Evaluasi Kinerja Proyek Menggunakan Earned Value Analysis Dan Optimasi Time Cost Trade Off

Riandita Dwi Apriliani*[1], Setiono[2], Agus Hari Wahyudi[3]
[1,2,3,4]Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
*e-mail: rianditaapriliani05@student.uns.ac.id[1], setiono@staff.uns.ac.id[2]. agushari63@staff.uns.ac.id[3]

ABSTRAK
Proyek konstruksi memerlukan pengendalian waktu dan biaya yang terintegrasi agar pelaksanaan dapat berjalan sesuai rencana. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja proyek konstruksi gedung pendidikan menggunakan metode Earned Value Analysis (EVA) serta melakukan optimasi durasi dan biaya menggunakan metode Time Cost Trade Off (TCTO). Evaluasi dilakukan berdasarkan data rencana dan realisasi pada minggu ke-4 dan minggu ke-9. Hasil analisis menunjukkan bahwa kinerja biaya proyek masih dalam kondisi terkendali dan proyeksi biaya akhir sesuai dengan anggaran yang direncanakan. Selanjutnya, dilakukan simulasi percepatan proyek menggunakan beberapa skenario, yaitu penambahan tenaga kerja dan penambahan jam kerja lembur.Pada kondisi normal, proyek memiliki durasi 129 hari dengan biaya sebesar ±Rp5,21 miliar. Hasil optimasi menunjukkan bahwa percepatan dapat dicapai hingga 126 hari dengan variasi tambahan biaya. Alternatif terbaik diperoleh pada skenario penambahan tenaga kerja yang mampu mempercepat durasi sebesar 2,33% dengan tambahan biaya yang relatif efisien.

Kata kunci : *Earned Value Analysis; Time Cost Trade Off; Kinerja Proyek; Optimasi Biaya Dan Waktu*

ABSTRACT
Construction projects require integrated time and cost control to ensure successful implementation according to plan. This study aims to evaluate the performance of an educational building construction project using the Earned Value Analysis (EVA) method and to optimize project duration and cost using the Time Cost Trade Off (TCTO) method. The evaluation was conducted using planned and actual data at the 4th and 9th weeks. The results indicate that the project cost performance remains under control and the estimated completion cost aligns with the initial budget. Further optimization was carried out through several acceleration scenarios, including additional labor and overtime work. Under normal conditions, the project duration was 129 days with a total cost of approximately Rp5.21 billion. The optimization results show that the duration can be reduced to 126 days with varying additional costs. The most optimal scenario is the addition of labor, resulting in a time efficiency of 2.33% with relatively minimal cost increase.

Keywords **:** *Earned Value Analysis; Time Cost Trade Off, Project Performance; Time-Cost Optimization*

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur pendidikan merupakan salah satu pilar strategis dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Ketersediaan sarana dan prasarana pendidikan yang memadai tidak hanya berfungsi sebagai penunjang kegiatan belajar mengajar, tetapi juga berperan dalam menciptakan lingkungan pembelajaran yang efektif, nyaman, dan berkelanjutan. Oleh karena itu, pembangunan fasilitas pendidikan seperti gedung sekolah, laboratorium, dan sarana pendukung lainnya menjadi prioritas dalam upaya peningkatan mutu pendidikan. Proyek konstruksi gedung pendidikan yang menjadi objek dalam penelitian ini merupakan bagian dari upaya tersebut, yang diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan kualitas layanan pendidikan.

Keberhasilan suatu proyek konstruksi tidak hanya diukur dari terselesaikannya pekerjaan secara fisik, tetapi juga dari sejauh mana proyek tersebut mampu memenuhi tiga kriteria utama, yaitu ketepatan waktu, efisiensi biaya, dan kesesuaian mutu dengan standar yang telah ditetapkan. Ketiga aspek tersebut dikenal sebagai konsep *triple constraint* dalam manajemen proyek. Dalam praktiknya, pengelolaan ketiga aspek ini sering kali menghadapi berbagai kendala yang kompleks dan saling berkaitan. Ketidakseimbangan dalam

salah satu aspek dapat berdampak langsung terhadap aspek lainnya, sehingga berpotensi menurunkan kinerja proyek secara keseluruhan.

