

OPTIMASI PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI DENGAN METODE PERT DAN CPM

Oleh :

Amiruddin Hi. Muhammad

Email : amiruddin_muhammad@yahoo.co.id

Dosen Fakultas Teknik Universitas Nuku Tidore

ABSTRACT

Implementation of a project work requires not only a reliable human resources, but also must be supported by a good management. Planning project activities is an issue that is very important because it is the basis for project planning in order to be able to finish the projects implemented with time and cost optimal. Method PERT and CPM is a management tool that is associated with the planning and control of costs and time on a project. Both of these methods can be applied in carrying out the project, so that all work can be run according to plan and provide more satisfactory results.

The purpose of this study was to evaluate the time and cost Development Project Market Sarimalaha Tidore Islands, North Maluku. In searching for the possibility of achieving time a project that has been planned in the schedule with the analysis using PERT method and analyze the time and cost of the project through the acceleration of activity using CPM method. The data used data is market development project Sarimalaha Tidore Islands..

From the research that has been carried out showed that that the possibility of the project is completed in accordance with the Time scedulle based analysis using PERT method amounted to 98.42%. For the analysis of acceleration events with CPM method showed that that the maximum acceleration of the process of acceleration occurs when the project can be accelerated up to 162,17 days from 170 days when the original plan and the cost of the project rose to Rp.8.857.795.386,00 of plan costs prior to acceleration is Rp.8,775,686,914.00. Thus a reduction in project time for 7,83 days and increase the cost of Rp.82.108.472,00at the time of reaching the maximum acceleration.

Keywords: *Planning, Time schedule, Method PERT and CPM, Market Development Project Sarimalaha Tidore Islands, North Maluku.*

ABSTRAK

Pelaksanaan pekerjaan suatu proyek membutuhkan tidak hanya sumber daya manusia yang handal, tetapi juga harus didukung dengan suatu manajemen yang baik. Perencanaan kegiatan proyek merupakan masalah yang sangat penting karena perencanaan merupakan dasar untuk proyek agar proyek yang dilaksanakan dapat selesai dengan waktu dan biaya yang optimal. Metode PERT dan CPM merupakan alat bantu manajemen yang berkaitan dengan perencanaan dan pengendalian biaya dan waktu pada suatu proyek. Kedua metode tersebut dapat diterapkan dalam melaksanakan proyek, sehingga semua pekerjaan dapat berjalan menurut rencana dan memberikan hasil yang lebih memuaskan.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi waktu dan biaya Proyek Pembangunan Pasar Sarimalaha Kota Tidore Kepulauan, Maluku Utara. Dalam mencari kemungkinan tercapainya waktu proyek yang telah direncanakan dalam time schedulle dengan analisis menggunakan metode PERT dan menganalisis waktu dan biaya proyek melalui percepatan kegiatan dengan menggunakan CPM. Data yang digunakan adalah data Proyek Pembangunan Pasar Sarimalaha Kota Tidore Kepulauan.

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil yaitu bahwa kemungkinan proyek selesai sesuai dengan *Time scedulle* berdasarkan analisis dengan memakai metode PERT adalah sebesar 98,42%. Untuk analisis percepatan kegiatan dengan metode CPM didapatkan hasil yaitu

bahwa pada proses percepatan terjadi percepatan maksimum pada saat proyek dapat dipercepat hingga 162,17 hari dari waktu rencana semula 170 hari dan biaya proyek naik menjadi Rp.8.857.795.386,00 dari rencana biaya sebelum dilakukan percepatan yaitu Rp.8.775.686.914,00. Dengan demikian terjadi pengurangan waktu proyek selama 7,83 hari dan kenaikan biaya sebesar Rp.82.108.472,00 pada saat percepatan mencapai maksimum.

Kata kunci : *Perencanaan, Time Schedulle, Metode PERT dan CPM, Proyek Pembangunan Pasar Sarimalaha Kota Tidore Kepulauan, Maluku Utara.*

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Pelaksanaan pekerjaan pada suatu proyek membutuhkan tidak hanya sumber daya manusia yang handal, tetapi juga suatu manajemen yang baik. Metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) dan CPM (*Critical Path Method*) merupakan alat bantu dalam manajemen yang berkaitan dengan perencanaan dan pengendalian suatu proyek.

Pada perencanaan proyek konstruksi, waktu dan biaya yang dioptimalkan sangat penting untuk diketahui. Hal yang harus dilakukan dalam optimasi waktu dan biaya adalah membuat jaringan kerja proyek (*network*), mencari kegiatan-kegiatan yang kritis dan menghitung durasi proyek.

