

Analisis Performansi Pekerjaan Proyek Pembangunan Mechanical – Electrical – Plumbing Gedung Sentraland Semarang Menggunakan Metode *Earned Value Analysis*

Susatyo Nugroho*), Darminto Pujotomo), Imaduddin Zakiy Purwanto***)**

*Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275*

*Email : susatyo.nwp@gmail.com *), darminto_pujotomo@yahoo.com **), zakiy.imaduddin@yahoo.com ***)*

Abstrak

Proyek pada umumnya memiliki batas waktu (deadline), artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Pada proyek pengerjaan Mechanical, Electrical, Plumbing (MEP) yang dilakukan oleh PT.Indospec, terjadi keterlambatan selama 9 minggu, mulai dari minggu ke 44 hingga minggu ke 52, dimana pada minggu ke 52 plan berada pada persentase 87.40% dan actual berada pada persentase 33.53%. Hal ini membuat perusahaan merasa perlu melakukan evaluasi kinerja proyek agar dapat diketahui kinerja dalam penyelesaian proyek dan faktor keterlambatan, dengan menggunakan metode Earned Value Analysis (EVA) dan menggunakan metode Fault Tree Analysis (FTA). Hasil dari perhitungan EVA menunjukkan tidak adanya penambahan dari rencana biaya, namun terjadi keterlambatan dalam waktu penyelesaian. Material Dipesan Belum Jadi, Terlambat Pengiriman, Tidak Ada Gudang, Penyesuaian Biaya, Perubahan Material, Perubahan Fungsi, Arsitektur, Struktur menjadi penyebab utama dalam keterlambatan proyek. Koordinasi yang baik dan persiapan yang matang dalam pengerjaan proyek sangat penting agar keterlambatan dalam proyek dapat dihindari.

Keyword : Manajemen Proyek, Earned Value Analysis, Fault Tree Analysis

Abstract

Projects generally have a time limit (deadline), meaning that the project must be completed before or right at a predetermined time. In construction projects Mechanical, Electrical, Plumbing (MEP) conducted by PT.Indospec, there is a lateness for 9 weeks, starting from week 44 through week 52, where at week 52 the plan percentage is at 87.40% and the actual percentage is at 33.53%. This makes the company feel the need to evaluate the performance of the project, in order to know the performance in completion of projects and the lateness factor, using Earned Value Analysis (EVA) and using Fault Tree Analysis (FTA). The results of the EVA calculation showed no increase of cost plans, but there is a delay in the completion time. Material Booked Unfinished, Late Delivery, No Warehouse, Cost Adjustment, Changes in Material, Changes in Functional, Architectural, Structural, a major cause in the lateness of the project. Good coordination and preparation of the project is very important in order to avoid lateness in the project.

Keyword: Project Management, Earned Value Analysis, Fault Tree Analysis

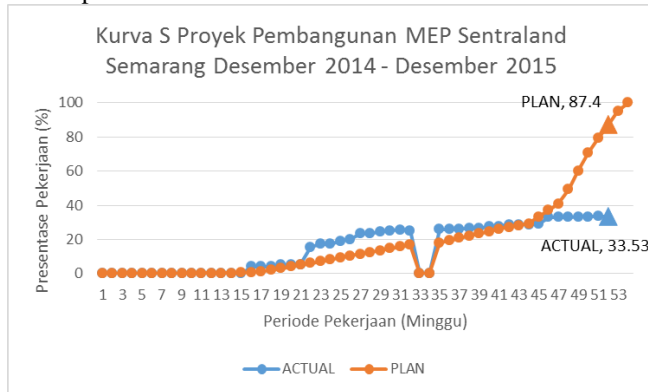
Pendahuluan

Dewasa ini, kebutuhan perusahaan terhadap fungsi manajemen proyek tidak dapat dipandang hanya dengan sebelah mata. Hal ini disebabkan karena dalam melakukan proses produksi, perusahaan harus mampu menghasilkan suatu produk baik berupa barang ataupun jasa yang sesuai dengan kriteria, waktu dan besarnya biaya yang telah ditetapkan. Perubahan terhadap salah-satu dari ketiga faktor tersebut dapat mempengaruhi dua faktor lainnya yang tentunya juga akan berdampak

pada besar kecilnya nilai keuntungan yang dapat diperoleh perusahaan.

PT. Propernas Griya Utama adalah perusahaan yang bergerak di bidang property. Salah satu proyek property andalan yang dimiliki adalah Sentraland Semarang, dengan pengerjaan konstruksi dilakukan oleh PT. Wijaya Karya dan pengerjaan Mechanical, Electrical, Plumbing (MEP) dilakukan oleh PT. Indospec.

Hasil observasi awal menunjukkan, pengerjaan proyek MEP Sentraland Semarang mengalami keterlambatan. Dari data realisasi pelaksanaan pekerjaan, telah dibuat Kurva S sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1. berikut :



Gambar 1. Kurva S Proyek Pembangunan MEP
Sumber : PT. Indospec

Dari Gambar 1 terlihat bahwa proyek berturut-turut mengalami keterlambatan selama 9 minggu mulai dari minggu ke 44 hingga minggu ke 52, dimana pada akhir minggu ke 52 plan berada pada persentase 87.40% dan actual berada pada persentase 33.53% dari perencanaan yang dapat terealisasi. Hal ini membuat perusahaan merasa perlu melakukan evaluasi kinerja proyek agar dapat diketahui indikasi inefisiensi kinerja dalam penyelesaian pekerjaan, serta dapat dilakukan kebijakan-kebijakan manajemen serta perubahan metode pelaksanaan yang harus dilakukan untuk dapat mencegah berlanjutnya keterlambatan penyelesaian proyek.

