

PENGANTAR APLIKASI PENGGUNAAN EARN VALUE MANAGEMENT (EVM) DAN EARNED SCHEDULE (ES) DI DALAM MENGEVALUASI PERFORMA PROYEK

ABSTRAK

Artikel ini memberikan pengantar ringkas tentang konsep dasar *Earned Value Management* (EVM) dan *Earned Schedule* (ES) dalam manajemen proyek. *Earned Value Management* adalah pendekatan sistematis yang mengintegrasikan ruang lingkup, jadwal, dan biaya proyek, yang menawarkan metode terstruktur untuk menilai kinerja proyek. *Earned Schedule* memperluas EVM dengan berfokus secara khusus pada metrik jadwal. Abstrak ini menguraikan prinsip-prinsip dasar *Earned Value Management*, menjelaskan bagaimana metode ini membantu manajer proyek melacak kemajuan dan kinerja proyek. Kemudian memperkenalkan *Earned Schedule* sebagai perpanjangan dari EVM, yang menekankan perannya dalam menilai aspek-aspek yang berhubungan dengan jadwal proyek. Dengan memahami konsep dasar *Earned Value Management* dan *Earned Schedule*, praktisi proyek dapat memperoleh wawasan tentang pemantauan dan pengendalian proyek yang efektif, yang mengarah pada pengambilan keputusan yang lebih baik dan hasil proyek yang sukses.

Kata Kunci : *Earned Value Management, Earned Schedule, EVM, ES, Evaluasi Performa Proyek, Project Performance Measurement,*

Klasifikasi Jel : D01,D24

1. Pendahuluan

Menurut *PMBOK (Project Management Body of Knowledge) Guide, 7th edition* (2021), Proyek (*Project*) adalah upaya sementara yang dilakukan untuk menciptakan produk, layanan, atau hasil yang unik dimana sifat sementara dari proyek ini menunjukkan awal dan akhir dari pekerjaan proyek atau fase pekerjaan proyek. Proyek juga dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan suatu produk yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas (Seoharto, 1995). Kondisi suatu proyek dipengaruhi berbagai macam faktor sehingga suatu proyek akan berbeda dengan proyek-proyek yang lainnya. Untuk tercapainya tujuan dari suatu proyek, dibutuhkan suatu bentuk Pengendalian, umumnya disebut dengan istilah Pengendalian proyek (*Project Control*) guna mencapai tujuan dari Ruang Lingkup (*Scope*) dengan memastikan tidak terjadinya keterlambatan pelaksanaan proyek dari yang jadwal (*Schedule*) dan atau mencegah terjadinya penggunaan sumber daya (*Resources*) secara berlebihan dari yang telah direncanakan sebelumnya.

Salah satu metodologi yang dapat digunakan untuk melakukan pengendalian proyek adalah Manajemen Nilai Hasil atau umumnya disebut *Earned Value Management*. *Earned Value Management* (EVM) adalah metodologi manajemen untuk mengintegrasikan ruang lingkup (*Scope*), jadwal, dan sumber daya, untuk mengukur kinerja dan kemajuan proyek secara obyektif; dan untuk meramalkan hasil proyek (PMI, 2011). *Earned Value Management* merupakan metodologi manajemen proyek yang canggih dan terintegrasi dimana menjadi landasan dalam memonitor, mengendalikan, dan menilai kinerja proyek secara efektif. Awalnya dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat pada tahun 1960-an, EVM telah digunakan secara luas di berbagai industri karena kemampuannya untuk

memberikan wawasan yang komprehensif mengenai biaya, jadwal, dan aspek kinerja proyek. Pada intinya, EVM berupaya menjembatani kesenjangan antara nilai yang direncanakan (*Planned Value*), biaya aktual (*Actual Cost*), dan nilai yang diperoleh (*Earned Value*), dimana nilai-nilai tersebut nantinya dikalkulasi lebih lanjut dengan formulasi-formulasi tertentu yang menghasilkan indikator-indikator tertentu menjadi suatu metrik yang dapat mengukur kinerja dari sebuah proyek. Metrik yang merupakan keluaran dari indikator-indikator dapat menjadi suatu *early warning system* bagi seorang manajer proyek didalam mengambil keputusan saat menjalankan proyeknya. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa metodologi ini menawarkan kepada manajer proyek pendekatan yang dinamis dan berbasis data untuk pengendalian proyek.

EVM mengukur kinerja dari suatu dalam biaya, yaitu satuan mata uang (dalam hal ini Rupiah). Dari sini kemudian menemukan suatu keterbatasan dari EVM, yaitu hanya nilai metrik biaya yang dapat menghasilkan gambaran kinerja biaya dari proyek tersebut secara efektif selama proyek, sedangkan untuk metrik waktu yang mengambarkan kinerja biaya hanya dapat bekerja secara efektif pada dua pertiga masa pelaksanaan proyek. Hal yang umumnya terjadi adalah nilai indikator menunjukkan bahwa proyek tersebut memiliki kinerja jadwal yang sempurna walaupun pada kenyataan proyek tersebut terlambat pelaksanaannya.

Untuk menanggulangi keterbatasan tersebut, pada tahun 2003, didalam tulisannya yang berjudul "*Schedule is Different*", Walt Ripley mengenalkan metodologi *Earned Schedule* (ES). *Earned Schedule* (ES) merupakan ekstensi dari *Earned Value Management* (EVM), yang memperkenalkan fokus khusus pada metrik terkait jadwal untuk meningkatkan penjadwalan proyek dan evaluasi kinerja. *Earned Schedule* memberikan fokus pada dimensi temporal pelaksanaan proyek. Metodologi ini berusaha menjawab pertanyaan penting dalam manajemen proyek, dengan menawarkan metrik khusus yang menilai kinerja jadwal, *Earned Schedule* memberikan manajer proyek alat untuk secara proaktif mengelola dan mengurangi variansi jadwal di seluruh siklus hidup proyek.

Penerapan *Earned Value Management* dan *Earned Schedule* yang merupakan ekstensinya, didalam proyek bukan tanpa tantangan. Salah satu kesulitan utama terletak pada kompleksitas dan kurva pembelajaran yang terkait dengan EVM dan ES. Metodologi ini melibatkan serangkaian formula, metrik, dan terminologi yang mungkin tidak dikenal oleh tim proyek, terutama mereka yang baru mengenal pendekatan ini. Maka dari itu tujuan penelitian ini untuk memberikan contoh penerapan *Earned Value Management* dan *Earned Schedule*. Diharapkan tulisan ini dapat memberikan gambaran yang dapat digunakan untuk pembelajaran didalam menerapkan kedua metodologi tersebut.

2. Latar Belakang

Earned Value Management (EVM) adalah salah satu metodologi yang digunakana oleh manajer proyek untuk membantu dalam membuat keputusan berbasis bukti tentang ruang lingkup proyek, sumber daya, dan biaya; sebagai hasilnya, metode ini mendukung pengendalian dan pengawasan biaya proyek yang efektif. EVM memberikan kemampuan kepada penggunanya untuk memvisualisasikan status biaya proyek di sepanjang siklus hidup proyek sehingga proyek dapat dilakukan secara lebih efektif. Dalam bentuk aslinya, EVM digunakan untuk mengevaluasi kinerja proyek dan memperkirakan biaya proyek pada saat penyelesaian. Data EVM umumnya tidak digunakan untuk memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas, paket kerja, atau proyek, atau untuk memperkirakan tanggal penyelesaiannya. Teknik analisis jaringan jadwal proyek, seperti metode *Critical Path Method* (CPM), telah digunakan secara luas untuk mengevaluasi kinerja jadwal proyek dan