Pada Metode PERT, penekanan diarahkan kepada usaha mendapatkan kurun waktu yang paling baik. Pada perencanaan dengan PERT, suatu proyek dibagi-bagi dalam banyak *event* dan kegiatan, yakni bagian-bagian kecil dari pekerjaan dan untuk tiap-tiap kegiatan ditentukan lainnya waktu yang diperlukan, sehingga seluruh pekerjaan direncanakan waktu penyelesaiannya dengan teliti. Metode CPM merupakan alat bantu dalam merencanakan dan mengendalikan waktu dan biaya, yaitu mengusahakan agar waktu penyelesaian suatu proyek dapat ditekan serendah mungkin, dalam arti yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, dan biaya yang dikeluarkan untuk mempercepat selesainya pekerjaan ini ditekan serendah mungkin.

Metode analisis jaringan kerja yang banyak digunakan oleh praktisi seperti CPM dan PERT dapat mengklasifikasikan kegiatan sebagai kritis dan tidak kritis. Suatu aktivitas adalah kritis jika pelaksanaan dari aktivitas itu tidak dapat ditunda, sebab jika waktu pelaksanaannya ditunda akan berakibat

memperbesar total waktu penyelesaian dari proyek. Sedangkan aktivitas yang tidak kritis adalah kebalikan dari aktivitas kritis, dalam hal pelaksanaannya dapat ditunda untuk suatu limit tertentu tanpa berpengaruh terhadap waktu penyelesaiannya proyek secara keseluruhan.

2. Rumusan Masalah

- Berapa durasi optimal pelaksanaan proyek pembangunan Pasar Sarimalaha di Kota Tidore kepulauan?
- Berapa total biaya proyek pembangunan Pasar Sarimalaha di Kota Tidore Kepulauan?

3. Tujuan penelitian

- Menyusun jadwal kegiatan proyek dengan pertimbangan waktu penyelesaian proyek dan menentukan waktu penyelesaian tercepat.
- Mencari kemungkinan tercapainya waktu proyek yang telah direncanakan dalam *Time Schedule* dengan analisis menggunakan Metode PERT.
- Menganalisis waktu dan biaya proyek melalui percepatan kegiatan dengan menggunakan Metode CPM.

4. Manfaat penelitian

Mengetahui teknik penjadwalan yang baik untuk mengatur dan mengorganisasikan kegiatan-kegiatan dalam proyek.

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Proyek Konstruksi

Menurut Ervianto (2002) proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut, terdapat suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Proses yang terjadi dalam rangkaian kegiatan tersebut tentunya melibatkan pihak-pihak yang terkait, baik

secara langsung maupun secara tidak langsung.

2. Manajemen Proyek

Ervianto (2002) menyatakan bahwa manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin proyek secara tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu.

3. CPM (*Critical Path Method*)

CPM pada dasarnya menitikberatkan pada persoalan keseimbangan antara biaya dan waktu penyelesaian proyek-proyek yang besar. Dengan CPM, jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan berbagai taraf daripada proyek dianggap diketahui dengan pasti; lebih-lebih hubungan antara jumlah sumber-sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek juga dianggap diketahui. Sehingga, CPM juga dapat didefinisikan sebagai suatu analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan.

4. Jaringan Kerja (*Network Planning*)

Network Planning (Jaringan Kerja) adalah alat yang digunakan untuk merencanakan, menjadwalkan dan mengendalikan kemajuan proyek. Diagram jaringan merupakan metode yang dianggap mampu menyuguhkan teknik dasar dalam menentukan urutan dan kurun waktu kegiatan, yang pada giliran selanjutnya dapat dipakai untuk memperkirakan waktu penyelesaian proyek. Secara keseluruhan (Gray dan Erik, 2007).

5. Lintasan Kritis

Menurut Ervianto (2002), untuk menentukan analisis jalur kritis dapat dilakukan dengan perhitungan ke depan (*Forward Analysis*) dan perhitungan ke belakang (*Backward analysis*). Dalam metode CPM (*Critical Path Method*), jika satu atau lebih aktifitas yang ada di jalur kritis tertunda, maka waktu penyelesaian seluruh proyek akan tertunda sebanyak waktu penundaan yang terjadi.

6. PERT (*Project Evaluation and Review Technique*)

PERT atau *Project Evaluation and Review Technique* adalah suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin

mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan dan konflik produksi; mengkoordinasikan dan mensinkronisasikan berbagai bagian sebagai suatu keseluruhan pekerjaan; mempercepat selesainya proyek.