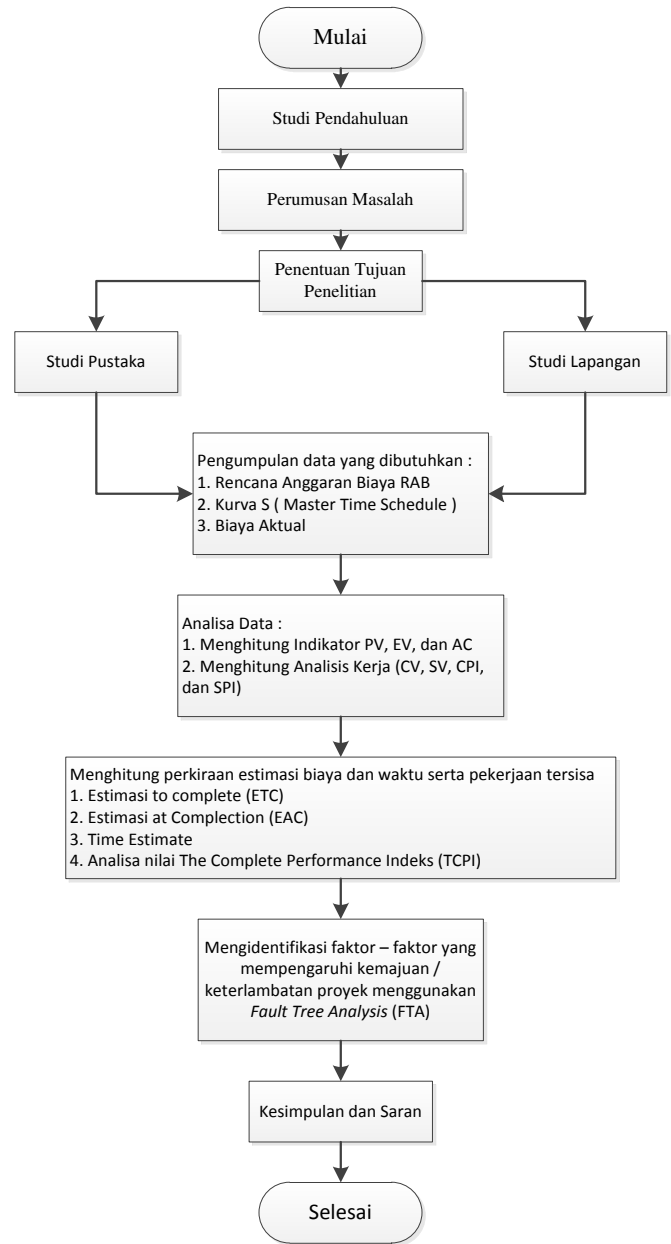
Earned Value Analysis (EVA) merupakan sistem manajemen yang mengintegrasikan biaya, jadwal, dan masalah teknis. Sistem ini memungkinkan perhitungan antara variansi biaya dan waktu, performa indeks, serta peramalan biaya proyek dan durasi waktu yang diperlukan (Naderpour, 2011). Dari ketiga dimensi tersebut, dengan menggunakan konsep earned value, dapat dihubungkan antara kinerja biaya dengan waktu yang berasal dari perhitungan varian dari biaya dan waktu (Khamooshi, 2014).

PT. Propernas Griya Utama sebagai owner perlu melakukan evaluasi keterlambatan proyek yang dilakukan oleh kontraktor. Evaluasi dilakukan agar dapat mengetahui performansi dari proyek tersebut, sehingga diketahui berapa lama pekerjaan tersebut akan selesai dilakukan dan mengetahui faktor – faktor penyebab keterlambatan tersebut

Metode Penelitian

Metodologi penelitian merupakan suatu prosedur yang sistematis untuk mengetahui performansi suatu *project* secara lebih cepat dan akurat yang digunakan sebagai

pedoman dalam melakukan suatu penelitian. Tahapan dan langkah penelitian ini disajikan dalam bentuk *flowchart* pada gambar 2



Gambar 2. Metodologi Penelitian

Pengertian Kegiatan dan Manajemen Proyek

Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya terbatas dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sarannya telah digariskan dengan jelas (Ervianto, 2002).

Manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Perencanaan menempati urutan pertama, karena perencanaan merupakan proses mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran termasuk menyiapkan segala sumber daya untuk mencapainya. Sedangkan pengendalian adalah kegiatan memantau dan menjaga agar langkah-langkah kegiatan tersebut tetap terarah pada tujuan yang telah ditetapkan dan memastikan sumber daya terpakai secara efektif dan efisien. Dari pengertian di atas terlihat bahwa ciri pokok proyek adalah sebagai berikut :

- a. Memiliki tujuan yang khusus, produk akhir atau hasil kerja akhir.
- b. Jumlah biaya, sasaran jadwal serta kriteria mutu dalam proses mencapai tujuan di atas telah ditentukan.
- c. Bersifat sementara, dalam arti umumnya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan akhir telah ditentukan dengan jelas.
- d. Kegiatan bersifat non rutin, tidak berulang-ulang. Jenis dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

Suatu proyek dapat muncul karena beberapa alasan, antara lain :

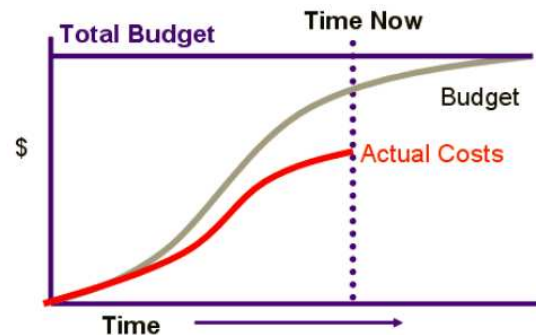
- a. Berasal dari permintaan pemerintah, proyek biasanya dititikberatkan untuk kepentingan umum, contoh : proyek pembangunan jalan, bendungan.
- b. Berawal dari permintaan pasar. Misal penelitian, pengembangan serta perluasan maupun pembangunan fasilitas produksi baru karena permintaan pasar terhadap produk cukup besar.

Semua proyek selalu mengandung resiko yang cukup besar menyangkut manajemen yang diterapkan dalam proyek tersebut. Manajemen proyek yang asal-asalan akan menyebabkan kerugian materi, waktu dan tenaga juga kredibilitas perusahaan yang menangani proyek, bahkan bisa merusak sistem yang telah mapan. Proyek harus mampu memberikan optimasi sistem yang ada, sehingga manajemen proyek yang baik harus ditekankan pada :

- a. Organisasi proyek harus tangguh, tahan terhadap gangguan yang timbul baik dari dalam maupun luar organisasi.
- b. Analisa kebutuhan sumber daya harus akurat dan toleransi yang diberlakukan harus akurat karena harga yang dibayar akan sangat mahal bila proyek gagal.
- c. Pelaksanaan pekerjaan harus sesuai dengan yang telah disusun. (Soeharto, 1999)

Earned Value Analysis

Pada suatu proyek konstruksi perencanaan dan pengendalian proyek harus dipandang sebagai satu kesatuan yang terintegrasi dalam system pengelolaan proyek. Terlebih untuk proyek besar seperti yang telah disebutkan sebelumnya, dimana akan terdapat banyak kegiatan dan logika ketergantungan yang akan melibatkan banyak pihak. ada gambar 3 dibawah menjelaskan penjadwalan biaya dan waktu secara tradisional yang sering digunakan perusahaan konstruksi dalam menyelesaikan masalahnya.