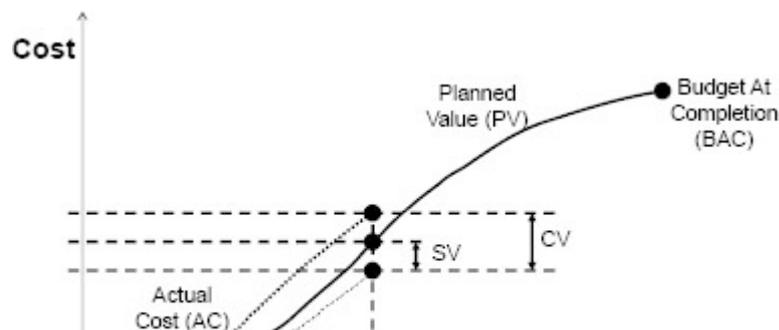
perkiraan waktu penyelesaian. Namun, EVM dan CPM didasarkan pada asumsi yang berbeda tentang masa depan dan menggunakannya secara bersamaan dapat menyebabkan manajer proyek membuat keputusan yang salah tentang proyek. Ekstensi untuk EVM telah dikembangkan untuk menggunakan data EVM untuk penilaian dan prakiraan kinerja jadwal. Konsep *Earned Schedule* (ES) memungkinkan metrik EVM diubah menjadi metrik waktu atau durasi untuk meningkatkan evaluasi kinerja jadwal proyek dan memperkirakan durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Jika dikombinasikan dengan analisis jadwal yang tepat, pendekatan ini dapat meningkatkan pemahaman manajer proyek tentang perkiraan waktu penyelesaian proyek, dan memberikan wawasan lebih lanjut untuk membuat keputusan yang lebih baik tentang jadwal proyek dan parameter terkait lainnya.

Penggunaan EVM di industri dan dukungan paket *software* manajemen proyek yang populer telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Rincian metode ini disediakan dalam Practice Standard for Earned Value Management—Second Edition (Project Management Institute, 2011) dan dalam sumber-sumber lain (Anbari, 2003; Asosiasi Manajemen Proyek, 2006; Humphreys, 2002; Kerzner, 2009; Project Management Institute, 2008; Turner, 2009; Turner, Huemann, Anbari, & Bredillet, 2010). Terdapat tingkat penerimaan yang tinggi di antara pengguna EVM, yang cenderung setuju bahwa EVM dapat meningkatkan kinerja biaya, jadwal, dan teknis proyek mereka. Pihak yang tidak percaya pada EVM menyatakan bahwa metode ini sulit untuk digunakan, metode ini hanya berlaku untuk proyek-proyek yang sangat besar (Fleming & Koppelman, 2010; Kim, Wells, & Duffey, 2003). Anbari, (2003), Kwak dan Anbari (2010), Turner (2009), dan Turner dkk. (2010) menunjukkan bagaimana metode ini dapat disederhanakan dan diimplementasikan secara efektif dengan tetap mempertahankan fitur-fitur esensialnya. Minat terhadap EVM dan penggunaannya dalam berbagai jenis proyek berkembang secara global, terutama di sektor publik, khususnya di Australia, Jepang, Swedia, Inggris, dan Amerika Serikat. ES merupakan ekstensi dari EVM yang bernilai, tidak memerlukan pengumpulan data tambahan, dan memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai jadwal proyek dan perkiraan hasilnya. Namun, penggunaan ES masih sangat terbatas dalam praktiknya

3. *Earned Value Management* (EVM) dan Konsep ES (*Earned Schedule*)

3.1. Elemen-Elemen dari *Earned Value Management* (EVM) ES (*Earned Schedule*)

Anbari(2012) menjelaskan bahwa *Earned Value Management* (EVM) mengintegrasikan tiga elemen penting dalam manajemen proyek: manajemen ruang lingkup (*Scope Management*), manajemen biaya (*Cost Management*), dan manajemen waktu (*Time Management*). Hal ini membutuhkan pemantauan berkala terhadap pengeluaran aktual dan jumlah pekerjaan yang telah dilakukan yang dinyatakan dalam unit biaya. Untuk menentukan kinerja biaya, EVM membandingkan berapa banyak biaya yang telah dihabiskan dengan apa yang direncanakan untuk dihabiskan, untuk melakukan pekerjaan yang telah kita lakukan. Untuk menentukan



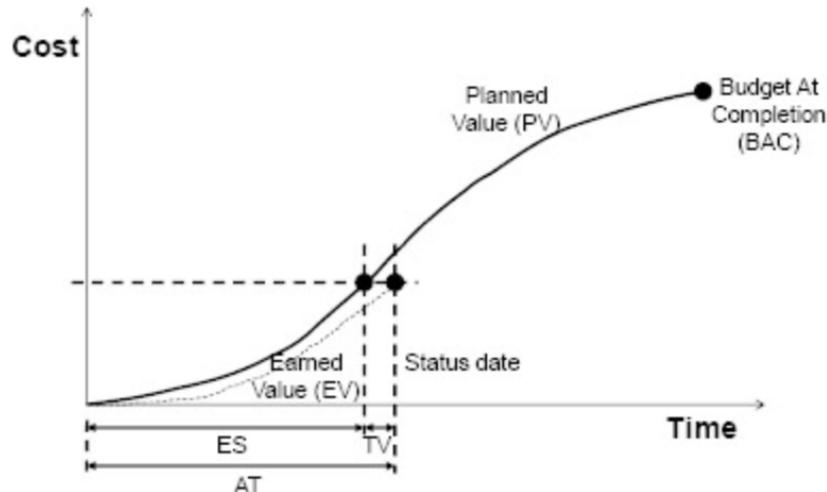
Gambar 1. Komponen dari *Earned Value Management* (EVM) (Anbari, 2003; Kwak & Anbari, 2010; Turner et al., 2010)

kinerja waktu, EVM membandingkan jumlah pekerjaan yang telah diselesaikan dengan jumlah pekerjaan yang dijadwalkan untuk diselesaikan. Untuk membuat perbandingan ini, EVM menghitung perbedaan/ varians (*Variance*) biaya dan jadwal, serta indeks kinerja (*Performance Index*) untuk manajemen kinerja proyek. Berdasarkan hasil ini, EVM memperkirakan biaya dan tanggal penyelesaian proyek serta menyoroti kemungkinan perlunya tindakan perbaikan. EVM menggunakan variabel-variabel berikut ini untuk mengevaluasi kinerja proyek (Gambar 1):

- *Planned Value* (PV)
Planned Value (PV) adalah biaya kumulatif yang direncanakan untuk pekerjaan terencana yang akan dilakukan dan diselesaikan pada proyek hingga titik waktu tertentu. PV merupakan anggaran yang telah disetujui sebelumnya untuk digunakan dalam penyelesaian pekerjaan yang direncanakan, dan dengan demikian merupakan garis dasar (*Baseline*) biaya untuk proyek tersebut. PV juga disebut sebagai *Budgeted Cost of Work Scheduled* (BCWS).
- *Earned Value* (EV)
Earned Value (EV) merupakan jumlah kumulatif pekerjaan yang telah diselesaikan dari jumlah kumulatif pekerjaan yang direncanakan untuk diselesaikan hingga titik waktu tertentu, yang dinyatakan dalam unit biaya. EV juga disebut sebagai *Budgeted Cost of Work Performed* (BCWP).
- *Actual Cost* (AC)
Actual Cost (AC) adalah biaya aktual kumulatif yang telah dikeluarkan untuk proyek hingga titik waktu tertentu, termasuk semua biaya aktual, atas pekerjaan yang telah dilakukan. AC juga disebut *Actual Cost of Work Performed* (ACWP)
- *Budget at Completion* (BAC)
Budget at Completion (BAC) adalah jumlah total biaya yang diperkirakan akan digunakan untuk menyelesaikan suatu proyek. BAC juga dapat didefinisikan sebagai anggaran yang ditetapkan untuk pekerjaan yang akan dilakukan untuk menyelesaikan suatu proyek. BAC merupakan nilai yang direncanakan untuk dicapai oleh PV pada saat penyelesaian proyek tersebut dicapai.