Bila CPM memperkirakan waktu komponen kegiatan proyek dengan pendekatan deterministik satu angka yang mencerminkan adanya kepastian, maka PERT direkayasa untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian (*uncertainty*) yang tinggi pada aspek kurun waktu kegiatan (Soeharto, 1999, dalam Eka Dannyanti, 2010). Menurut Heizer dan Render (2005), dalam PERT digunakan distribusi peluang berdasarkan tiga perkiraan waktu untuk setiap kegiatan, antara lain waktu optimis (a), waktu pesimis (b), dan waktu realistis (m).

7. Durasi Proyek

Durasi proyek adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek (Maharany dan Fajarwati, 2006). Menjelaskan bahwa faktor yang berpengaruh dalam menentukan durasi pekerjaan adalah volume pekerjaan, metode kerja (*construction method*), keadaan lapangan, serta keterampilan tenaga kerja yang melaksanakan pekerjaan proyek. Durasi proyek adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek.

8. Analisis Optimasi

Analisis Optimasi dapat diartikan sebagai suatu proses penguraian durasi proyek untuk mendapatkan percepatan durasi yang paling baik (*optimal*) dengan menggunakan berbagai alternatif ditinjau dari segi biaya. Proses memperpendek waktu kegiatan dalam jaringan kerja untuk mengurangi waktu pada jalur kritis, sehingga waktu penyelesaian total dapat dikurangi disebut sebagai *crashing* proyek (Heizer dan Render, 2005, dalam Eka Dannyanti, 2010).

C. METODE PENELITIAN

1. Variabel Penelitian

Variabel secara umum dibagi menjadi dua, yaitu variabel independen dan variabel dependen. Variabel independen merupakan tipe variabel yang menjelaskan atau mempengaruhi variabel lain, sedangkan variabel dependen adalah tipe variabel yang

dijelaskan atau dipengaruhi oleh variabel dependen.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel waktu optimal proyek sebagai variabel dependen, sedangkan variabel independennya, yaitu durasi proyek, hubungan ketergantungan antar kegiatan proyek dan rencana anggaran biaya.

2. Jenis dan Sumber Data

a. Jenis Data

Jenis data yang dipakai dalam penelitian ini yaitu data kualitatif, data kuantitatif, data primer dan data sekunder.

b. Sumber Data

Dalam penelitian ini, dilakukan pada Proyek Pembangunan Pasar Sarimalaha di Kota Tidore Kepulauan, Provinsi Maluku Utara. Dan mengambil bahan penelitian dari *Time Schedule* (jadwal) pelaksanaan proyek, daftar harga satuan bahan dan upah tenaga kerja, analisis harga satuan dan rencana anggaran biaya (RAB) proyek. Data tersebut diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum (PU) Kota Tidore Kepulauan.

3. Metode Pengumpulan Data

Dalam suatu penelitian ilmiah, metode pengumpulan data dimaksudkan untuk memperoleh bahan-bahan yang relevan, akurat, dan terpercaya. Metode pengumpulan data yang dipergunakan pada penelitian ini adalah:

- Wawancara
- Observasi Lapangan
- Studi Pustaka

4. Metode Analisis

Keadaan yang dihadapi disini adalah adanya perbedaan umur pelaksanaan proyek dengan umur rencana proyek yang telah ditetapkan.

Optimasi waktu dan biaya yang akan dilakukan adalah mempercepat durasi proyek dengan penambahan biaya yang seminimal mungkin. Salah satu cara untuk mempercepat durasi proyek dalam istilah asingnya adalah *crashing*. Menurut Kusumah dan Wardhani (2008), terminologi proses *crashing* adalah dengan mereduksi durasi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. Proses *crashing* dipusatkan pada kegiatan yang berada pada lintasan kritis.

Percepatan durasi dapat dilakukan pada kegiatan-kegiatan yang dilalui oleh lintasan kritis. Ada beberapa cara untuk mempercepat suatu kegiatan, sehingga didapat alternatif terbaik sesuai dengan kondisi kontraktor pelaksana. Cara-cara tersebut misalnya:

- Perubahan hubungan logika ketergantungan antar kegiatan
- Menambah sumber daya manusia
- Melaksanakan kerja lembur
- Menambah atau mengganti peralatan
- Menambah ketersediaan material

5. Metode CPM (*Critical Path Method*)

Untuk menentukan waktu penyelesaian proyek, maka harus diidentifikasi apa yang disebut jalur kritis. Jalur (path) merupakan serangkaian aktivitas berhubungan yang bermula dari node awal ke node penyelesaian/akhir. Untuk menyelesaikan proyek, semua jalur harus dilewati. Oleh karena itu, harus ditentukan jumlah waktu yang dibutuhkan berbagai jalur tersebut.