Gambar 3 Penjadwalan biaya dan waktu tradisional
Sumber : Husen, 1999

Dalam kasus ini sangat penting untuk merencanakan suatu system pengendalian proyek yang sistematis dan komprehensif. Sistem pengendalian diciptakan untuk memastikan agar perencanaan dapat mendorong pelaksanaan berjalan dengan lancar dan menciptakan sistem pengendalian yang efektif dan efisien dalam mengontrol 3 aspek utama : biaya, waktu dan mutu.

Suatu konsep pengendalian terintegrasi yang dapat menganalisis penyimbangan biaya dan jadwal pertama kali diperkenalkan oleh Departemen Pertahanan AS pada tahun 1967. Konsep ini dikenal dengan C/SCSC (*Cost/Schedule Control System Criteria*) atau earned value (Soemardi, dkk, 2005) Konsep ini telah berkembang pesat dan mulai diterapkan dalam manajemen proyek konstruksi. Konsep ini dipadukan dengan konsep perencanaan bertingkat yang membagi proyek menjadi sub-sub proyek. Umpan balik sangat penting terhadap keberhasilan dalam proyek apapun. Umpan balik yang tepat waktu dan dan tepat sasaran akan membuat manajer proyek untuk mengidentifikasi masalah lebih cepat dan membuat beberapa penyesuaian yang bisa menjaga proyek berjalan sesuai dengan waktu dan biaya.

Earned Value Analysis (EVA), atau analisa nilai yang diperoleh telah terbukti sebagai salah satu cara yang paling efektif untuk mengukur pekerjaan proyek dan sebagai alat umpan balik dalam mengatur proyek. Cara tersebut memungkinkan para manajer

untuk mendekati diri pada siklus managerial *plan-do-check-act* (merencanakan-melakukan-memeriksa-tindakan). Metode earned value ini dapat membantu dengan jelas dan objektif dimanakah perkembangan proyek dan kemanakah perkembangan tersebut akan berlangsung. Metode ini menggunakan pola-pola dan kejadian yang sering terjadi di masa lampau untuk dijadikan prediksi di masa depan sebagai prinsip-prinsip dasar (Ahuja H N, 1984).

Terminologi Dasar

Dalam konsep *earned value* dikenal beberapa parameter untuk mengendalikan biaya proyek menurut Anbari (2003) yang bisa dilihat pada Gambar 2.3 antara lain :

- a. BCWS (*Budgeted Cost Work Schedule*)
BCWS adalah merupakan anggaran biaya yang dialokasikan berdasarkan rencana kerja yang telah disusun terhadap waktu. BCWS dihitung dari akumulasi anggaran biaya yang direncanakan untuk pekerjaan dalam periode waktu tertentu. BCWS pada akhir proyek (penyelesaian 100%) disebut BAC (*Budget At Completion*).
- b. BCWP (*Budgeted Cost Work Performed*)
BCWP yaitu kemajuan yang telah dicapai berdasarkan nilai uang dari pekerjaan-pekerjaan yang telah diselesaikan pada periode waktu tertentu. BCWP inilah yang disebut *earned value*. BCWP dinilai berdasarkan presentase pekerjaan yang telah dilaksanakan, dinilai dengan suatu ukuran kemajuan pekerjaan yang telah ditetapkan dan merupakan akumulasi dari pekerjaan-pekerjaan yang telah diselesaikan.
- c. ACWP (*Actual Cost Work Performed*)
ACWP adalah biaya actual yang dikeluarkan untuk menyelesaikan pekerjaan sampai pada periode tertentu. ACWP dapat disajikan per periode atau kumulatif.
- d. BAC (*Budget At Completion*)
BAC adalah budget rencana yang akan diserap oleh keseluruhan proyek atau keseluruhan pekerjaan. Nilainya adalah nilai proyek tersebut atau nilai kontrak yang harus diselesaikan atau nilai keseluruhan pekerjaan.

Variansi

Menurut Soeharto (1999) Variansi dibagi dalam :

- a. SV (*Schedule Variance*)
Yaitu variansi atau perbedaan antara kemajuan pekerjaan yang dicapai dengan yang direncanakan pada periode tertentu yang menunjukkan posisi kemajuan pekerjaan tersebut pada periode tersebut. *SVcum* kumulatif adalah variansi antara kemajuan pekerjaan yang telah dicapai dengan yang direncanakan.

$$SV = BCWP - BCWS$$

- b. CV (*Cost Variance*)
Yaitu variansi atau perbedaan antara biaya yang harus dikeluarkan untuk mengerjakan suatu pekerjaan pada periode tertentu dengan kemajuan pekerjaan yang dicapai pada periode tersebut yang menggambarkan posisi keuangan pekerjaan pada periode yang bersangkutan. *CVcum* adalah kumulatif variansi antara biaya yang telah dikeluarkan dengan kemajuan aktual kumulatif.

$$CV = BCWP - ACWP$$

- c. VAC (*Variance at Completion*)
Yaitu variansi biaya yang diperkirakan akan terjadi pada saat proyek telah selesai berdasarkan produktifitas terakhir sedangkan *VACcum* berdasarkan produktifitas rata-rata.

$$VAC = BAC - EAC$$

$$VACcum = BAC - EACcum$$

Indeks Pelaksanaan Pekerjaan

Menurut Soeharto (1999) Indeks Pelaksanaan Pekerjaan dibagi dalam :

- a. SPI (*Schedule Performance Index*)
SPI yaitu indeks yang menunjukkan produktivitas (efisiensi jadwal) berdasarkan kemajuan yang dicapainya pada periode tertentu sedangkan *SPIcum* adalah indeks produktivitas pekerjaan berdasarkan kumulatif kemajuan yang dicapainya sampai periode tertentu.

$$SPI = BCWP / BCWS$$

$$SPIcum = BCWPcum / BCWScum$$

- b. CPI (*Cost Performance Index*)
Yaitu indeks yang menunjukkan produktifitas keuangan (efisiensi biaya) atau keuangan berdasarkan penyerapan biaya yang sebenarnya terjadi sampai pada penyerapan proyek berdasarkan penyerapan biaya yang sebenarnya terjadi pada periode tertentu. *CPIcum* adalah indeks yang menunjukkan produktivitas periode tertentu.