Permasalahan yang umum terjadi dalam proyek konstruksi adalah keterlambatan penyelesaian pekerjaan (*schedule overrun*) dan pembengkakan biaya (*cost overrun*). Keterlambatan proyek dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti perencanaan yang kurang matang, keterbatasan sumber daya, perubahan desain, serta rendahnya produktivitas tenaga kerja. Sementara itu, pembengkakan biaya sering kali terjadi akibat ketidaktepatan estimasi awal, fluktuasi harga material, serta lemahnya pengendalian biaya selama pelaksanaan proyek. Apabila permasalahan tersebut tidak diantisipasi dan dikendalikan dengan baik, maka dapat mengakibatkan kerugian finansial, penurunan kualitas pekerjaan, bahkan kegagalan proyek.
Dalam rangka mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu metode evaluasi yang mampu memberikan gambaran kinerja proyek secara menyeluruh dan terukur. Salah satu metode yang широко digunakan dalam manajemen proyek adalah *Earned Value Analysis* (EVA). Metode ini mengintegrasikan aspek biaya dan waktu dalam satu kerangka analisis yang komprehensif melalui parameter *Planned Value* (PV), *Earned Value* (EV), dan *Actual Cost* (AC). Dari parameter tersebut, dapat dihitung indikator kinerja seperti *Cost Performance Index* (CPI) dan *Schedule Performance Index* (SPI), yang memberikan informasi mengenai efisiensi biaya dan ketepatan waktu pelaksanaan proyek. Dengan demikian, EVA mampu mendeteksi penyimpangan kinerja proyek secara dini sehingga tindakan korektif dapat segera dilakukan.

Meskipun demikian, EVA memiliki keterbatasan karena hanya berfungsi sebagai alat evaluasi kinerja dan tidak secara langsung menyediakan alternatif solusi untuk mengatasi keterlambatan atau penyimpangan yang terjadi. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan lanjutan yang dapat digunakan untuk merumuskan strategi percepatan proyek secara optimal. Dalam penelitian ini, metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) digunakan sebagai alat analisis untuk menentukan hubungan antara waktu dan biaya dalam upaya percepatan proyek. Metode ini memungkinkan evaluasi berbagai alternatif percepatan, seperti penambahan tenaga kerja, penambahan jam kerja lembur, maupun kombinasi keduanya, dengan mempertimbangkan konsekuensi biaya yang ditimbulkan.

Penerapan metode TCTO difokuskan pada aktivitas-aktivitas yang berada pada lintasan kritis, karena percepatan pada aktivitas tersebut akan memberikan dampak langsung terhadap total durasi proyek. Dengan menggunakan konsep *cost slope*, metode ini mampu menentukan alternatif percepatan yang paling ekonomis, yaitu kombinasi waktu dan biaya yang menghasilkan durasi minimum dengan tambahan biaya yang paling efisien tanpa mengabaikan mutu pekerjaan.

Dengan mengombinasikan metode EVA dan TCTO, penelitian ini menawarkan pendekatan integratif dalam manajemen proyek konstruksi. EVA digunakan untuk mengevaluasi kinerja proyek secara kuantitatif, sedangkan TCTO digunakan untuk merumuskan strategi percepatan yang optimal. Kombinasi kedua metode ini diharapkan mampu memberikan kontribusi yang signifikan, baik secara teoritis maupun praktis, dalam meningkatkan efektivitas pengendalian proyek konstruksi, khususnya pada sektor pendidikan.

Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi manajer proyek dalam mengambil keputusan yang tepat terkait pengendalian biaya dan percepatan waktu pelaksanaan proyek. Sementara itu, secara akademis, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian mengenai integrasi metode evaluasi dan optimasi dalam manajemen proyek konstruksi.