BAC, PV, AC, dan EV dinyatakan dalam satuan nilai biaya. Ini dapat berupa satuan mata uang aktual, atau dinyatakan dalam jam atau hari kerja. PV, AC, dan EV dapat dihitung untuk setiap elemen pekerjaan untuk menentukan kemajuan dan status elemen pekerjaan tersebut.

Dalam bentuk dasarnya, EVM belum digunakan untuk memperkirakan waktu penyelesaian atau memperkirakan tanggal akhir. Namun, Dengan mengutilisasi ekstensinya, *Earned Schedule* (ES), EVM telah dikembangkan untuk menggunakan data EVM untuk tujuan tersebut (Anbari, 2003; Lipke, 2009; Lipke, Zwikael, Henderson & Anbari, 2009; Turner dkk., 2010). Berikut ES menggunakan variabel-variabel berikut ini untuk mengevaluasi kinerja proyek (Gambar 2):



Gambar 2. Komponen dari Earned Schedule (Anbari, 2003; Lipke, 2009; Lipke et al., 2009; Kwak & Anbari, 2010; Turner et al., 2010)

- *Earned Schedule* (ES) adalah waktu yang dialokasikan dalam garis dasar (*baseline*) untuk menyelesaikan jumlah kumulatif pekerjaan yang dilakukan pada suatu titik waktu. ES merupakan durasi dari awal proyek hingga tanggal di mana PV seharusnya sama dengan nilai EV saat ini. Pada bagan EVM (Gambar 2), ini adalah tanggal di mana garis horizontal melalui nilai EV saat ini memotong kurva PV.
- *Actual Time* (AT) adalah waktu yang benar-benar berlalu untuk menyelesaikan jumlah kumulatif pekerjaan yang dilakukan pada suatu titik waktu atau durasi aktual dari awal proyek hingga tanggal status.
- *Schedule at Completion* (SAC) adalah adalah Total durasi jadwal yang ditetapkan untuk menyelesaikan seluruh lingkup pekerjaan atau bisa juga dikatakan sebagai durasi (tanggal) penyelesaian proyek yang direncanakan.

3.2. Pengukuran Kinerja Proyek (*Project Performance Measurement*) dari *Earned Value Management* (EVM) dengan Ektensi *Earned Schedule*

Secara garis besar, Pengukuran Kinerja Proyek (*Project Performance Measurement*) dibagi menjadi dua kategori yaitu, pengukuran kinerja biaya (*Cost Performance*) pengukuran kinerja jadwal (*Schedule Performance*). Kinerja biaya (*Cost Performance*) pada proyek ditentukan dengan membandingkan EV Terhadap AC. Dalam Hal ini, AC menunjukkan akumulasi dari biaya sebenarnya telah dibelanjakan untuk melaksanakan pekerjaan sejauh ini, dan EV menunjukkan akumulasi biaya pekerjaan yang telah diselesaikan dari jumlah kumulatif pekerjaan yang direncanakan untuk diselesaikan sejauh ini. Perbedaan dari kedua variabel tersebut menunjukkan apakah proyek tersebut kelebihan atau kekurangan biaya. Kemudian, untuk kinerja jadwal (*Schedule Performance*), dapat ditentukan dengan membandingkan EV terhadap PV dan atau , dengan mengaplikasikan konsep ES, dengan membandingkan ES terhadap AT. PV menunjukkan jumlah pekerjaan yang direncanakan untuk dilakukan dan EV menunjukkan jumlah pekerjaan yang telah dilakukan. Lalu ES menunjukan waktu yang dialokasikan dalam garis dasar (*baseline*) untuk menyelesaikan jumlah kumulatif pekerjaan

yang dilakukan pada suatu titik waktu, sedangkan AT menunjukan Waktu yang benar-benar berlalu untuk menyelesaikan jumlah kumulatif pekerjaan yang dilakukan pada suatu titik waktu. Dengan masing-masing perbandingan diatas, kita dapat menentukan apakah pekerjaan yang telah dilakukan lebih banyak atau lebih sedikit dari yang seharusnya dilakukan, dan apakah proyek lebih cepat atau lebih lambat dari jadwal.

Didalam penerapan EVM dan ES, Pengukuran Kinerja Proyek dilakukan dengandengan menghitung varians (*Variance*) dan indeks kinerja (*Performance Index*), yang akan dijelaskan sebagai berikut:

3.2.1. Varians (Variance)

Analisis kinerja EVM mencakup perhitungan beberapa ukuran varians yang membantu untuk menentukan dan memahami status proyek. Manfaat EVM adalah untuk memberikan informasi lebih awal sehingga variasi dapat dikelola secara efektif melalui intervensi manajemen. Hal ini juga dapat membantu untuk menunjukkan kapan proses manajemen risiko tidak efektif dan membutuhkan perbaikan. Varians adalah penyimpangan atau penyimpangan yang dapat diukur dari nilai dasar atau nilai yang diharapkan. Analisis varians dalam EVM adalah penjelasan, termasuk penyebab, dampak, dan tindakan perbaikan dan peningkatan (bila perlu) untuk lingkup, jadwal, dan variasi biaya dari *Performance Measurement Baseline* (PMB). Didalam EVM, terdapat 2 jenis Varians (Variance), yaitu Varian Biaya / *Cost Variance* (CV) dan Varians Jadwal/*Schedule Variance* (SV). Penjelasananya adalah sebagai berikut:

3.2.1.1. Cost Variance (CV)

Cost Variance (CV) mengukur perbedaan antara anggaran yang akan dibelanjakan untuk pekerjaan yang telah diselesaikan dan realisasi biaya yang dikeluarkan dengan sumber daya yang dikonsumsi untuk menyelesaikan pekerjaan yang sama.). CV mengukur pembengkakan atau penghematan biaya dari pekerjaan yang diselesaikan. persamaan yang digunakan untuk menyatakan CV adalah:

$$CV = EV - AC$$

Ketika CV sama dengan 0, itu berarti biaya yang direncanakan sama dengan telah dihabiskan untuk pekerjaan yang diselesaikan (*On Budget*). Ketika CV negatif, pekerjaan yang diselesaikan menghabiskan biaya lebih dari yang direncanakan (*Over Budget*). Ketika CV positif, pekerjaan yang dilakukan menghabiskan biaya lebih sedikit dari yang direncanakan (*Under Budget*). CV juga dapat dinyatakan dalam persen relatif terhadap EV:

$$CV\% = \frac{CV}{EV}$$

Dalam rumus di atas, nilai 0 menunjukkan bahwa kinerja sesuai target (On-Budget), nilai positif menunjukkan kinerja yang baik, dan nilai negatif menunjukkan kinerja yang buruk.

3.2.1.2. Schedule Variance (SV)

Schedule Variance (SV) adalah ukuran yang mencerminkan perbedaan antara jumlah pekerjaan yang direncanakan untuk diselesaikan dan jumlah pekerjaan yang sebenarnya diselesaikan pada saat ini. SV dapat dinyatakan dalam volume pekerjaan (SV_w) atau dalam waktu (SV_t)

Schedule Variance yang dinyatakan dalam volume (SV_w). Ketika dinyatakan dalam volume, SV_w adalah ukuran varians volume pekerjaan. Ini mengukur defisit atau surplus pencapaian kerja dari waktu ke waktu. persamaan yang digunakan untuk menyatakan SV_w adalah:

$$SV_w = EV - PV$$

Ketika varians sama dengan 0, itu berarti bahwa banyak kuantitas pekerjaan telah diselesaikan sama dengan seperti yang direncanakan (tetapi belum tentu sesuai dengan pekerjaan-pekerjaan tertentu yang dijadwalkan untuk dilakukan). Ketika SV_w negatif, pekerjaan terlambat dari jadwal karena jumlah pekerjaan yang lebih sedikit dari yang direncanakan telah diselesaikan. Terakhir, ketika SV_w positif, pekerjaan lebih cepat dari jadwal karena jumlah pekerjaan yang lebih besar dari yang direncanakan telah diselesaikan). SV_w juga dapat dinyatakan dalam persen relatif terhadap PV:

$$SV_w \% = \frac{SV_w}{PV}$$

Dalam rumus di atas, nilai 0 menunjukkan bahwa kinerja sesuai target (*On Schedule*), nilai positif menunjukkan kinerja yang baik (*Ahead of Schedule*), dan nilai negatif menunjukkan kinerja yang buruk (*Behind Schedule*).