$$CPI = BCWP / ACWP$$

$$CPIcum = BCWPcum / ACWPcum$$

Estimasi Untuk Menyelesaikan Proyek dan Peramalan Biaya Akhir

- a. ETC (*Estimate to Complete*) yaitu sejumlah biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek berdasarkan data produktivitas terakhir yang dicapai.

$$ETC = (BAC - BCWPcum) / CPI$$

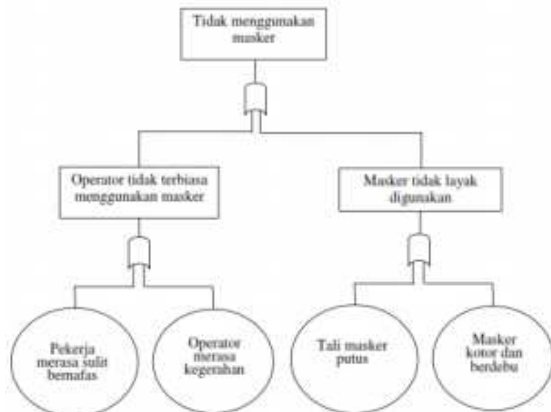
- b. EAC (*Estimate at Complete*) adalah besarnya biaya yang akan diserap secara keseluruhan oleh proyek berdasarkan data produktivitas terakhir yang dicapai. Sedangkan *EACcum* adalah besarnya biaya yang akan diserap secara keseluruhan oleh produk berdasarkan data produktivitas rata-rata.

$$EAC = ACWPcum + ETC$$

Langkah - Langkah FTA

Langkah-langkah FTA (Blanchard, 2004) dalam suatu sistem, sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi kejadian atau peristiwa terpenting dalam sistem (*top level event*), langkah pertama dalam FTA ini merupakan langkah penting karena akan mempengaruhi hasil analisis sistem. Pada tahap ini, dibutuhkan pemahaman tentang sistem dan pengetahuan tentang jenis-jenis kerusakan (*undesired event*) untuk mengidentifikasi akar permasalahan sistem.
2. Membuat pohon kesalahan (*fault tree*), Setelah permasalahan terpenting teridentifikasi, langkah berikutnya adalah menyusun urutan sebab akibat pohon kesalahan (*fault tree*). Pada tahap ini, cause and effect diagram (*ishikawa*) dapat digunakan untuk menganalisis kesalahan dan mengeksplorasi keberadaan kerusakan- kerusakan yang tersembunyi.
3. Menganalisis pohon kesalahan (*fault tree*), Analisis pohon kesalahan (*fault tree*) diperlukan untuk memperoleh informasi yang jelas dari suatu sistem dan perbaikan-perbaikan apa yang harus dilakukan pada sistem.



Gambar 4 Contoh Fault tree Analysis (FTA)

Hasil dan Pembahasan

Data Proyek

Adapun data - data umum proyek pembangunan MEP sebagai berikut :

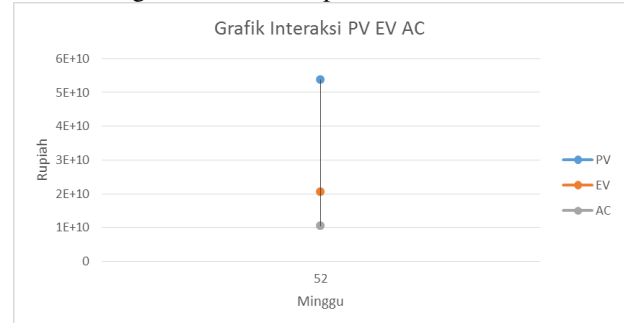
- Kontraktor : PT. Indospec
- Alamat Proyek : Jl. Ki Mangunsarkoro, No. 36, Semarang
- Nilai Proyek : Rp 61.481.000.000
- Kurva S : (Terlampir)

Perhitungan Kinerja Proyek Minggu ke – 52

Untuk mendapatkan nilai *Plan value* (PV) dan *Earned value* (EV), langkah pertama yang harus dilakukan yaitu dengan meninjau kurva S dan nilai dari RA kontrak. Maka didapatkan :

- PV = Rencana Progress x RAB
= 87,40% x Rp 61.481.000.00
= Rp 53.734.394.000
- EV = Presentasi Realisasi x RAB
= 33,53% x Rp 61.481.000.000
= Rp 20.614.579.300
- AC = Rp 12.000.000.000

Selanjutnya dari hasil perhitungan PV, EV, dan AC tersebut, akan disajikan menjadi bentuk Gambar 5. grafik interaksi seperti dibawah ini :



Gambar 5. Grafik Interaksi PV EV AC

Dari ketiga indikator diatas maka diperoleh besaran kinerja proyek sebagai berikut :

- *Schedule Varians* (SV)
Didapat dari pengurangan EV dan PV
= EV – PV
= Rp 20.614.579.300 – Rp 53.734.394.000
= Rp – 33.119.814.700
- *Cost Varians* (CV)
Didapat dari pengurangan PV dan AC
= EV – AC
= Rp 20.614.579.300 – Rp 12.000.000.000
= Rp 8.614.579.300
- *Schedule Performance Index* (SPI)
Didapat dari ratio antara EV dan PV
= EV / PV
= Rp 20.614.579.300 / Rp 53.734.394.000
= 0,38
- *Cost Performance Index* (CPI)
Didapat dari ratio antara EV dan AC
= EV / AC
= Rp 20.614.579.300 / Rp 12.000.000.000
= 1,7

Perkiraan Biaya dan Waktu Akhir Proyek Minggu ke- 52

Selain dapat digunakan untuk menganalisa kinerja proyek, dapat juga digunakan untuk memperkirakan biaya dan waktu penyelesaian proyek. Prakiraan tersebut dapat bermanfaat untuk memberikan suatu *early warning* mengenai hal yang akan terjadi di masa datang. Berikut ini adalah perkiraan biaya akhir proyek pada minggu ke – 52

- ETC = (RAB – EV)
= (Rp61.481.000.000 – Rp 20.614.579.300)
= Rp 40.866.420.700
- EAC = AC + ETC
= Rp 12.000.000.000 + Rp 40.866.420.700
= Rp 52.866.420.700

Berdasarkan perhitungan di atas perkiraan biaya penyelesaian proyek adalah sebesar Rp 52.866.420.700, sehingga dapat diketahui deviasi antara biaya rencana penyelesaian proyek (RAB) dengan biaya perkiraan penyelesaian (EAC) pada minggu ke-52 sebesar Rp 8.614.579.300

Untuk perkiraan waktu penyelesaian proyek adalah sebagai berikut :

- Waktu rencana (OD) : 54 minggu
- Waktu yang telah ditempuh (ATE): 52 minggu
- Nilai indeks SPI : 0.38

Maka estimasi waktu penyelesaian proyek (TE) dapat dihitung sebagai berikut :

$$TE = ATE + (OD - (ATE \times SPI)) / SPI$$

$$= 52 + (54 - (52 \times 0.38)) / 0.38$$

$$= 142 \text{ minggu}$$

Berdasarkan hasil estimasi nilai TE diatas maka dapat disimpulkan bahwa waktu penyelesaian proyek lebih lama dari schedule yang direncanakan (54 minggu).