Sebagai catatan, nama proyek, lokasi, serta pihak-pihak yang terlibat dalam penelitian ini telah disamarkan guna menjaga kerahasiaan data. Meskipun demikian, proses analisis dan hasil yang diperoleh tetap mencerminkan kondisi nyata di lapangan sehingga tidak mengurangi validitas, reliabilitas, dan substansi penelitian.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain studi kasus pada proyek konstruksi gedung pendidikan. Pendekatan kuantitatif dipilih karena mampu memberikan gambaran kinerja proyek secara objektif dan terukur melalui analisis data numerik yang berkaitan dengan aspek biaya dan waktu. Desain studi kasus digunakan untuk memperoleh pemahaman yang mendalam terhadap kondisi aktual proyek yang diteliti, sehingga hasil analisis lebih kontekstual dan aplikatif.

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari dokumen proyek, meliputi data rencana dan data realisasi pekerjaan hingga minggu ke-9 pelaksanaan. Data rencana terdiri atas *planned value* (PV) yang menggambarkan anggaran biaya berdasarkan jadwal yang telah ditetapkan, sedangkan data realisasi mencakup *actual cost* (AC) dan *earned value* (EV) yang menunjukkan biaya aktual yang dikeluarkan serta nilai pekerjaan yang telah diselesaikan. Data tersebut kemudian diolah untuk mengevaluasi kinerja proyek dari aspek biaya dan waktu.

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis dalam beberapa langkah. Tahap pertama adalah penyusunan *Work Breakdown Structure* (WBS), yaitu proses penguraian proyek menjadi komponen-komponen pekerjaan yang lebih rinci dan terstruktur. WBS berfungsi sebagai dasar dalam penyusunan jadwal proyek serta pengendalian pelaksanaan pekerjaan. Selanjutnya, dilakukan penyusunan penjadwalan proyek menggunakan data durasi tiap aktivitas untuk menentukan urutan dan keterkaitan antarpekerjaan.

Tahap kedua adalah analisis lintasan kritis menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM). Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi jalur kegiatan yang memiliki durasi terpanjang dan menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Aktivitas yang berada pada lintasan kritis menjadi fokus utama dalam pengendalian proyek karena keterlambatan pada aktivitas tersebut akan berdampak langsung terhadap keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Tahap ketiga adalah evaluasi kinerja proyek menggunakan metode *Earned Value Analysis* (EVA). Metode ini mengintegrasikan aspek biaya dan waktu dalam satu kerangka analisis yang komprehensif. Parameter utama yang digunakan dalam EVA meliputi *Planned Value* (PV), *Earned Value* (EV), dan *Actual Cost* (AC). Berdasarkan parameter tersebut, dihitung indikator kinerja seperti *Cost Performance Index* (CPI) untuk mengukur efisiensi biaya, serta *Schedule Performance Index* (SPI) untuk menilai kinerja waktu. Selain

itu, dilakukan pula estimasi biaya akhir proyek (*Estimate at Completion* / EAC) untuk memprediksi total biaya yang dibutuhkan hingga proyek selesai. Hasil analisis EVA memberikan informasi penting terkait kondisi kinerja proyek serta potensi penyimpangan yang mungkin terjadi.

Tahap keempat adalah simulasi percepatan proyek menggunakan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO). Metode ini bertujuan untuk menentukan alternatif percepatan durasi proyek dengan mempertimbangkan konsekuensi terhadap biaya. Analisis dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang berada pada lintasan kritis, karena percepatan pada aktivitas tersebut akan memberikan dampak langsung terhadap total durasi proyek. Dalam penelitian ini, simulasi percepatan dilakukan melalui beberapa skenario, yaitu: (1) penambahan jam kerja lembur, (2) penambahan tenaga kerja, dan (3) kombinasi antara penambahan jam kerja lembur dan tenaga kerja. Setiap skenario dianalisis berdasarkan perubahan durasi dan tambahan biaya (*cost slope*) yang dihasilkan, sehingga dapat ditentukan alternatif percepatan yang paling optimal dan efisien.