Schedule Variance yang dinyatakan dalam waktu (SV_t). Ketika dinyatakan dalam waktu, SV_t adalah ukuran varians waktu. Ini mengukur kelebihan, atau penghematan waktu, yang digunakan dengan pekerjaan yang diselesaikan. Ini didasarkan pada konsep ES. EVM yang mencakup konsep ES menggunakan dimensi waktu untuk mengukur varians jadwal dan kinerja, bukan menggunakan volume pekerjaan. Kebanyakan EVM menggunakan konsep volume pekerjaan untuk mengukur kinerja waktu, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya dengan mengukur SV pada sumbu anggaran (Y). SV juga dapat diukur dalam sumbu waktu (X) dengan mempertimbangkan perbedaan antara waktu yang telah dihabiskan dengan jumlah pekerjaan yang telah diselesaikan, dan waktu (sesuai dengan baseline) yang diperkirakan akan dihabiskan untuk menyelesaikan jumlah pekerjaan yang sama (tetapi tidak harus pekerjaan yang sama). Dalam pendekatan ini, SV_t adalah ukuran varians waktu. persamaan yang digunakan untuk menyatakan SV_w adalah:

$$SV_t = ES - AT$$

Ketika varians sama dengan 0, itu berarti bahwa banyak waktu yang telah dihabiskan sama dengan seperti yang direncanakan untuk menyelesaikan kuantitas pekerjaan yang dilakukan hingga saat ini (tetapi belum tentu sesuai dengan jadwal). Ketika SV negatif, pekerjaan terlambat dari jadwal karena lebih banyak waktu yang telah dihabiskan dari yang direncanakan untuk menyelesaikan kuantitas pekerjaan yang dilakukan saat ini. Terakhir, ketika SV positif, pekerjaan lebih cepat dari jadwal karena lebih sedikit waktu yang dihabiskan dari yang direncanakan untuk menyelesaikan kuantitas pekerjaan yang dilakukan saat ini. SV_w juga dapat dinyatakan dalam persen relatif terhadap ES:

$$SV_t \% = \frac{SV_t}{ES}$$

Dalam rumus di atas, nilai 0 menunjukkan bahwa kinerja sesuai target (*On Schedule*), nilai positif menunjukkan kinerja yang baik (*Ahead of Schedule*), dan nilai negatif menunjukkan kinerja yang buruk (*Behind Schedule*).

Selain itu, didalam penerapan ES, berperapa formula berikut dapt digunakan untuk mengkonversi variabel EVM ke Variabel ES:

- PV rata-rata per periode waktu dapat dihitung dengan membagi BAC dengan SAC, dan dapat disebut sebagai PV Rate atau Tingkat Pencapaian yang *Planned Accomplishment Rate* (PAR):

$$PAR = \frac{BAC}{SAC}$$

- SV_w dapat diubah menjadi SV_t dengan membagi SV_w dengan PAR.:

$$SV_t = \frac{SV_w}{PAR}$$

- ES dapat dihitung dengan membagi EV dengan PAR:

$$ES = \frac{EV}{PAR}$$

Kedua varians tersebut berguna untuk tujuan analisis varians dan respons, karena keduanya memberikan informasi yang saling melengkapi dari dua dimensi yang berbeda yang penting untuk tujuan manajemen proyek. Kemudian, kedua varians tersebut saling melengkapi dan berguna dalam menilai status proyek saat ini dalam hal efisiensi waktu dan kinerja. Varians berbasis volume SV_w telah digunakan secara lebih luas karena mengukur sumber variasi (yaitu, defisit atau surplus realisasi ruang lingkup) dibandingkan dengan dampaknya (yaitu, variasi waktu saat ini). Dengan asumsi manajemen dapat melakukan intervensi untuk mempercepat atau memperlambat eksekusi proyek, maka SV_w -lah yang harus dilihat dan dipertimbangkan untuk menghitung tingkat eksekusi pekerjaan yang diperlukan di masa depan, sedangkan SV_t adalah ukuran dampak waktu saat ini dari defisit atau surplus realisasi. Dalam skenario di mana tingkat eksekusi ruang lingkup tidak dapat diubah secara signifikan, SV_t mungkin menjadi lebih relevan untuk menilai dampak pada jadwal proyek.

3.2.2. Indeks Kinerja (*Performance Indices*)

Analisis lain yang disediakan oleh EVM adalah pengukuran indeks kinerja, berdasarkan rasio, yang memberikan informasi pelengkap untuk memahami kinerja saat ini dan penyebabnya, kelayakan tujuan, dan tren masa depan. Didalam EVM, terdapat 2 jenis Varians (Variance), yaitu *Cost Performance Index* (CPI) dan *Schedule Performance Index* (SPI). Penjelasananya adalah sebagai berikut:

3.2.2.1. *Cost Performance Index* (CPI)

Cost Performance Index (CPI) adalah ukuran efisiensi biaya sumber daya yang dianggarkan yang dinyatakan sebagai rasio EV terhadap biaya aktual. Indeks berikut ini dapat dihitung:

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

Dimana:

- Dalam rumus di atas, 1 menunjukkan bahwa kinerja sesuai target (*On Budget*); lebih dari 1 menunjukkan kinerja yang baik (*Under-Budget*); dan kurang dari 1 menunjukkan kinerja yang buruk (*Over-Budget*).
- CPI sama dengan anggaran pekerjaan yang diselesaikan / biaya aktual pekerjaan yang diselesaikan.

- CPI mengukur berapa banyak pekerjaan yang dihasilkan untuk setiap unit biaya yang dikeluarkan.

Untuk menghitung CPI yang diperlukan untuk menyelesaikan Proyek / To-Complete CPI (TCPI) dapat digunakan Formula berikut:

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

Dimana:

- TCPI sama dengan jumlah pekerjaan yang tersisa/jumlah anggaran yang tersisa.
- TCPI mengukur seberapa banyak pekerjaan yang perlu diproduksi di masa depan untuk setiap unit biaya yang dikeluarkan, agar pekerjaan tersebut selesai sesuai anggaran (dengan asumsi masih ada anggaran yang tersedia; oleh karena itu $BAC > AC$).
- Sebagai contoh, $TCPI = 1,2$, yang berarti bahwa untuk anggaran yang tersisa, setiap 1,0 unit biaya yang akan dibelanjakan harus menghasilkan 1,2 unit pekerjaan. TCPI juga dapat dihitung sehubungan dengan tinjauan anggaran potensial atau target biaya baru (yaitu analisis bagaimana-jika), di mana EAC_c (anggaran atau target biaya baru) menggantikan BAC sebagai penyebut, dimana Formula Menjadi:

$$TCPI = \frac{(EAC_c - EV)}{(EAC_c - AC)}$$

- TCPI menilai sisa masa depan proyek, memberikan penilaian proaktif apakah anggaran yang tersedia cukup untuk menyelesaikan pekerjaan dan efisiensi yang diperlukan di masa depan. Dalam organisasi yang sudah matang, tolok ukur tersedia untuk menilai apakah tingkat kinerja tertentu di atas garis dasar, yang diukur dengan indeks kinerja sampai selesai, dapat dicapai atau apakah lebih baik mempertimbangkan perubahan proyek.