Perkiraan Rencana Terhadap Penyelesaian Proyek

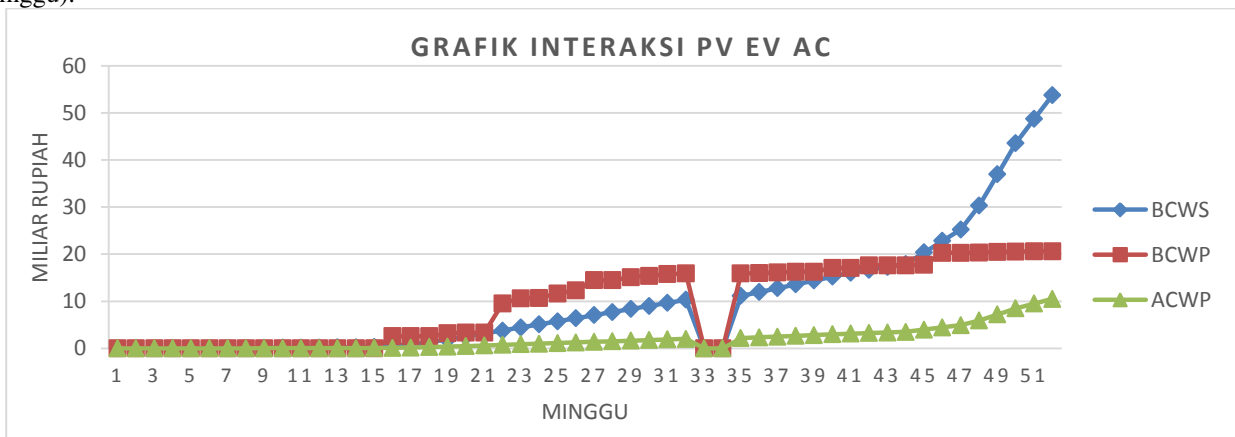
Perkiraan rencana terhadap penyelesaian proyek dapat diketahui berdasarkan nilai parameter indeks prestasi penyelesaian atau disebut *To Complete Performance Index* (TCPI). Angka TCPI adalah angka indeks kemungkinan dari sebuah perkiraan. Indeks ini bisa digunakan untuk menambah kepercayaan dalam pelaporan penilaian sisa pekerjaan

$$TCPI = ((RAB - EV) / (EAC - AC))$$

$$= ((Rp 61.481.000.000 - Rp 20.614.579.300) / (Rp 52.866.420.700 - Rp 12.000.000.000)) = 1 : 1$$

Dari nilai indeks diatas, nilai indeks kepercayaan kinerja pada minggu ke – 52 sama dengan 1, sehingga dapat diartikan bahwa proyek ini masih berjalan sesuai rencana.

Selanjutnya perhitungan analisa kinerja proyek, perkiraan biaya dan waktu penyelesaian akhir proyek, dan analisa perkiraan terhadap penyelesaian proyek pada minggu ke – 1 sampai minggu ke 52 akan diberikan pada tabel di Lampiran 4.1. Dari hasil perhitungan PV, EV, dan AC dari minggu – 1 sampai minggu ke – 52, akan disajikan menjadi bentuk gambar 6 grafik interaksi seperti dibawah ini :

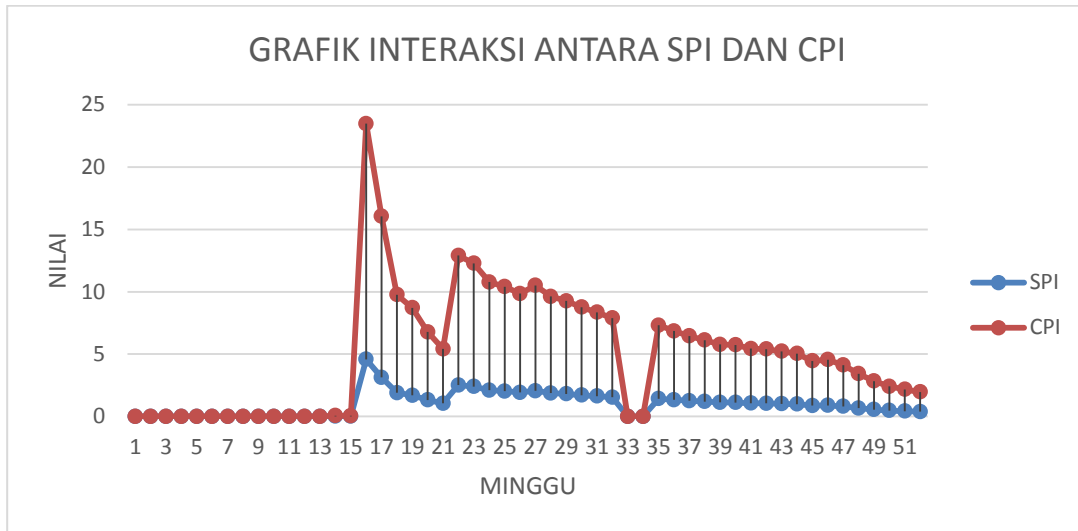


Gambar 6 Grafik Interaksi PV EV AC Minggu ke 1 – 52

Dari perhitungan tabel diatas dari minggu ke -1 sampai minggu ke – 52, maka selanjutnya akan dibuat grafik interaksi antara CV dan SV pada gambar 4.3, sebagai berikut :



Dari perhitungan tabel diatas dari minggu ke -1 sampai minggu ke – 52, maka selanjutnya akan dibuat grafik interaksi antara SPI dan CPI padagambar sebagai berikut :



