	0.731
		12	0.097	0.078	24.794	2.066	12.794	34.85	20-Oct-15	260	0.787	217	0.733
		13	0.100	0.078	25.301	1.946	12.301	36.99	04-Nov-15	245	0.792	204	0.738
		14	0.100	0.078	25.301	1.807	11.301	39.84	24-Nov-15	225	0.805	188	0.754
		15	0.101	0.078	25.433	1.696	10.433	42.47	13-Dec-15	207	0.817	172	0.768
	JUN	16	0.101	0.078	25.563	1.598	9.563	45.07	31-Dec-15	189	0.829	157	0.783
		17	0.102	0.078	25.694	1.511	8.694	47.64	18-Jan-16	171	0.842	142	0.798
		18	0.103	0.078	25.824	1.435	7.824	50.19	05-Feb-16	153	0.855	127	0.814
	JUL	19	0.104	0.078	25.954	1.366	6.954	52.71	22-Feb-16	135	0.869	113	0.830
		20	0.104	0.078	25.954	1.298	5.954	55.48	13-Mar-16	116	0.885	96	0.851
		21	0.105	0.078	26.077	1.242	5.077	57.98	30-Mar-16	98	0.900	82	0.870
		22	0.105	0.083	26.200	1.191	4.200	60.46	17-Apr-16	81	0.916	67	0.889
		23	0.106	0.088	26.323	1.144	3.323	62.91	04-May-16	64	0.932	53	0.910
	AUG	24	0.107	0.093	26.487	1.104	2.487	65.24	20-May-16	47	0.948	39	0.931
		25	0.114	0.098	27.518	1.101	2.518	65.41	21-May-16	46	0.946	38	0.928
		26	0.123	0.104	29.024	1.116	3.024	64.50	15-May-16	53	0.934	44	0.911
		27	0.141	0.111	31.616	1.171	4.616	61.49	24-Apr-16	74	0.897	61	0.860
		28	0.156	0.117	33.421	1.194	5.421	60.32	16-Apr-16	82	0.877	68	0.831
		29	0.171	0.123	34.901	1.203	5.901	59.83	12-Apr-16	85	0.863	71	0.810
	SEP	30	0.186	0.129	36.456	1.215	6.456	59.25	08-Apr-16	89	0.846	74	0.785
		31	0.201	0.136	37.682	1.216	6.682	59.23	08-Apr-16	89	0.837	74	0.770
		32	0.217	0.144	38.721	1.210	6.721	59.50	10-Apr-16	87	0.832	73	0.760
		33	0.243	0.151	39.864	1.208	6.864	59.60	11-Apr-16	87	0.824	72	0.746

Tabel 1. Hasil Perhitungan Metode ES dan Milestone (Lanjutan)