3.2.2.2. *Schedule Performance Index (SPI)*

Schedule Performance Index (SPI) memberikan ukuran efisiensi terkait waktu yang digunakan dengan jumlah pekerjaan yang diselesaikan. SPI dapat dinyatakan dinyatakan dalam varians volume pekerjaan (SPI_w) dan atau dinyatakan dalam varians waktu (SPI_t).

Apabila dinyatakan dalam varians volume pekerjaan, maka:

$$SPI_w = \frac{EV}{PV}$$

Dimana:

- Dalam rumus di atas, 1 menunjukkan bahwa kinerja sesuai target (*On Schedule*); lebih dari 1 menunjukkan kinerja yang baik (*Ahead of Schedule*); dan kurang dari 1 menunjukkan kinerja yang buruk (*Behind Schedule*).
- SPI_w sama dengan jumlah pekerjaan yang telah diselesaikan / jumlah pekerjaan yang direncanakan untuk diselesaikan.
- SPI_w mengukur, secara rata-rata, fraksi pekerjaan yang diselesaikan dalam setiap unit waktu di mana 1,0 unit pekerjaan seharusnya diselesaikan menurut baseline. SPI mengukur tingkat aktual di mana pekerjaan sedang diselesaikan relatif terhadap tingkat pekerjaan yang diharapkan dalam baseline.

Untuk menghitung SPI_w yang diperlukan untuk menyelesaikan Proyek / To-Complete SPI_w ($TSPI_w$) dapat digunakan Formula berikut:

$$TSPI_w = \frac{(BAC - EV)}{(BAC - PV)}$$

Dimana:

- $TSPI$ sama dengan jumlah pekerjaan yang tersisa / jumlah pekerjaan yang direncanakan tersisa;
- $TSPI$ mengukur berapa banyak pekerjaan yang perlu diproduksi di masa depan untuk setiap unit waktu di mana 1,0 unit pekerjaan direncanakan untuk diselesaikan, sehingga pekerjaan selesai tepat waktu. Ini mengukur tingkat pekerjaan di masa depan yang diperlukan untuk waktu yang tersisa relatif terhadap tingkat yang direncanakan untuk periode yang sama.
- Sebagai contoh, $TSPI_w = 1,3$ berarti bahwa untuk waktu yang tersisa, di setiap unit waktu di mana 1 unit pekerjaan direncanakan untuk diselesaikan, 1,3 unit pekerjaan harus diselesaikan. Tingkat pekerjaan di masa depan yang diperlukan untuk menyelesaikan tepat waktu adalah 130% dari tingkat yang direncanakan dalam baseline untuk waktu yang tersisa; oleh karena itu, pekerjaan perlu dilakukan 30% lebih cepat.
- $TSPI_w$ juga dapat dihitung sehubungan dengan potensi perubahan ruang lingkup (yaitu analisis bagaimana-jika), di mana EAC_c (anggaran untuk ruang lingkup total yang dimodifikasi) menggantikan BAC sebagai penyebut, dimana persamaannya menjadi:

$$TSPI_w = \frac{(EAC_c - EV)}{(EAC_c - PV)}$$

Apabila dinyatakan dalam varians Waktu, yaitu:

$$SPI_t = \frac{ES}{AT}$$

Dimana:

- Persamaan diatas berlaku apabila $AT \leq SAC$
- Dalam rumus di atas, 1 menunjukkan bahwa kinerja sesuai target (*On Schedule*); lebih dari 1 menunjukkan kinerja yang baik (*Ahead of Schedule*); dan kurang dari 1 menunjukkan kinerja yang buruk (*Behind Schedule*).
- SPI_t sama dengan waktu yang direncanakan untuk jumlah pekerjaan yang diselesaikan / waktu yang sebenarnya dihabiskan untuk jumlah pekerjaan yang diselesaikan.
- SPI_t mengukur, secara rata-rata, fraksi waktu yang telah berlalu untuk menyelesaikan setiap unit pekerjaan.

Untuk menghitung SPI_w yang diperlukan untuk menyelesaikan Proyek / To-Complete SPI_w ($TSPI_w$) dapat digunakan Formula berikut:

$$TSPI_t = \frac{(SAC - ES)}{(SAC - AT)}$$

Dimana:

- $TSPI_t$ sama dengan jumlah waktu yang direncanakan untuk pekerjaan yang tersisa / jumlah waktu yang sebenarnya tersisa;
- $TSPI_t$ mengukur berapa banyak waktu yang perlu dimajukan dalam baseline, untuk setiap unit waktu yang tersisa, sehingga pekerjaan selesai tepat waktu. Dengan kata lain, $TSPI$ mengukur tingkat pekerjaan di masa depan yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan yang tersisa relatif terhadap tingkat yang direncanakan untuk jumlah pekerjaan yang sama.
- Misalnya, $TSPI_t = 1,5$, yang berarti bahwa, secara rata-rata, untuk waktu yang tersisa, jumlah pekerjaan yang perlu diselesaikan sesuai dengan 1,5 unit waktu dalam baseline. Misalnya, jika hanya ada 10 hari tersisa untuk menyelesaikan pekerjaan yang tersisa yang telah direncanakan 15 hari di baseline, maka jumlah pekerjaan yang sekarang perlu diproduksi di setiap hari yang tersisa di baseline akan menghabiskan 1,5 hari. Tingkat pekerjaan di masa depan yang diperlukan untuk menyelesaikan tepat waktu adalah 150% dari tingkat yang direncanakan di baseline untuk jumlah pekerjaan yang tersisa yang sama; oleh karena itu, pekerjaan harus diselesaikan lebih cepat. Misalnya, untuk setiap bulan, jumlah pekerjaan yang harus diselesaikan akan menghabiskan waktu 1,5 bulan di baseline.
- $TSPI_t$ juga dapat dihitung dalam kaitannya dengan potensi perubahan jadwal (yaitu analisis bagaimana-jika), di mana EAC_t (durasi yang direvisi) menggantikan SAC dalam penyebut, dimana persamaannya berubah menjadi:

$$TSPI_t = \frac{(EAC_t - ES)}{(EAC_t - AT)}$$

Meskipun kurang intuitif, penggunaan indeks kinerja jadwal berbasis waktu (SPI_t), sebagai alternatif dari indeks berbasis volume (SPI_w) untuk pengukuran kinerja waktu, telah mendapat perhatian dari komunitas praktisi EVM. Argumen utamanya adalah terkait dengan kecenderungan alamiah SPI berbasis volume SPI_w untuk mengeluarkan nilai 1,0 ketika pekerjaan terlambat dari jadwal di luar tanggal penyelesaian awal ($AT > SAC$). Oleh karena itu, SPI_w bukanlah prediktor yang dapat diandalkan untuk varians akhir pada saat penyelesaian. Namun, untuk tujuan prakiraan, dalam skenario keterlambatan tersebut, SPI_t dapat disesuaikan untuk memberikan tren masa depan yang konsisten dan valid.

Apabila nilai $AT > SAC$, dimana tanggal penyelesaian dari baseline terlampaui, maka SPI_w dapat dihitung dengan:

$$SPI_w = \left(\frac{EV}{PV}\right) \times \left(\frac{SAC}{AT}\right)$$

3.2.3. Perkiraan (*Forecasting*)

Seiring berjalannya proyek, tren masa depan dapat dikembangkan untuk kinerja biaya (*Cost Performance*) dan kinerja jadwal (*Schedule Performance*) selain ruang lingkup pada saat penyelesaian. Tren ini harus berbentuk analisis skenario dan memasukkan elemen-elemen berikut yang berdampak pada masa depan proyek:

- Kinerja masa lalu,
- Kemungkinan terjadinya risiko,

- Tindakan manajemen, dan
- Tinjauan asumsi dan kendala proyek.