Gambar 7 Grafik Interaksi SPI dan CPI Minggu ke 1 – 52

Analisis Faktor Keterlambatan Proyek MEP dari PT. Indospec

Keterlambatan dari PT. Indospec disebabkan beberapa faktor penyebab yang mengakibatkan keterlambatan dalam jalannya proyek MEP. Beberapa penyebab keterlambatan dari pihak PT. Indospec berdasarkan wawancara dengan Manajer Proyek setempat diantaranya yaitu :

1. Ketersediaan material yang mengakibatkan keterlambatan dalam MEP, diantaranya :
 - a. Material yang belum ada di proyek dikarenakan penyesuaian biaya dari kontraktor, dan tidak adanya gudang sehingga membuat koordinasi dengan pihak supplier harus tepat.
 - b. Material yang terlambat di proyek dikarenakan beberapa pembelian barang dilakukan melalui pembelian di luar negeri, sehingga menyebabkan beberapa barang terlambat datang karena adanya koordinasi yang salah dari pihak kontraktor dan supplier. Material yang belum jadi juga disebabkan karena pembuatan beberapa panel listrik yang dilaksanakan oleh sub kontraktor, sehingga pemilihan sub kontraktor yang salah menyebabkan beberapa pekerjaan menjadi terganggu.
2. Pemasangan material terganggu yang mengakibatkan keterlambatan MEP diantaranya :
 - a. Fisik belum selesai menyebabkan beberapa pekerjaan MEP tidak dapat dijalankan,

dikarenakan beberapa pekerjaan sangat berhubungan kaitanya dengan fisik selesai, seperti misalnya pekerjaan matv, cctv, hvac, sprinkler, hydrant dan beberapa lainnya, agar pemasangannya sesuai dengan arsitektur dan struktur bangunan yang direncanakan.

- b. Sumber daya manusia (sdm) menjadi penting saat pemasangan material, dikarenakan pekerjaan pemasangan material MEP sangat erat kaitanya dengan kemampuan sdm tersebut dan koordinasi dengan kontraktor fisik. Koordinasi yang tidak tepat dan kemampuan pekerja rendah menyebabkan beberapa pemasangan tegangan rendah, elevator, travo menjadi terhambat karena beberapa aspek pemasangan yang salah, karena juga menjadi pertama kalinya melakukan pembangunan MEP pada gedung bertingkat. Koordinasi juga tidak tepat menyebabkan kurva S saat awal proyek tidak disesuaikan dengan kemampuan kontraktor fisik sehingga tidak tepat dengan jadwal yang telah direncanakan oleh kontraktor MEP.
3. Perizinan PLN yang mengakibatkan keterlambatan MEP diantaranya :
 - a. Sumber daya manusia (SDM) PLN sangat penting kaitanya dengan beberapa perizinan dalam pemasangan trafo maupun penyambungan listrik. Dalam pemasangan trafo dan tegangan listrik perlu adanya koordinasi yang baik dengan PLN, yang mana kaitanya tersebut dengan sdm PLN yang

- mengurus pemasangan listrik. Pemilihan beberapa sdm di PLN yang tepat bisa membuat progress yang baik dalam pembangunan MEP, khususnya bagian penyambungan listrik dan pemasangan trafo.
- b. Administrasi dalam pendaftaran penyambungan listrik mengakibatkan keterlambatan dalam pembangunan MEP. Administrasi dalam penyambungan listrik meliputi surat perintah kerja dan sub kontraktor listrik dari pihak PLN yang berhak melakukan pemasangan trafo, yang telah ditunjuk oleh PLN sebagai rekanan. Pemilihan orang dalam PLN yang salah dapat mengakibatkan pekerjaan menjadi terhambat dalam pemasangan trafo karena kaitannya dengan perijinan dari PLN.

Analisis Faktor Keterlambatan Proyek MEP dari PT. Wijaya Karya

Beberapa faktor keterlambatan dalam proyek MEP disebabkan juga oleh kontraktor fisik, mengingat beberapa pekerjaan saling erat kaitannya dengan beberapa pekerjaan fisik yang seharusnya sudah diselesaikan tepat pada waktunya. Berdasarkan wawancara dengan Manajer Proyek PT. Wijaya Karya, didapatkan beberapa penyebab yaitu :

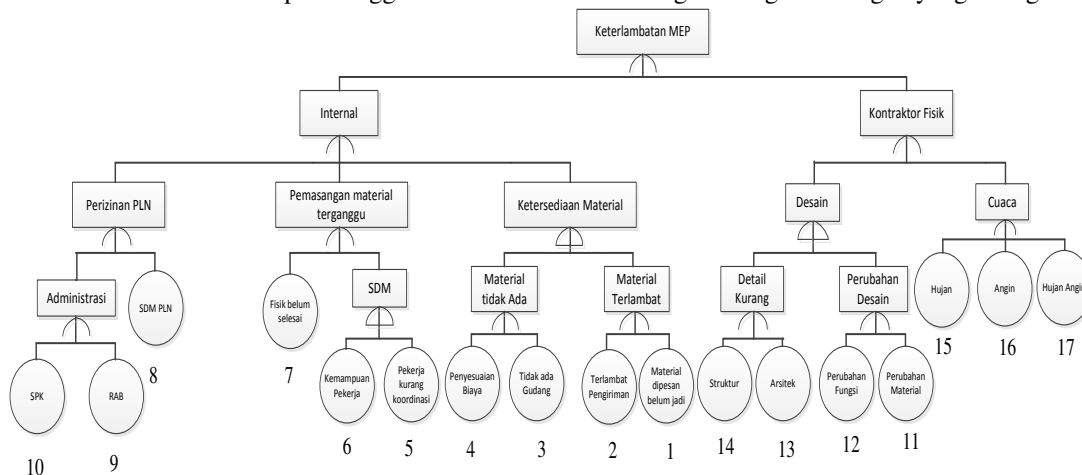
1. Desain yang mengakibatkan keterlambatan MEP diantaranya :
 - a. Perubahan desain dari owner dan konsumen dalam pembelian apartemen mengakibatkan beberapa rencana pekerjaan perubahan ikut mengganggu jalannya pembuatan MEP, dimana perubahan desain menyebabkan perubahan

fungsi dan perubahan beberapa material, yang mengakibatkan jalannya pekerjaan arsitektur menjadikan pekerjaan yang paling tidak sesuai tepat pada waktunya.