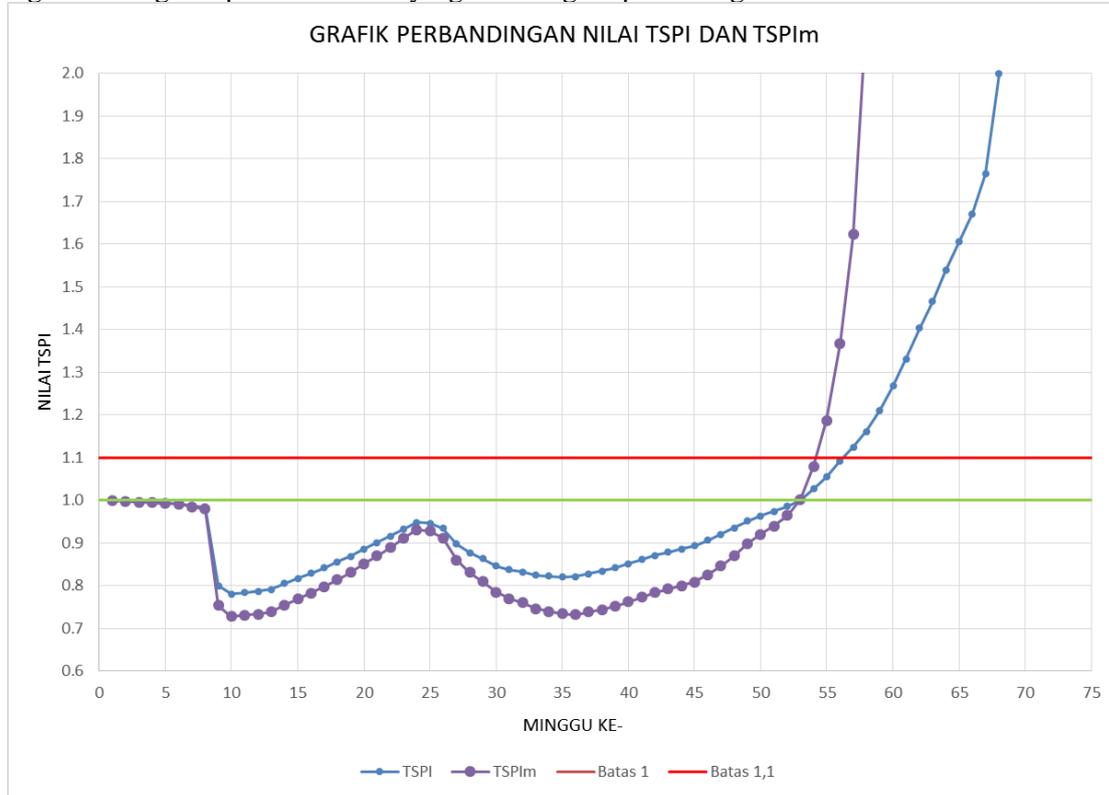
PERHITUNGAN EARNED SCHEDULE DAN MILESTONE													
DATA YANG DITERIMA					ES							MILESTONE	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
THN	BLN	AT (MINGGU)	BCWP	BCWS	ES	SPI(t)	SV(t)	IEAC(t)	IECD	SVAC (hari)	TSPI	F-SV (hari)	TSPIm
2015	OKT	34	0.270	0.162	40.765	1.199	6.765	60.05	14-Apr-16	84	0.822	70	0.740
		35	0.296	0.172	41.653	1.190	6.653	60.50	17-Apr-16	81	0.820	67	0.734
		36	0.322	0.182	42.432	1.179	6.432	61.09	21-Apr-16	76	0.821	64	0.732
		37	0.345	0.191	43.029	1.163	6.029	61.91	27-Apr-16	71	0.828	59	0.738
	NOV	38	0.367	0.206	43.632	1.148	5.632	62.71	02-May-16	65	0.834	54	0.744
		39	0.389	0.221	44.215	1.134	5.215	63.51	08-May-16	59	0.842	50	0.752
		40	0.412	0.247	44.768	1.119	4.768	64.33	14-May-16	54	0.851	45	0.762
		41	0.433	0.277	45.321	1.105	4.321	65.14	19-May-16	48	0.861	40	0.773
	DES	42	0.455	0.306	45.888	1.093	3.888	65.90	25-May-16	43	0.870	36	0.784
		43	0.477	0.344	46.533	1.082	3.533	66.53	29-May-16	38	0.878	32	0.792
		44	0.498	0.381	47.201	1.073	3.201	67.12	02-Jun-16	34	0.886	28	0.800
		45	0.520	0.421	47.877	1.064	2.877	67.67	06-Jun-16	30	0.893	25	0.808
2016	JAN	46	0.538	0.459	48.439	1.053	2.439	68.37	11-Jun-16	25	0.906	21	0.826
		47	0.556	0.492	48.998	1.043	1.998	69.06	16-Jun-16	21	0.920	17	0.846
		48	0.575	0.524	49.564	1.033	1.564	69.73	21-Jun-16	16	0.935	13	0.870
		49	0.593	0.556	50.116	1.023	1.116	70.40	25-Jun-16	11	0.951	9	0.899
	FEB	50	0.618	0.589	50.800	1.016	0.800	70.87	29-Jun-16	8	0.964	7	0.920
		51	0.642	0.625	51.548	1.011	0.548	71.24	01-Jul-16	5	0.974	4	0.939
		52	0.667	0.657	52.290	1.006	0.290	71.60	04-Jul-16	3	0.986	2	0.964
		53	0.692	0.692	52.987	1.000	-0.013	72.02	07-Jul-16	0	1.001	0	1.002
	MAR	54	0.708	0.723	53.526	0.991	-0.474	72.64	11-Jul-16	-4	1.026	-4	1.079
		55	0.725	0.754	54.066	0.983	-0.934	73.24	15-Jul-16	-9	1.055	-7	1.187
		56	0.741	0.781	54.530	0.974	-1.470	73.94	20-Jul-16	-14	1.092	-11	1.368
		57	0.757	0.808	55.132	0.967	-1.868	74.44	24-Jul-16	-17	1.125	-14	1.623
APR	58	0.774	0.831	55.739	0.961	-2.261	74.92	27-Jul-16	-20	1.162	-17	2.131	
	59	0.788	0.854	56.262	0.954	-2.738	75.50	31-Jul-16	-25	1.211	-20	3.738	
	60	0.802	0.875	56.785	0.946	-3.215	76.08	04-Aug-16	-29	1.268	-24	TSPIm	
	61	0.816	0.891	57.358	0.940	-3.642	76.57	08-Aug-16	-32	1.331			
MEI	62	0.830	0.907	57.966	0.935	-4.034	77.01	11-Aug-16	-35	1.403			
	63	0.849	0.922	58.807	0.933	-4.193	77.13	11-Aug-16	-36	1.466			
	64	0.868	0.940	59.692	0.933	-4.308	77.20	12-Aug-16	-36	1.538			
	65	0.887	0.958	60.758	0.935	-4.242	77.03	11-Aug-16	-35	1.606			
JUN	66	0.906	0.970	61.973	0.939	-4.027	76.68	08-Aug-16	-33	1.671			
	67	0.925	0.978	63.175	0.943	-3.825	76.36	06-Aug-16	-31	1.765			
	68	0.940	0.986	64.004	0.941	-3.996	76.50	07-Aug-16	-31	1.999			
	69	0.955	0.992	64.855	0.940	-4.145	76.60	08-Aug-16	-32	2.382			
JUN	70	0.970	0.995	65.975	0.942	-4.025	76.39	06-Aug-16	-31	3.013			
	71	0.985	0.998	67.927	0.957	-3.073	75.26	29-Jul-16	-23	4.073			
	72	1.000	1.000	72.000	1.000	0.000	72.00	07-Jul-16	0	TSPI			