3.2.3.1. Estimasi Biaya Pada Saat Penyelesaian/ *Cost Estimate At Completion* (EAC_c) dan Estimasi Biaya Untuk Menyelesaikan / *Cost Estimate To Complete* (ETC_c)

Perkiraan biaya proyek pada saat penyelesaian biasanya disebut estimasi biaya pada saat penyelesaian/ *Cost Estimate at Completion* (EAC_c). Prakiraan biaya yang tersisa biasanya disebut estimasi biaya untuk menyelesaikan / *Cost Estimate to Complete* (ETC_c).Penjelasannya adalah sebagai berikut:

Cost Estimate to Complete (ETC_c) adalah perkiraan biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan semua pekerjaan yang tersisa pada proyek. Beberapa asumsi dapat dibuat untuk menghitung estimasi biaya untuk menyelesaikan / *Cost Estimate to Complete* (ETC_c) (Anbari, 2003; *Project Management Institute*, 2021). Dua asumsi utama adalah:

- Pekerjaan yang tersisa akan dilaksanakan sesuai dengan rencana awal (Turner, 2009):

$$ETC_c = BAC - EV$$

- Pekerjaan yang tersisa akan dilakukan dengan tetap melakukan pengeluaran berlebih atau pengeluaran kurang dengan kecepatan yang sama (Anbari, 2003; *Project Management Institute*, 2011; Turner, 2009), Ada dua cara yang mungkin untuk memperhitungkan ETC_c pada asumsi ini:

$$ETC_c = \frac{(BAC - EV)}{CPI}$$

- Pekerjaan yang tersisa akan dilakukan dengan tetap melakukan pengeluaran yang berlebih atau pengeluaran yang berkurang dengan kecepatan yang berbeda. Ada dua cara yang mungkin untuk memperhitungkan ETC_c (*Project Management Institute*, 2021), pada asumsi ini:

- Metode yang paling rinci adalah memperhitungkan perkiraan biaya baru secara bottom-up berdasarkan analisis pekerjaan yang tersisa. Hal ini terkadang disebut sebagai ETC_c manajemen, dimana

$$ETC_c = Estimate$$

- Alternatif lainnya adalah menggunakan pendekatan parametrik top-down, dengan menerapkan efisiensi masa depan pada pekerjaan yang tersisa. Untuk biaya, estimasi tersebut dihitung sebagai berikut:

$$ETC_c = \frac{(BAC - EV)}{CPI_{future}}$$

Di mana CPI_{future} adalah asumsi efisiensi biaya masa depan untuk pekerjaan yang tersisa, di mana skenario beberapa skenario dapat dipertimbangkan:

- Estimasi biaya independen untuk menyelesaikan/ *Independent Cost Estimate for Completion* (IETC_c) yang mengasumsikan tidak ada intervensi manajemen. Alternatif umum untuk CPI_{future} depan dengan skenario ini adalah:

- Efisiensi di masa depan akan sama dengan rata-rata yang diamati di masa lalu.
- Efisiensi masa depan sama dengan rata-rata yang diamati pada periode kontrol terbaru (misalnya, bulan, kuartal).
- Efisiensi masa depan didasarkan pada tren efisiensi masa lalu (diperoleh secara statistik).
- Efisiensi masa depan dipengaruhi oleh intervensi manajemen dan/atau kejadian-kejadian lain yang diperkirakan oleh manajemen (misalnya, risiko dan respon terhadap risiko). Hal ini menghasilkan perubahan dari efisiensi masa lalu. Jika CPI_{future} sama dengan $IETC_c$, ETC_c akan sama dengan sisa anggaran, yaitu:

$$ETC_c = BAC - AC$$

- Pendekatan statistik, parametrik, atau empiris juga dapat digunakan untuk memperkirakan CPI_{future} dari indeks kinerja masa lalu dan faktor-faktor lainnya, dengan beberapa pendekatan menggunakan kombinasi CPI masa lalu dan SPI .

Cost Estimate at Completion (EAC_c) adalah total biaya yang direncanakan dan atau diharapkan dari proyek ketika ruang lingkup pekerjaan yang ditentukan akan diselesaikan. Untuk Perhitungan EAC_c, dapat digunakan persamaan-persamaan berikut:

- Jika CPI diperkirakan akan sama selama sisa proyek, EAC_c dapat dihitung dengan menggunakan

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

- Jika pekerjaan di masa depan akan diselesaikan pada tingkat yang direncanakan, gunakan:

$$EAC_c = AC + BAC - EV = AC + ETC_c = BAC + CV$$

- Jika rencana awal sudah tidak berlaku lagi, gunakan:

$$EAC_c = AC + Bottom - up ETC_c$$

- Jika CPI dan SPI mempengaruhi pekerjaan yang tersisa, gunakan:

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

3.2.3.2. Varians Biaya saat Penyelesaian / Cost Variance at Completion (VAC_c)

Varians Biaya saat Penyelesaian / *Cost Variance at Completion* (VAC_c) adalah varians antara tren yang diperkirakan dengan garis dasar untuk biaya yang memberikan indikasi estimasi biaya yang di bawah atau di atas anggaran pada saat penyelesaian proyek. VAC_c dapat dihitung dengan:

$$VAC_c = BAC - EAC_c$$

Dalam persamaan diatas, nilai 0 menunjukkan bahwa proyek diperkirakan akan selesai sesuai anggaran (*On Budget*). Nilai positif menunjukkan bahwa proyek diperkirakan akan selesai lebih rendah dari anggaran (*Under Budget*) dan nilai negatif menunjukkan bahwa proyek diperkirakan akan selesai lebih rendah dari anggaran (*Over Budget*). Selain itu VAC_c juga dapat dihitung dalam bentuk persentase, yaitu:

$$VAC_c \% = \frac{VAC_c}{BAC}$$

Dimana didalam persamaan di atas, 1 menunjukkan bahwa kinerja sesuai target (*On Budget*); lebih dari 1 menunjukkan kinerja yang baik (*Under-Budget*); dan kurang dari 1 menunjukkan kinerja yang buruk (*Over-Budget*).

3.2.4. Perkiraan Waktu Saat Penyelesaian

Pada umumnya , konsep EVM belum banyak digunakan untuk memperkirakan total waktu penyelesaian, total durasi proyek, atau jadwal untuk suatu kegiatan, paket pekerjaan, atau proyek berdasarkan kinerja aktual hingga a titik tertentu dalam proyek. Namun menggunakan konsep ES, estimasi waktu untuk menyelesaikan / *Time Estimate to Complete* (ETC_t) estimasi waktu penyelesaian proyek/ *Time Estimate at Completion* (EAC_t), dan varians waktu saat penyelesaian/ *Time Variance at Completion* (VAC_t) dapat dihitung berdasarkan jadwal awal saat penyelesaian / *Schedule at Completion* (SAC) dan kinerja aktual hingga titik tertentu dalam proyek (Anbari titik tertentu dalam proyek (Anbari, 2001 dan 2002).E

3.2.4.1. Estimasi Waktu Untuk Menyelesaikan / *Time Estimate to Complete* (ETC_t)

Estimasi Waktu Untuk Menyelesaikan / *Time Estimate to Complete* (ETC_t) adalah perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan semua pekerjaan yang tersisa pada proyek dimana dapat dihitung dengan berberapa asumsi (Anbari, 2003; *Project Management Institute*, 2021), yaitu:

- Pekerjaan yang tersisa akan dilaksanakan sesuai dengan rencana awal dan tidak akan ada penundaan lebih lanjut terhadap (atau percepatan) proyek (Anbari, 2003; Turner et al., 2010)

$$ETC_t = SAC - ES$$

- Pekerjaan yang tersisa akan dilakukan dengan tetap mempertahankan tingkat pelaksanaan pekerjaan yang sama selama sisa proyek (Anbari, 2003; Lipke, 2009; Lipke dkk., 2009; Turner dkk., 2010).