Jalur terpanjang yang melewati, menentukan total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Jika aktifitas pada jalur terpanjang itu ditunda, maka seluruh proyek akan mengalami keterlambatan. Aktivitas jalur terpanjang merupakan aktivitas jalur kritis, dan jalur terpanjang itu disebut jalur kritis.

Setelah jalur kritis diketahui, langkah selanjutnya adalah melakukan percepatan proyek. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- Menentukan waktu percepatan dan menghitung biaya tambahan untuk percepatan setiap kegiatan.
- Mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan mengutamakan kegiatan kritis yang memiliki slope biaya terendah. Apabila upaya percepatan dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang tidak berada pada lintasan kritis, maka waktu penyelesaian keseluruhan tidak akan berkurang.
- Susun kembali jaringan kerjanya.
- Ulangi langkah kedua dan berhenti melakukan upaya percepatan apabila terjadi pertambahan lintasan kritis. Apabila terdapat lebih dari satu lintasan kritis, maka upaya percepatan dilakukan serentak pada semua aktivitas yang berada pada lintasan kritis. Usahakan

agar tidak terjadi penambahan atau pemindahan jalur kritis apabila diadakan percepatan durasi pada salah satu kegiatan.

- e. Upaya percepatan dihentikan apabila aktivitas-aktivitas pada lintasan kritis telah jenuh seluruhnya (tidak mungkin ditekan lagi).
- f. Hitung biaya keseluruhan akibat percepatan untuk mengetahui total biaya proyek yang dikeluarkan.

Aspek biaya dalam penjadwalan proyek diperhitungkan karena adanya hubungan ketergantungan antara durasi waktu dengan biaya. Biaya yang dihitung adalah biaya langsung.

6. Metode PERT

Menurut Hayan (2005), *triple duration estimate* merupakan dasar perhitungan untuk PERT yang mempunyai asumsi dasar bahwa suatu kegiatan dilakukan berkali-kali, maka *actual time* akan membentuk distribusi beta dimana *optimistic* (waktu optimis) dan *pessimistic duration* (waktu pesimis) merupakan buntut (*tail*), sedangkan *most likely duration* (waktu realistis) adalah mode dari distribusi beta tersebut. Kemudian diasumsikan pendekatan dari durasi rata-rata yang disebut *expected return (te)* dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Waktu yang diharapkan (te)} = \frac{a + 4m + b}{6}$$

$te = \text{Expected duration}$

$a = \text{Waktu Optimis}$

$m = \text{Waktu realistis}$

$b = \text{Waktu Pesimis}$

Dengan menggunakan konsep *te*, maka jalur kritis dapat diidentifikasi. Pada jalur kritis berlaku *slack* = 0 (Soeharto, 1999). Besarnya ketidakpastian tergantung pada besarnya angka *a* dan *b*, dirumuskan sebagai berikut:

Deviasi standar kegiatan:

$$(S) = \left(\frac{1}{6}\right)(b - a)$$

$S = \text{Deviasi standar kegiatan}$

$a = \text{Waktu optimis}$

$b = \text{Waktu pesimis}$

Untuk variasi kegiatan dirumuskan sebagai berikut:

Varians kegiatan:

$$(V(te)) = S^2 = \left[\left(\frac{1}{6}\right)(b - a)\right]^2$$

$V(te) = \text{Varians kegiatan}$

$S = \text{Deviasi standar kegiatan}$

$a = \text{Waktu optimis}$

$b = \text{Waktu pesimis}$

Untuk mengetahui kemungkinan tercapainya target jadwal dapat dilakukan dengan menghubungkan antara waktu yang diharapkan (*TE*) dengan target *T(d)* yang dinyatakan dengan rumus:

$$Z = \frac{T(d) - TE}{S}$$

$Z = \text{Angka kemungkinan mencapai target}$

$T(d) = \text{Target jadwal}$

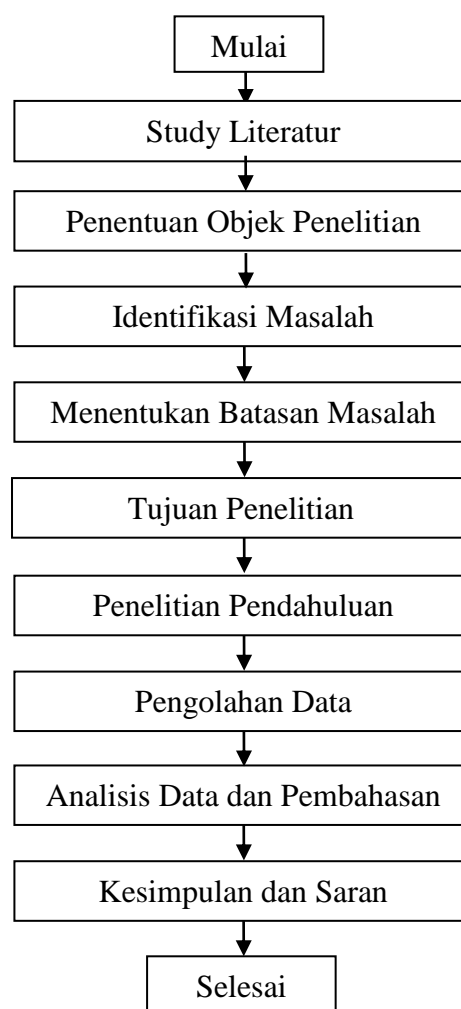
$TE = \text{Jumlah waktu kegiatan kritis}$