- b. Detail yang kurang dari pihak kontraktor, khususnya pemasangan beberapa MEP dan arsitek yang berubah, ditambah dengan koordinasi yang tidak baik dari pihak MEP menyebabkan beberapa perubahan struktur dan arsitek detail menjadi berubah, sehingga menyebabkan pekerjaan menjadi lama dalam hal struktur dan arsitek desain.
2. Cuaca yang mengakibatkan keterlambatan MEP diantaranya :
 - a. Musim hujan pada akhir tahun turut mempengaruhi keterlambatan dalam pekerjaan fisik dan menyebabkan beberapa pekerjaan MEP menjadi terlambat, yang kaitannya berhubungan dengan pekerjaan kontraktor fisik.
 - b. Angin yang kencang pada akhir tahun dikarenakan musim hujan menyebabkan beberapa pekerjaan diperlambat dikarenakan cuaca tidak mendukung, analisis waktu pembangunan yang tidak tepat menyebabkan keterlambatan yang cukup lama. Hujan angin yang sangat kencang sangat berbahaya dalam pekerjaan fisik, sehingga mengakibatkan keterlambatan dalam pekerjaan. Analisis waktu yang tidak tepat menyebabkan keterlambatan yang cukup lama sehingga diperlukan analisis kurva S yang baik oleh kontraktor.

Pembentukan Minimal Cut Set

Cut set merupakan himpunan dari *basic event* dimana jika semua *basic event* muncul maka *top event* akan terjadi. Mencari minimal *cut set* dapat menggunakan analisa *mocus* dengan mengambil angka yang sering muncul.



Gambar 8 Minimal Cut Set

Basic event berdasarkan nomor :

1. Material Dipesan Belum Jadi
2. Terlambat Pengiriman
3. Tidak Ada Gudang
4. Penyesuaian Biaya
5. Pekerja Kurang Koordinasi
6. Kemampuan Pekerja
7. Fisik Belum Selesai
8. Sumber Daya Manusia PLN
9. Rencana Anggaran Biaya
10. Surat Perintah Kerja
11. Perubahan Material
12. Perubahan Fungsi
13. Arsitek
14. Struktur
15. Hujan
16. Angin
17. Hujan Angin

Hasil Minimal Cut Set

Minimal Cut Set			
1,3	7	11,14	17
1,4	8		12,13
2,3	9		12,14
2,4	10		15
5,6	11,13		16

Dengan berdasarkan hasil dari minimal *cut set*, maka angka yang sering muncul dapat menjadi akar penyebab terjadinya keterlambatan MEP. Angka yang sering muncul dari minimal *cut set* yaitu:

1. Material Dipesan Belum Jadi
2. Terlambat Pengiriman
3. Tidak Ada Gudang
4. Penyesuaian Biaya
11. Perubahan Material
12. Perubahan Fungsi
13. Arsitektur
14. Struktur

Rekomendasi Hasil Minimal Cut Set Proyek MEP PT. Indospec

Hasil dari minimal *cut set* terdapat empat kesalahan utama yang menjadi penyebab keterlambatan

MEP yang disebabkan oleh PT. Indospec sendiri. Dari empat masalah tersebut, terdapat rekomendasi untuk PT. Indospec diantaranya :

1. Material Dipesan Belum Jadi
Material yang belum jadi disebabkan karena pembuatan beberapa panel listrik yang dilaksanakan oleh sub kontraktor, sehingga pemilihan sub kontraktor oleh PT. Indospec yang salah menyebabkan beberapa pekerjaan menjadi terganggu. Pemilihan sub kontraktor yang benar sangat erat kaitannya dengan kesuksesan suatu proyek. Pengambilan keputusan dari divisi procurement yang tepat dapat menghindari kesalahan dalam pemilihan sub kontraktor.
2. Terlambat Pengiriman
Terlambat pengiriman dikarenakan beberapa pembelian barang dilakukan melalui pembelian di luar negeri, sehingga menyebabkan beberapa barang terlambat datang karena adanya koordinasi yang salah dari pihak kontraktor dan supplier. Untuk mencegah hal ini terjadi maka PT. Indospec pemilihan supplier yang tepat dan koordinasi yang baik agar pengiriman barang dapat terjadi tepat pada waktunya.
3. Tidak Ada Gudang
Tidak ada gudang menyebabkan beberapa barang harus dibeli sesuai dengan tenggat waktu proyek. Apabila proyek tersebut berjalan terlalu cepat maka kontraktor harus membeli barang tepat waktu, dan apabila barang terlambat, kontraktor harus juga menyesuaikan pembelian barang. Mempunyai gudang sendiri sangat diperlukan oleh PT. Indospec agar penyimpanan barang sesuai dan menghemat beberapa pembelian karena dapat dipesan jauh hari, dan dapat menghindari inflasi tahunan apabila proyek berjalan terlambat melebihi tahun.
4. Penyesuaian Biaya
Penyesuaian biaya dari pihak kontraktor menyebabkan beberapa material tidak ada di dalam proyek. Pemilihan pendanaan yang tepat oleh PT. Indospec dalam sebuah proyek sangat diperlukan, dimana dapat menjadi acuan kontraktor untuk dapat menyesuaikan ritme suatu proyek, agar proyek dapat berjalan sesuai rencana, sehingga cashflow keuangan dalam perusahaan juga menjadi seimbang.

Rekomendasi Hasil Minimal Cut Set Proyek MEP PT. Wijaya Karya

Hasil dari minimal *cut set* terdapat empat kesalahan utama yang menjadi penyebab keterlambatan MEP yang disebabkan oleh PT. Wijaya Karya. Dari empat masalah tersebut, terdapat rekomendasi untuk PT. Wijaya Karya diantaranya :