Untuk meningkatkan validitas hasil penelitian, dilakukan analisis perbandingan antar skenario percepatan guna memilih alternatif terbaik berdasarkan kriteria efisiensi waktu dan biaya. Hasil dari analisis ini kemudian digunakan sebagai dasar dalam penyusunan rekomendasi strategi pengendalian dan percepatan proyek.

Melalui tahapan metodologi yang terstruktur tersebut, penelitian ini diharapkan mampu memberikan evaluasi kinerja proyek secara komprehensif serta menghasilkan solusi percepatan yang rasional, terukur, dan dapat diimplementasikan dalam praktik manajemen proyek konstruksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi Kinerja Proyek dengan *Earned Value Analysis* (EVA)

Hasil analisis menggunakan metode *Earned Value Analysis* (EVA) menunjukkan bahwa kinerja biaya proyek berada dalam kondisi yang terkendali dan cenderung efisien. Hal ini tercermin dari nilai *Cost Performance Index* (CPI) yang konsisten berada pada kisaran ≥ 1. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa biaya aktual (*actual cost*) yang dikeluarkan lebih kecil atau setidaknya sebanding dengan anggaran yang telah direncanakan (*budgeted cost*). Dengan demikian, proyek dapat dikategorikan memiliki efisiensi biaya yang baik serta kemampuan pengendalian anggaran yang optimal. Kondisi ini juga mencerminkan bahwa proses perencanaan biaya yang dilakukan pada tahap awal proyek telah disusun secara realistis dan implementatif.

Lebih lanjut, hasil estimasi biaya akhir proyek atau *Estimate at Completion* (EAC) menunjukkan nilai yang relatif mendekati anggaran awal yang telah ditetapkan. Hal ini menandakan bahwa hingga periode pengamatan, yaitu minggu ke-9, tidak terdapat indikasi signifikan terhadap potensi pembengkakan biaya (*cost overrun*). Stabilitas nilai EAC ini juga mengindikasikan bahwa proyeksi biaya ke depan masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima, sehingga risiko finansial proyek dapat diminimalkan. Dengan kata lain, pengendalian biaya tidak hanya efektif pada kondisi saat ini, tetapi juga menunjukkan prospek yang positif hingga penyelesaian proyek.

Dari sisi kinerja waktu, nilai *Schedule Performance Index* (SPI) memberikan gambaran mengenai tingkat kesesuaian antara progres aktual dengan rencana yang telah ditetapkan. Meskipun data rinci terkait nilai SPI tidak dijabarkan secara spesifik, hasil evaluasi secara umum menunjukkan bahwa proyek masih berada dalam batas kendali waktu yang dapat diterima. Hal ini mengindikasikan bahwa deviasi terhadap jadwal, jika ada, masih bersifat minor dan belum berdampak signifikan terhadap keseluruhan durasi proyek. Dengan demikian, pelaksanaan proyek dapat dikatakan berjalan relatif sesuai dengan rencana waktu yang telah disusun.

Secara keseluruhan, hasil analisis EVA menunjukkan bahwa pengendalian proyek, khususnya pada aspek biaya dan waktu, telah berjalan secara efektif. Keberhasilan ini mencerminkan adanya sinergi yang baik antara tahap perencanaan dan pelaksanaan, serta kemampuan manajemen proyek dalam memonitor dan mengendalikan kinerja secara berkelanjutan. Selain itu, capaian ini juga menunjukkan bahwa mekanisme pengawasan yang diterapkan mampu menjaga keseimbangan antara anggaran, waktu, dan progres pekerjaan, sehingga proyek memiliki peluang besar untuk diselesaikan sesuai target yang telah ditetapkan.