$$ETC_{t-t} = \frac{(SAC - ES)}{SPI_t}$$

EAC_t juga dapat dihitung dengan menggunakan SPI_w , namun perhitungannya lebih rumit. Perhitungan ini bergantung pada apakah proyek telah mencapai tanggal penyelesaian yang direncanakan dan apakah lebih cepat atau lebih lambat dari jadwal. Jika tanggalnya lebih awal dari SAC dan proyek belum selesai:

$$ETC_{t-w} = \frac{(SAC - ES)}{SPI_w}$$

Setelah SAC tercapai, SV cenderung ke arah 0 dan berakhir pada 0 dan SPI_c cenderung ke arah 1,0 dan berakhir pada 1 ketika proyek selesai. Oleh karena itu, menggunakan SPI_t setelah SAC tercapai akan menghasilkan hasil yang salah. Oleh karena itu, kami mendefinisikan Tingkat Pencapaian yang Diharapkan/ *Expected Accomplishment Rate* (EAR) sebagai tingkat pencapaian rata-rata yang diharapkan per periode waktu dari tanggal status hingga penyelesaian proyek atau paket kerja. Maka

$$ETC_{t-w} = \frac{(BAC - EV)}{EAR}$$

Ketika kinerja jadwal masa lalu merupakan prediktor yang baik untuk kinerja jadwal masa depan, EAR akan sama dengan rata-rata Tingkat Pencapaian Aktual / *Expected Accomplishment Rate* (AAR) per periode waktu hingga saat ini, yang dapat diperoleh dengan membagi EV dengan AT:

$$EAR = AAR = \frac{EV}{AT}$$

Sehingga

$$ETC_{t-w} = \frac{(BAC - EV)}{AAR}$$

- Pekerjaan yang tersisa akan dilakukan dengan tetap mempertahankan tingkat pelaksanaan pekerjaan yang sama selama sisa proyek (Anbari, 2003; Lipke, 2009; Lipke dkk., 2009; Turner dkk., 2010). Ada dua cara yang mungkin untuk memperhitungkan ETC_t (*Project Management Institute*, 2021), pada asumsi ini:
 - Metode yang paling rinci adalah memperhitungkan perkiraan waktu baru secara bottom-up berdasarkan analisis pekerjaan yang tersisa. Hal ini terkadang disebut sebagai ETC_t manajemen, dimana

$$ETC_t = Estimate$$

- Alternatif lainnya adalah menggunakan pendekatan parametrik top-down, dengan menerapkan efisiensi masa depan pada pekerjaan yang tersisa. Untuk biaya, estimasi tersebut dihitung sebagai berikut:

➤ Apabila dihitung berdasarkan satuan Waktu:

$$ETC_{t-t} = \frac{(SAC - ES)}{SPI_{t-future}}$$

➤ Apabila dihitung berdasarkan satuan volume pekerjaan:

$$ETC_{t-w} = \frac{(SAC - ES)}{SPI_{w-future}}$$

Di mana CPI_{future} adalah asumsi efisiensi biaya masa depan untuk pekerjaan yang tersisa, di mana skenario beberapa skenario dapat dipertimbangkan:

- Estimasi biaya independen untuk menyelesaikan/ *Independent Schedule Estimate for Completion ()* ($ETC_{t-w-future}$ apabila dihitung dengan satuan volume pekerjaan dan $ETC_{t-t-future}$ apabila dihitung dengan satuan waktu) yang mengasumsikan tidak ada intervensi manajemen. Alternatif umum untuk CPI_{future} ($CPI_{w-future}$ dan atau $CPI_{t-future}$) dengan scenario ini adalah adalah:
 - Efisiensi di masa depan akan sama dengan rata-rata yang diamati di masa lalu.
 - Efisiensi masa depan sama dengan rata-rata yang diamati pada periode kontrol terbaru (misalnya, bulan, kuartal).
 - Efisiensi masa depan didasarkan pada tren efisiensi masa lalu (diperoleh secara statistik).
- Efisiensi masa depan dipengaruhi oleh intervensi manajemen dan/atau kejadian-kejadian lain yang diperkirakan oleh manajemen (misalnya, risiko dan respon terhadap risiko). Hal ini menghasilkan perubahan dari efisiensi masa lalu. Jika SPI_{future} sama dengan $IETC_t$, ETC_t akan sama dengan sisa anggaran, yaitu::

$$ETC_{t-t} = SAC - ES$$

- Pendekatan statistik, parametrik, atau empiris juga dapat digunakan untuk memperkirakan CPI_{future} dari indeks kinerja masa lalu dan faktor-faktor lainnya, dengan beberapa pendekatan menggunakan kombinasi CPI masa lalu dan SPI.

Cost Estimate at Completion (EAC_c) adalah total biaya yang direncanakan dan atau diharapkan dari proyek ketika ruang lingkup pekerjaan yang ditentukan akan diselesaikan. Untuk Perhitungan EAC_c, dapat digunakan persamaan-persamaan berikut:

- Jika SPI diperkirakan akan sama selama sisa proyek, EAC_c dapat dihitung dengan menggunakan:

- Apabila dihitung dengan satuan Waktu:

$$EAC_{t-t} = \frac{SAC}{SPI_t}$$

- Apabila dihitung dengan satuan Volume Pekerjaan:

- Jika $AT \leq SAC$, maka:

$$EAC_{t-w} = \frac{SAC}{SPI_w}$$

- Jika $AT > SAC$, Maka:

$$EAC_{t-w} = AT + \frac{(BAC - EV)}{EAR}$$

- Jika pekerjaan di masa depan akan diselesaikan pada tingkat yang direncanakan, gunakan:

$$EAC_c = AT + SAC - ES = AT + ETC_c = SAC + SV_t$$

- Jika rencana awal sudah tidak berlaku lagi, gunakan:

$$EAC_t = AT + Bottom - up ETC_t$$

3.2.4.2. Varians Waktu saat Penyelesaian / *Time Variance at Completion (VAC_t)*

Varians Waktu saat Penyelesaian / *Time Variance at Completion (VAC_t)* adalah varians antara tren yang diperkirakan dengan garis dasar untuk waktu yang memberikan indikasi estimasi biaya yang di bawah atau di atas anggaran pada saat penyelesaian proyek. VAC_t dapat dihitung dengan:

$$VAC_t = SAC - EAC_t$$

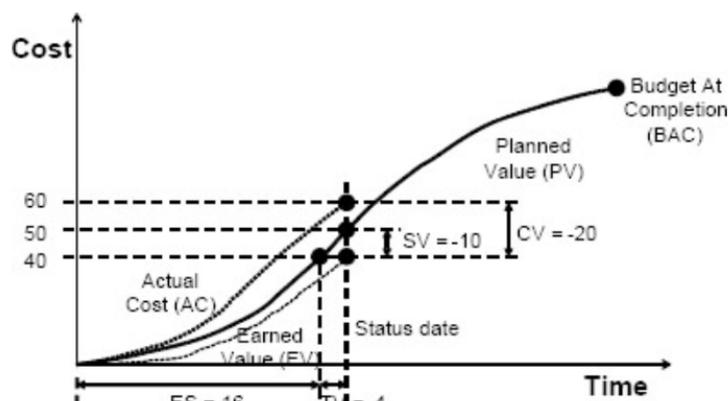
Dalam persamaan diatas, nilai 0 menunjukkan bahwa proyek diperkirakan akan selesai sesuai jadwal (*On Schedule*). Nilai positif menunjukkan bahwa proyek diperkirakan akan selesai lebih rendah dari anggaran (*Ahead of Schedule*) dan nilai negatif menunjukkan bahwa proyek diperkirakan akan selesai lebih rendah dari anggaran (*Behind Schedule*). Selain itu VAC_t juga dapat dihitung dalam bentuk persentase, yaitu:

$$VAC_t \% = \frac{VAC_t}{BAC}$$

Dimana didalam persamaan di atas, 1 menunjukkan bahwa kinerja sesuai target (*On Schedule*); lebih dari 1 menunjukkan kinerja yang baik (*Ahead of Schedule*); dan kurang dari 1 menunjukkan kinerja yang buruk (*Behind Schedule*).