1. Perubahan Material
Perubahan material yang disebabkan perubahan oleh owner maupun para pembeli, harus dapat diantisipasi jauh hari. Perubahan yang tidak diantisipasi dapat mengakibatkan pekerjaan MEP menjadi mundur, dikarenakan beberapa pekerjaan membutuhkan bangunan fisik yang telah jadi. Koordinasi dari PT. Wijaya Karya, Tbk terhadap PT. Propernas Griya Utama maupun PT. Indospec sangat diperlukan agar kejadian seperti ini tidak terulang kembali.
 2. Perubahan Fungsi
Perubahan beberapa fungsi bangunan menuntut perubahan dalam penataan MEP. Penyesuaian fungsi dalam sebuah proyek harus direncanakan dengan sangat matang mengingat perubahan fungsi mengakibatkan perubahan lama rencana, sehingga menyebabkan kurva S dalam proyek tidak sesuai dengan rencana. Koordinasi ketiga pihak sangat diperlukan agar kejadian seperti ini tidak terulang kembali, yaitu antara pihak PT. Indospec, PT. Wijaya Karya, maupun PT. Propernas Griya Utama.
 3. Arsitektur
Pekerjaan arsitektur yang belum selesai dapat mengakibatkan penundaan dalam pekerjaan MEP. Pemilihan sub kontraktor yang salah dari pihak kontraktor fisik mengakibatkan pihak kontraktor MEP tidak dapat mengerjakan beberapa pekerjaan mengingat dapat mengganggu estetika dan mempersulit pekerjaan pihak arsitektur apabila dipasang terlebih dahulu. Pemilihan sub kontraktor yang tepat sangat diperlukan oleh PT. Wijaya Karya dalam pengerjaan arsitektur, agar tepat pada waktu yang telah ditetapkan dalam proyek.
 4. Struktur
Perubahan beberapa struktur bangunan menuntut perubahan dalam penataan MEP. Perubahan struktur disebabkan oleh beberapa tenant dan pihak pembeli menuntut beberapa penambahan dan perubahan sehingga mengakibatkan beberapa pekerjaan MEP menjadi tertunda. Detail yang kurang akibat dari perubahan struktur menuntut pekerjaan yang terus diulang dalam hal detail, sehingga beberapa pemasangan yang seharusnya dapat dipasang tepat waktu menjadi molor dari jadwal yang telah ditetapkan. Koordinasi ketiga pihak sangat diperlukan agar kejadian seperti ini tidak terulang kembali, yaitu antara pihak PT. Indospec, PT. Wijaya Karya, maupun pihak PT. Propernas Griya Utama.
1. Pada akhir peninjauan, nilai kinerja *schedule proyek* atau SPI adalah sebesar 0,38 yang artinya proyek mundur dari target waktu yang telah ditetapkan. Realisasi pekerjaan proyek pembangunan MEP adalah 33,53% sedangkan target rencana sebesar 87,4% sehingga proyek telah mengalami keterlambatan sebesar 53,87 %. Sedangkan dilihat dari segi kinerja biaya proyek, nilai CPI sebesar 1,7 artinya biaya proyek telah dikeluarkan masih berada dibawah biaya yang telah dianggarkan. Untuk TCPI dalam proyek ini sebesar 1:1, artinya proyek berjalan di tempat.
 2. Perkiraan biaya akhir pada kinerja proyek minggu 52 adalah sebesar Rp 52.866.420.700, dan nilai tersebut masih dibawah biaya yang dianggarkan (RAB) sebesar Rp 61.481.000.000, sehingga dapat diketahui perusahaan mendapatkan profit antara biaya rencana penyelesaian proyek (RAB) dengan biaya perkiraan penyelesaian (EAC) sebesar Rp 8.614.579.300, dan waktu akhir pembangunan proyek MEP Sentraland Semarang adalah 142 minggu hari yang artinya waktu akhir proyek mundur dari yang direncanakan.
 3. Faktor – faktor yang mempengaruhi keterlambatan proyek disebabkan oleh kedua belah pihak, yaitu PT. Indospec selaku kontraktor MEP dan beberapa penyebab disebabkan oleh PT. Wijaya Karya selaku kontraktor fisik. Delapan *basic event* dari hasil minimal *cut set* menjadi penyebab keterlambatan proyek MEP, yaitu dari pihak PT. Indospec diantaranya material dipesan belum jadi, terlambat pengiriman, tidak ada gudang, penyesuaian biaya, dan dari pihak PT. Wijaya Karya yang menyebabkan keterlambatan MEP diantaranya perubahan material, perubahan fungsi, arsitektur, dan desain.
 4. Koordinasi yang baik dalam pengerjaan proyek dan persiapan yang matang sangat penting agar keterlambatan dalam proyek dapat dihindari. Dalam keterlambatan proyek konstruksi akan merugikan semua pihak sebagai berikut:
 - Owner, keterlambatan penyelesaian pekerjaan proyek akan menyebabkan kerugian terhadap waktu operasi hasil proyek, sehingga penggunaan hasil pembangunan menjadi terlambat.
 - Kontraktor, penyelesaian pekerjaan proyek terlambat akan mengalami kerugian waktu dan biaya, karena keuntungan yang diharapkan oleh kontraktor akan berkurang, atau bahkan tidak mendapat keuntungan sama sekali. Selain kemungkinan keterlambatan proyek bisa berakibat kehilangan peluang pekerjaan untuk proyek konstruksi yang lain.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan, maka dapat disimpulkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja, H. N. 1984. *Project Management, Techniques in Planning and Controlling Construction Project*, John Willey & Sons Inc
- Amalia, Ridhati. 2012. **Analisa Penyebab Keterlambatan Proyek Pembangunan Sidoarjo Town Square Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA)**, Tugas Akhir, Institut Teknologi Surabaya
- Anbari, F. 2003. *Earned Value Project Management Method and Extensions*, Project Management Journal, Project Management Institute
- Blanchard, Benjamin S. 2004. *Logistics Engineering And Management sixth edition*, New Jersey: Penerbit Pearson Prentice Hall.
- Ervianto, Wulfram I. 2002. **Manajemen Proyek Konstruksi, Edisi Pertama**, Yogyakarta : Salemba Empat
- Hartawan, Harry. n.d. 1995. **Analisa Keterlibatan Manajemen Proyek Dalam Proses Perencanaan dan Pengendalian Proyek Selama Pelaksanaan Konstruksi**, Tugas Akhir, Universitas Indonesia
- Husen, Abrar. 1999. *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset
- Khamooshi, Homayoun. 2014. *EDM: Earned Duration Management, a new approach to schedule performance management and measurement*, Department of Decision Sciences School of Business, The George Washington University, Washington, United States
- Lubis, Ibrahim. 2000. **Pengendalian dan Pengawasan Proyek dalam Manajemen**, Jakarta : Penerbit Ghalia Indonesia
- Naderpour. 2011. *Improving Construction Management of an Educational Center by Applying Earned Value Technique*, Civil Engineering Department, Sharif University of Technology, Teheran, Iran
- Soeharto, Iman. 1999. **Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional**, Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Stamatis, D.H. 1995. *Failure Mode And Effect Analysis*. ASQ, Milwaukee.
- Trisnowardono, Nono. 2006. **Menuju Usaha Jasa Konstruksi yang Handal**, Jakarta: Penerbit Abdi Tandur