4. HASIL DAN ANALISIS

Sesuai pada Tabel 1 metode ES memberi laporan, nilai SV(t) pada minggu ke-53 bernilai negatif mengindikasikan bahwa proyek Gloria mulai mengalami keterlambatan. Sedangkan nilai SPI(t) bernilai di bawah satu semenjak minggu ke-54 menjadi indikasi tambahan bahwa proyek mengalami keterlambatan. Begitu pula TSPI(t) bernilai 1,002 ; 1,026 ; 1,055 ; 1,088 secara berturut-turut dari minggu ke-53 hingga minggu ke-56, dimana menurut teori angka tersebut masih berada di zona yang memungkinkan dilakukan *recovery* ($1 \leq TSPI \leq 1,1$). Begitu pula pada realitanya di proyek pada minggu ke-54 realisasi proyek mulai terlambat bila dibandingkan dengan perencanaan. Metode Milestone memberi laporan, Dari minggu ke-1 hingga minggu ke- 52 nilai indikator TSPI(t) berada di bawah satu yang mengartikan proyek tersebut masih berjalan dengan baik. Pada minggu ke-53 TSPI(t) bernilai 1,002 ; 1,079 secara berturut-turut dari minggu ke-53 hingga minggu ke-54, dimana menurut teori angka tersebut masih berada di zona yang memungkinkan dilakukan *recovery* ($1 \leq TSPI \leq 1,1$). Begitu pula pada realitanya di proyek pada minggu ke-54 realisasi proyek mulai terlambat bila dibandingkan dengan perencanaan, pada minggu ke-55 indikator TSPI(t) bernilai 1,187 yang mana menurut teori angka tersebut telah melewati ambang batas ($TSPI > 1,1$) yang berarti durasi rencana

tidak dapat tercapai. Sehingga proyek tersebut memerlukan tambahan waktu atau *rescheduling*. Dan didapatkan pula rata-rata nilai F-SV dari minggu ke-1 hingga minggu ke-60 sebesar 63,01 hari.

Pada **Tabel 1** ditunjukkan nilai TSPI sebagai indikator peringatan keterlambatan, Sesuai tabel tersebut, digambarkan grafik pada **Gambar 4** yang menerangkan perbandingan nilai TSPI dan TSPI_m



Gambar 4. Perbandingan TSPI dan TSPI_m

Gambar 4 menggambarkan 2 grafik yang berwarna biru dan ungu. Masing-masing grafik tersebut menggambarkan nilai TSPI dan TSPI_m. Terlihat bahwa TSPI_m memberikan peringatan uang lebih awal.

5. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan terhadap metode ES dan penambahan milestone. Kesimpulan yang pertama adalah kinerja indikator F-SV lebih baik dibandingkan indikator SVAC, dalam memberikan perkiraan secara aman durasi cepat lambat dibanding jadwal rencana proyek. Kesimpulan kedua yaitu penambahan *milestone* dapat mengevaluasi dan memberikan pengendalian jadwal proyek dengan peringatan dini lebih awal dibandingkan metode earned schedule.

6. DAFTAR REFERENSI

- Lipke, W. (2012). *Schedule Adherence and Rework*. PMI Oklahoma City, USA, 1–5
- Lipke, W. (2014). *Introduction to Earned Schedule*. PMI Oklahoma City, USA, Vol. 3, Issue 11, 1–11.
- Lipke, W. (2017). *Forecasting Schedule Variance Using Earned Schedule*. PMI Oklahoma City, USA, Vol. 6, Issue 2, 1–9.