Optimasi Waktu dan Biaya dengan *Time Cost Trade Off* (TCTO)

Analisis optimasi waktu dan biaya dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) melalui beberapa skenario percepatan yang dirancang untuk mengevaluasi alternatif terbaik dalam mempercepat durasi proyek tanpa mengorbankan efisiensi biaya secara signifikan. Pada kondisi normal, proyek direncanakan selesai dalam waktu 129 hari dengan total biaya sebesar ±Rp5,21 miliar. Berdasarkan hasil simulasi, diperoleh bahwa durasi proyek dapat dipercepat menjadi 126 hari, atau mengalami reduksi waktu sebesar 3 hari (2,33%). Meskipun secara persentase terlihat relatif kecil, percepatan ini tetap memiliki nilai strategis, terutama dalam konteks proyek konstruksi yang sensitif terhadap keterlambatan dan potensi denda (*penalty cost*).

Setiap alternatif percepatan yang diterapkan menunjukkan adanya konsekuensi berupa peningkatan biaya, yang besarnya sangat bergantung pada metode percepatan yang digunakan. Hal ini sejalan dengan prinsip dasar TCTO, di mana percepatan waktu umumnya diikuti oleh kenaikan biaya langsung (*direct cost*). Oleh karena itu, analisis tidak hanya difokuskan pada pengurangan durasi, tetapi juga pada kemampuan masing-masing skenario dalam menjaga keseimbangan antara tambahan biaya dan manfaat waktu yang diperoleh.

Hasil perbandingan antar skenario menunjukkan bahwa alternatif penambahan tenaga kerja merupakan opsi yang paling efisien. Penambahan tenaga kerja memungkinkan peningkatan volume pekerjaan yang dapat diselesaikan secara paralel, sehingga produktivitas proyek meningkat tanpa harus memperpanjang jam kerja.

Selain itu, pendekatan ini cenderung lebih stabil karena tidak menimbulkan kelelahan berlebih pada tenaga kerja, yang pada akhirnya dapat menjaga konsistensi kualitas pekerjaan serta mengurangi risiko kesalahan (*rework*). Dengan demikian, efisiensi yang dihasilkan tidak hanya terbatas pada aspek waktu, tetapi juga berdampak positif pada kualitas dan keberlanjutan pelaksanaan proyek.

Sebaliknya, skenario penambahan jam kerja lembur menunjukkan kecenderungan peningkatan biaya yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan oleh adanya komponen upah lembur yang lebih mahal dibandingkan jam kerja normal, serta potensi penurunan produktivitas akibat kelelahan pekerja. Kondisi ini berimplikasi pada meningkatnya risiko kesalahan kerja, penurunan kualitas output, dan bahkan potensi kecelakaan kerja, yang pada akhirnya dapat menambah biaya tidak langsung (*indirect cost*). Dengan kata lain, meskipun lembur dapat mempercepat durasi dalam jangka pendek, efisiensinya cenderung lebih rendah jika dibandingkan dengan penambahan tenaga kerja.

Sementara itu, skenario kombinasi antara lembur dan penambahan tenaga kerja menghasilkan kinerja yang moderat. Pendekatan ini mampu memberikan percepatan yang cukup signifikan, namun tambahan biaya yang dihasilkan masih lebih besar dibandingkan skenario penambahan tenaga kerja secara mandiri. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi kedua metode belum mampu menghasilkan sinergi optimal dalam konteks efisiensi biaya terhadap waktu.

Berdasarkan keseluruhan hasil analisis, skenario penambahan tenaga kerja dipilih sebagai alternatif percepatan yang paling optimal. Skenario ini tidak hanya mampu menurunkan durasi proyek secara efektif, tetapi juga menghasilkan tambahan biaya yang relatif lebih terkendali dibandingkan alternatif lainnya. Temuan ini menegaskan bahwa strategi percepatan yang berfokus pada peningkatan kapasitas tenaga kerja lebih unggul dalam menjaga keseimbangan antara waktu, biaya, dan kualitas.