$S = \text{Deviasi standar kegiatan}$

Angka *z* merupakan angka probabilitas yang persentasenya dapat dicari dengan menggunakan table distribusi normal kumulatif *z*.

7. Diagram Alir Penelitian (Flow Chart)

Tahapan penelitian secara skematis dilihat pada Gambar 3.1.dibawah ini:



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian (Flow Chart)

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Objek Penelitian

Proyek Pembangunan Pasar Sarimahala yang berlokasi di daerah Kota Tidore Kepulauan Provinsi Maluku Utara ini, dijadikan sebagai sumber data proyek. Pada pelaksanaannya proyek ini dikerjakan oleh 3 (tiga) pihak Kontraktor, dengan total keseluruhan Pembangunan Pasar Sarimalaha ini Rp.52.253.695.000,.

Pengerjaannya bertahap dari tahun 2012 sampai 2014, hal ini dikarenakan keterbatasan anggaran APBD di Kota Tidore Kepulauan itu sendiri. Waktu pelaksanaannya 170 hari kalender kerja (7 hari kerja) untuk masing-masing tahap yang dimulai pada bulan Januari dan selesainya pada bulan Juli. Luas bangunan proyek 2197 m² atau 2,1 hektar.

2. Analisis Data

Pada penelitian ini menggunakan metode PERT dan CPM guna menganalisis data yang sudah ada untuk mengetahui kemungkinan (%) proyek dapat selesai sesuai *time schedule* dan (%) kemungkinan pengurangan waktu proyek dengan menaikkan biaya yang minimal. Tentunya untuk menganalisis data yang banyak itu saya menggunakan perangkat lunak yaitu *Microsoft Office Excel 2007* dan *Microsoft Project 2007*. Dengan memasukkan data dan perhitungan matematika sehingga memudahkan dalam pengerjaan ini.

3. Penyusunan Jaringan Kerja (*Network Planning*)

Pembangunan Pasar Sarimalaha yang mencakup beberapa kegiatan utama. Tabel.1. di bawah ini menunjukkan daftar aktifitas utama, durasi dan biaya proyek.

Tabel 1 .
Daftar Aktivitas Utama, Durasi dan Biaya Proyek

No	Aktivitas Utama		Durasi (Hari)	Biaya
I.PEKERJAAN BANGUNAN KELILING				
1	I	PEKERJAAN PERSIAPAN	14,17	Rp 121.330.277,00
2	II	PEKERJAAN TANAH		
3	A	Galian Tanah Pondasi Telapak	17	Rp 22.660.000,00
4	B	Galian Tanah Pondasi Batu Kali/Gunung	15,17	Rp 25.638.333,00
5	III	PEKERJAAN URUGAN		
6	A	Urugan Kembali Galian Poer (Tanah)	15,83	Rp 3.818.800,00
7	B	Urugan Kembali Galian Pondasi Garis (Tanah)	16,67	Rp 2.928.400,00
8	C	Urugan Tanah Dipadatkan	16,5	Rp 600.300.000,00
9	IV	PEKERJAAN PONDASI		
10	A	Pasangan Batu Kosong	16	Rp 126.408.768,00
11	B	Pasangan Pondasi Batu Kali/Gunung 1:5	21,67	Rp 457.327.816,00
12	V	PEKERJAAN BETON		
13	A	Pek. Lantai Kerja Pondasi Tapak	17	Rp 31.608.547,00
14	B	Pek. Beton Tapak 150x150	20,33	Rp 367.577.700,00
15	C	Pek. Beton Tapak 75x150	21	Rp 49.373.450,00
16	D	Pek. Sloof Beton Bertulang 25/40 1:2:3	21,17	Rp 578.081.833,00
17	E	Pek. Sloof Beton Bertulang 20/25 1:2:3	21,17	Rp 113.553.700,00
18	F	Pek. Kolom Utama Beton 40/40 1:2:3	18	Rp 808.555.150,00
19	G	Pek. Kolom Utama Beton 20/40 1:2:3	21,17	Rp 57.982.817,00
20	H	Pek. Pilar 20/75 1:2:3	18,83	Rp 69.508.417,00
21	I	Pek. Balok Utama 30/60 1:2:3	20,83	Rp1.246.973.133,00
22	J	Pek. Balok Anak 15/35 1:2:3	20	Rp 151.317.650,00
23	K	Pek. Balok Sunscreen 15/35 1:2:3	20,17	Rp 94.990.237,00
24	L	Pek. Plat Sunscreen Beton 1:2:3	21,67	Rp 110.088.767,00
25	M	Pek. Balok Listplank Beton 1:2:3	20,67	Rp 27.099.902,00
26	N	Pek. Plat Beton Lantai II 1:2:3	18,83	Rp1.948.546.333,00
27	O	Pek. Cor Lantai Kerja 1:2:3	20,83	Rp 185.101.167,00
28	P	Pek. Tangga Beton	19,17	Rp 95.589.727,00