4. Contoh Perhitungan

Contoh berikut ini (diadaptasi dari Anbari, 2003 dan Kwak & Anbari, 2010) mengilustrasikan konsep-konsep yang dibahas dalam artikel ini. Pertimbangkan sebuah proyek yang memiliki Anggaran Dasar pada Penyelesaian/ *Budget at Completion (BAC)* sebesar US\$100.000 dan jadwal dasar pada penyelesaian / *Schedule at Completion (SAC)* selama 40 minggu. Garis dasar (*baseline*) menunjukkan bahwa pada akhir minggu ke-20, proyek tersebut direncanakan selesai 50%. Pada akhir minggu ke-20, dilaporkan bahwa 40% pekerjaan proyek telah selesai



Gambar 3. Komponen-komponen utama dari proyek pada contoh perhitungan. (Diadaptasi dari Anbari, 2003 dan Kwak & Anbari, 2010)

dengan biaya US\$60.000. Komponen utama dari contoh ini ditunjukkan pada Gambar 3 dan perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Perhitungan EVM dari Contoh Proyek

Uraian	Satuan	Formula	Nilai	Status
Input				
Budget at Completion (BAC)	US\$		100,000.00	
Schedule at Completion (SAC)	Minggu		40.00	
Actual Cost (AC)	US\$		60,000.00	
Actual Time	Minggu		20.00	
Planned Value (PV)	US\$		50,000.00	
Earned Value (EV)	US\$		40,000.00	
PAR	US\$ / Minggu	$PAR = \frac{BAC}{SAC}$	2,500.00	
ES	Minggu	$ES = \frac{EV}{PAR}$	16.00	
Perhitungan Varians				
Cost Variance (CV)	US\$	$CV = EV - AC$	20,000.00	Over Budget
Schedule Variance by Volume (SV _w)	US\$	$SV_w = EV - PV$	10,000.00	Behind Schedule
Schedule Variance by Time (SV _t)	Minggu	$SV_t = ES - AT$	4.00	Behind Schedule
Perhitungan Indeks Performa				
Cost Performance Index (CPI)		$CPI = \frac{EV}{AC}$	0.67	Over Budget
Schedule Performance Index by Volume (SPI _w)		$SPI_w = \frac{EV}{PV}$	0.80	Behind Schedule
Schedule Performance Index by Time (SPI _t)		$SPI_t = \frac{ES}{AT}$	0.80	Behind Schedule
Perhitungan Estimasi pada Saat Penyelesaian				
Cost Estimate to Complete (ETC _c)	US\$	$ETC_c = \frac{(BAC - EV)}{CPI}$	90,000.00	
Cost Estimate at Completion (EAC _c)	US\$	$EAC_c = \frac{BAC}{CPI}$	150,000.00	
Cost Variance at Completion (VAC _c)	US\$	$VAC_c = BAC - EAC_c$	- 50,000.00	Over Budget
Time Estimate to Complete by Volume (ETC _{t-w})	Minggu	$ETC_{t-w} = \frac{(SAC - ES)}{SPI_w}$	30.00	
Time Estimate to Complete by Time (ETC _{t-t})	Minggu	$ETC_{t-t} = \frac{(SAC - ES)}{SPI_t}$	30.00	
Time Estimate to Complete at Completion (EAC _{t-w})	Minggu	$EAC_{t-w} = \frac{SAC}{SPI_w}$	50.00	
Time Estimate to Complete at Completion (EAC _{t-t})	Minggu	$EAC_{t-t} = \frac{SAC}{SPI_t}$	50.00	

Uraian	Satuan	Formula	Nilai	Status
Time Variance at Completion by Volume (VAC _{t-w})	Minggu	$VAC_{t-w} = SAC - EAC_{t-w}$	- 10.00	Behind Schedule
Time Variance at Completion by Time (VAC _{t-t})	Minggu	$VAC_{t-t} = SAC - EAC_{t-t}$	- 10.00	Behind Schedule

Dari penjelasan di atas, kita dapat menyimpulkan bahwa proyek ini berada dalam masalah serius dalam hal biaya dan jadwal. Tindakan korektif seharusnya sudah dilakukan. Sangat penting untuk melakukan tinjauan langsung terhadap proyek ini, mengevaluasi penyebab utama dari masalah yang dihadapi, dan membuat keputusan yang tepat dan berdasarkan bukti dengan segera.

5. Kesimpulan

EVM dan ES adalah metode yang ampuh untuk membantu eksekutif, manajer program, manajer proyek, dan pemangku kepentingan lainnya dalam mengelola proyek, program, dan portofolio secara lebih efektif. ES memungkinkan metrik EVM diubah menjadi metrik waktu atau durasi untuk meningkatkan evaluasi kinerja jadwal proyek, memperkirakan durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek, menambah pemahaman manajer proyek tentang perkiraan waktu penyelesaian proyek, dan memberikan wawasan lebih lanjut untuk membuat keputusan yang lebih baik dan berbasis bukti tentang jadwal proyek dan parameter lainnya.

6. Keterbatasan

Pada saat menulis artikel ini, penulis belum bisa memberikan contoh perhitungan terkait scenario perbaikan dari contoh perhitungan evaluasi performa proyek yang dijelaskan sebelumnya. Hal ini dikarenakan keterbatasan waktu dan kompleksnya penentuan asumsi-asumsi yang digunakan didalam membuat perhitungan scenario perbaikan performa proyek. Diharapkan kedepannya, apabila diberika kesempatan, penulis dapat menulis artikel lanjutn yang membahas topik perhitungan scenario perbaikan performa proyek.

7. Daftar Pustaka

- Anbari, F.T. (2003). Earned Value Project Management Method And Extensions. *Project Management Journal*, 34(4), 12–23.
- Association for Project Management (2006). *APM body of knowledge (5th ed.)*. Buckinghamshire, UK: APM Publishing.
- Fleming, Q.W., & Koppelman, J.M. (2010). *Earned Value Project Management (4th ed.)*. Newtown Square, PA: Project Management Institute.
- Humphreys, G.C. (2002). *Project Management Using Earned Value*. Orange, CA: Humphreys & Associates.
- Kerzner, H. (2009). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, And Controlling (10th ed.)*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Kim, E.H., Wells Jr., W.G., & Duffey, M.R. (2003). A Model for Effective Implementation of Earned Value Management Methodology. *International Journal of Project Management*, 21(5), 375–382.
- Kwak, Y.H., & Anbari, F. T. (2010). *Project Management in Government: An Introduction to Earned Value Management (EVM)*. Washington, DC: IBM Center for The Business of Government.

- Lipke, W.H. (2009). *Earned Schedule*. Raleigh, NC: Lulu Publishing.
- Lipke, Walt. "Schedule is Different," *The Measurable News*, March & Summer 2003
- Project Management Institute (2008). *A Guide to The Project Management Body Of Knowledge (PMBOK® Guide)—Fourth Edition*. Newtown Square, PA: Author.
- Project Management Institute (2011). *Practice standard for earned value management—Second Edition*. Newtown Square, PA: Author.
- Project Management Institute (2021). *The Standard for Earned Value Management—Second Edition*. Newtown Square, PA: Author.
- Turner, J.R. (2009). *The Handbook of Project Based Management*, (3rd ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Turner, J.R., Huemann, M., Anbari, F.T., & Bredillet, C.N. (2010). *Perspectives on projects*. London, and New York: Routledge.