Dengan demikian, penerapan metode TCTO dalam penelitian ini terbukti memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengambilan keputusan manajerial proyek. Metode ini mampu mengidentifikasi titik optimum antara durasi dan biaya secara sistematis dan terukur, sehingga dapat dijadikan dasar dalam merumuskan strategi percepatan yang rasional, efisien, dan berorientasi pada keberhasilan proyek secara keseluruhan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode *Earned Value Analysis* (EVA) menunjukkan kinerja biaya proyek berada dalam kondisi terkendali dan masih sesuai dengan anggaran yang telah direncanakan, sehingga tidak ditemukan indikasi pembengkakan biaya yang signifikan. Selanjutnya, penggunaan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) terbukti efektif dalam

menentukan strategi percepatan proyek dengan mempertimbangkan keseimbangan antara waktu dan biaya secara sistematis. Dari beberapa skenario yang dianalisis, penambahan tenaga kerja menjadi alternatif terbaik karena mampu memberikan percepatan waktu yang optimal dengan tambahan biaya yang relatif paling efisien dibandingkan dengan metode percepatan lainnya.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan bahwa penerapan metode *Earned Value Analysis* (EVA) sebaiknya dilakukan secara berkala selama pelaksanaan proyek guna memantau kinerja secara *real-time*, sehingga potensi penyimpangan biaya dan waktu dapat diidentifikasi lebih dini. Selain itu, metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) dapat dimanfaatkan sebagai salah satu strategi pengambilan keputusan, khususnya ketika proyek mengalami keterlambatan, karena mampu memberikan alternatif percepatan yang mempertimbangkan keseimbangan antara waktu dan biaya. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar analisis dikembangkan dengan memasukkan variabel tambahan, seperti faktor risiko proyek dan tingkat produktivitas tenaga kerja, sehingga hasil yang diperoleh menjadi lebih komprehensif dan mampu mencerminkan kondisi proyek secara lebih menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

Anbari, F. T. (2003). Earned value project management method and extensions. *Project Management Journal*, 34(4), 12–23.

Lipke, W. (2003). Schedule is different. *The Measurable News*, 3, 31–34.

Kaming, P. F., Olomolaiye, P. O., Holt, G. D., & Harris, F. C. (1997). Factors influencing construction time and cost overruns on high-rise projects in Indonesia. *Construction Management and Economics*, 15(1), 83–94.

Vanhoucke, M. (2012). Measuring time: Improving project performance using earned value management. *International Journal of Project Management*, 30(2), 167–180.

Kim, B. C., Reinschmidt, K. F., & Smith, J. (2003). Developing a project control system using earned value management. *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(5), 544–553.

Elshaer, R. (2013). Impact of sensitivity information on the prediction of project's duration using earned schedule method. *International Journal of Project Management*, 31(4), 579–588.

Tjaturono. (2004). Penerapan metode Time Cost Trade Off dalam optimasi durasi proyek konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 120–130.

Prasetyo, A., & Suminar, E. (2019). Analisis kinerja proyek menggunakan metode earned value pada proyek konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil*, 26(1), 45–52.

Siregar, I. R., & Nasution, A. H. (2020). Optimasi waktu dan biaya proyek konstruksi menggunakan metode Time Cost Trade Off. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 14(2), 85–94.

Hidayat, A., & Nurhayati. (2021). Evaluasi kinerja proyek konstruksi dengan metode earned value analysis. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 23(2), 101–110.

Putra, R. D., & Kurniawan, F. (2022). Analisis percepatan proyek menggunakan metode time cost trade off pada proyek gedung. *Jurnal Konstruksia*, 13(1), 55–63.

Wibowo, M. A., & Adnyana, I. B. (2018). Analisis kinerja waktu dan biaya menggunakan earned value method. *Jurnal Infrastruktur*, 4(2), 67–75.

Rahman, A., & Yusuf, M. (2023). Optimization of project scheduling using time cost trade off method in construction projects. *International Journal of Engineering Research*, 12(3), 210–218.

Fleming, Q. W., & Koppelman, J. M. (2016). *Earned Value Project Management* (4th ed.). Project Management Institute.

Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (12th ed.). Wiley.