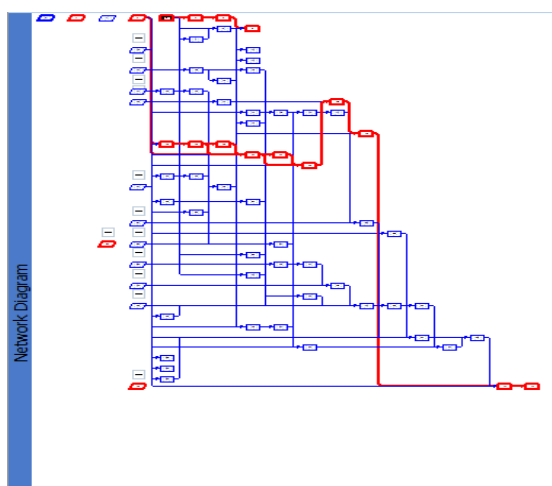
29	VI	F. PEKERJAAN SALURAN		
30	A	Pek. Galian Tanah Saluran	8,5	Rp 1.470.000,00
31	B	Pek. Pondasi Batu Kali 1:3	9,5	Rp 19.787.608,00
32	C	Pek. Cor Plat Saluran 1:2:3	9,5	Rp 34.822.920,00
33	D	Pek. Plesteran Dinding Saluran 1:3	8,67	Rp 3.827.928,00
34	VII	PEKERJAAN BESI STEK		
35	A	Pek. Besi stek Kolom Praktis Lt.1 (10 kg)	15	Rp 13.109.578,00
36	B	Pek. Besi stek Kolom Induk Lt.2 (10 kg)	15,67	Rp 28.332.912,00
II. PEKERJAAN BANGUNAN TENGAH				
38	VIII	PEKERJAAN GALIAN TANAH		
39	A	Galian Tanah Pondasi Tapak	16,83	Rp 3.921.667,00
40	B	Galian Tanah Pondasi Batu Kali/Gunung	17,17	Rp 1.681.667,00
41	IX	PEKERJAAN URUGAN		
42	A	Urugan Kembali Galian Poer (Tanah)	9,17	Rp 670.333,00
43	B	Urugan Kembali Galian Pondasi Garis (Tanah)	8	Rp 529.600,00
44	C	Urugan Tanah Dipadatkan	7,17	Rp 171.576.667,00
45	X	PEKERJAAN PONDASI		
46	A	Pasangan Batu Kosong	16,67	Rp 38.867.200,00
47	B	Pasangan Pondasi Batu Kali/Gunung 1:5	17,17	Rp 123.654.856,00
48	XI	PEKERJAAN BETON		
49	A	Pek. Lantai Kerja Pondasi Tapak	18,83	Rp 6.926.880,00
50	B	Pek. Beton Tapak 150x150	21,5	Rp 61.881.503,00
51	C	Pek. Beton Tapak 75x150	23,33	Rp 16.355.219,00
52	D	Pek. Sloof Beton Bertulang 25/40 1:2:3	22,33	Rp 120.020.167,00
53	E	Pek. Sloof Beton Bertulang 20/25 1:2:3	21,17	Rp 14.708.166,00
54	F	Pek. Kolom Utama Beton 40/40 1:2:3	21,33	Rp 157.966.500,00
55	G	Pek. Balok Utama 30/60 1:2:3	20,83	Rp 219.199.900,00
56	H	Pek. Balok Anak 15/35 1:2:3	23,17	Rp 17.011.400,00
57	I	Pek. Balok Sunscreen Beton 1:2:3	19	Rp 19.826.500,00
58	J	Pek. Plat Sunscreen Beton 1:2:3	17,17	Rp 22.841.167,00
59	K	Pek. Plat Beton Lantai II 1:2:3	21	Rp 341.098.500,00
60	L	Pek. Cor Lantai Kerja 1:2:3	17,83	Rp 20.939.500,00
61	M	Pek. Tangga Beton	17,17	Rp 36.863.635,00
62	XII	PEKERJAAN BESI STEK		
63	A	Pek. Besi stek Kolom Praktis Lt.1 (10 kg)	15,67	Rp 19.292.911,00
64	B	Pek. Besi stek Kolom Induk Lt.2 (10 kg)	15	Rp 44.249.578,00
		Total		Rp 8.857.795.386,00

Sumber: Data Primer yang Diolah, 2015

Total waktu pengerjaan proyek Pasar Sarimalaha adalah 170 hari dengan total biaya proyek sebesar Rp. 8.857.795.386,00. Total biaya tersebut belum termasuk pajak. Biaya total setelah pajak sebesar Rp.9.743.574.000,00. Menurut laporan rencana anggaran biaya yang dibuat oleh kontraktor, biaya total proyek adalah Rp.9.652.474.000,00, sedangkan biaya total proyek yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah Rp.9.735.364.000,00, hal ini disebabkan perhitungan pembulatan dua angka di belakang koma oleh *Software Microsoft Project 2007*.

Setelah komponen-komponen aktifitas proyek diketahui, selanjutnya dapat disusun jaringan kerjanya (*network planning*). Dalam

proyek ini *network planning* disusun dengan menggunakan bantuan *software Microsoft Project 2007* guna untuk menggambarkan jaringan proyek pembangunan Pasar Sarimalaha Kota Tidore Kepulauan yang sedang dibangun. Berikut ini penyusunan *Network Diagram* pembangunan proyek Pasar Sarimalaha pada Gambar 1. dibawah ini.



4. Jalur Kritis

Jalur kritis adalah jalur yang terdiri dari kegiatan kritis. Jika dilihat dari prosedur menghitung umur proyek, maka total waktu jalur kritis sama dengan umur proyek. Oleh karena itu jalur kritis dapat didefinisikan sebagai jalur yang memiliki waktu terpanjang dari semua jalur yang dimulai dari peristiwa awal hingga peristiwa yang terakhir (Yamit : 1998).

Berdasarkan penyusunan *Network Diagram* di atas, maka dapat diketahui jalur kritis dari pelaksanaan Proyek Pembangunan Pasar Sarimalaha Kota Tidore Kepulauan, dapat dilihat pada Tabel 2. dibawah ini:

Tabel 2.
Daftar Aktivitas Utama pada Lintasan Kritis

Uraian Aktivitas Utama	Free Slack	Total Slack	Keterangan
Pekerjaan Persiapan	0 days	0 days	KRITIS
Pek. Pilar 20/75 1:2:3	0 days	0 days	KRITIS
Pek. Balok Utama 30/60 1:2:3	0 days	0 days	KRITIS
Pek. Balok Anak 15/35 1:2:3	0 days	0 days	KRITIS
Pek. Balok Sunscreen 15/35 1:2:3	0 days	0 days	KRITIS
Pek. Plat Sunscreen Beton 1:2:3	0 days	0 days	KRITIS
Pek. Balok Listplank Beton 1:2:3	0 days	0 days	KRITIS
Pek. Plat Beton Lantai II 1:2:3	0 days	0 days	KRITIS
Pek. Kolom Utama Beton 40/40 1:2:3	0 days	0 days	KRITIS
Pek. Besi Stek Kolom Praktis Lt.1 (10 kg)	0 days	0 days	KRITIS
Pek. Besi Stek Kolom Praktis Lt.2 (10 kg)	0 days	0 days	KRITIS

5. PERT (*Project Evaluation and Review Technique*)

Pada PERT digunakan konsep “Probability” dengan memberikan perkiraan rentang waktu yang lebih besar yaitu tiga

angka estimasi untuk suatu kegiatan, waktu optimasi, waktu pesimistis, dan waktu paling mungkin. Dapat dilihat pada Tabel 3. di bawah ini :

Tabel 3.
Daftar Aktivitas Utama, Waktu Optimis, Paling Mungkin, dan Waktu Pesimis, Standar Deviasi dan Varians Kegiatan

No	Aktivitas Utama		Waktu			te	s	V(te)
			A	m	b			
I.PEKERJAAN BANGUNAN KELILING								
1	I	PEKERJAAN PERSIAPAN	12	14	17	14,17	0,83	0,69
2	II	PEKERJAAN TANAH						
3	A	Galian Tanah Pondasi Telapak	14	17	20	17,00	1,00	1,00
4	B	Galian Tanah Pondasi Batu Kali/Gunung	12	15	19	15,17	1,17	1,36
5	III	PEKERJAAN URUGAN						
6	A	Urugan Kembali Galian Poer (Tanah)	15	15	20	15,83	0,83	0,69
7	B	Urugan Kembali Galian Pondasi Garis (Tanah)	15	16	21	16,67	1,00	1,00
8	C	Urugan Tanah Dipadatkan	15	16	20	16,50	0,83	0,69
9	IV	PEKERJAAN PONDASI						

10	A	Pasangan Batu Kosong	12	16	20	16,00	1,33	1,78
11	B	Pasangan Pondasi Batu Kali/Gunung 1:5	16	21	30	21,67	2,33	5,44
12	V	PEKERJAAN BETON						
13	A	Pek. Lantai Kerja Pondasi Tapak	14	17	20	17,00	1,00	1,00
14	B	Pek. Beton Tapak 150x150	17	20	25	20,33	1,33	1,78
15	C	Pek. Beton Tapak 75x150	18	21	24	21,00	1,00	1,00
16	D	Pek. Sloof Beton Bertulang 25/40 1:2:3	18	21	25	21,17	1,17	1,36
17	E	Pek. Sloof Beton Bertulang 20/25 1:2:3	18	21	25	21,17	1,17	1,36
18	F	Pek. Kolom Utama Beton 40/40 1:2:3	15	18	21	18,00	1,00	1,00
19	G	Pek. Kolom Utama Beton 20/40 1:2:3	19	21	24	21,17	0,83	0,69
20	H	Pek. Pilar 20/75 1:2:3	15	19	22	18,83	1,17	1,36
21	I	Pek. Balok Utama 30/60 1:2:3	17	21	24	20,83	1,17	1,36
22	J	Pek. Balok Anak 15/35 1:2:3	16	20	24	20,00	1,33	1,78
23	K	Pek. Balok Sunscreen 15/35 1:2:3	10	20	25	19,17	2,50	6,25
24	L	Pek. Plat Sunscreen Beton 1:2:3	19	21	27	21,67	1,33	1,78
25	M	Pek. Balok Listplank Beton 1:2:3	18	20	26	20,67	1,33	1,78
26	N	Pek. Plat Beton Lantai II 1:2:3	15	19	22	18,83	1,17	1,36
27	O	Pek. Cor Lantai Kerja 1:2:3	15	21	26	20,83	1,83	3,36
28	P	Pek. Tangga Beton	16	19	23	19,17	1,17	1,36
29	VI	F. PEKERJAAN SALURAN						
30	A	Pek. Galian Tanah Saluran	7	8	12	8,50	0,83	0,69
31	B	Pek. Pondasi Batu Kali 1:3	7	9	14	9,50	1,17	1,36
32	C	Pek. Cor Plat Saluran 1:2:3	7	9	14	9,50	1,17	1,36
33	D	Pek. Plesteran Dinding Saluran 1:3	7	8	13	8,67	1,00	1,00
34	VII	PEKERJAAN BESI STEK						
35	A	Pek. Besi stek Kolom Praktis Lt.1 (10 kg)	12	15	18	15,00	1,00	1,00
36	B	Pek. Besi stek Kolom Induk Lt.2 (10 kg)	12	16	18	15,67	1,00	1,00
II. PEKERJAAN BANGUNAN TENGAH								
37	VIII	PEKERJAAN GALIAN TANAH						
38	A	Galian Tanah Pondasi Tapak	13	17	20	16,83	1,17	1,36
39	B	Galian Tanah Pondasi Batu Kali/Gunung	13	17	22	17,17	1,50	2,25
40	IX	PEKERJAAN URUGAN						
41	A	Urugan Kembali Galian Poer (Tanah)	7	9	12	9,17	0,83	0,69
42	B	Urugan Kembali Galian Pondasi Garis (Tanah)	7	7	13	8,00	1,00	1,00
43	C	Urugan Tanah Dipadatkan	6	6	13	7,17	1,17	1,36
44	X	PEKERJAAN PONDASI						
45	A	Pasangan Batu Kosong	12	17	20	16,67	1,33	1,78
46	B	Pasangan Pondasi Batu Kali/Gunung 1:5	14	17	21	17,17	1,17	1,36
47	XI	PEKERJAAN BETON						
48	A	Pek. Lantai Kerja Pondasi Tapak	15	19	22	18,83	1,17	1,36
49	B	Pek. Beton Tapak 150x150	19	21	26	21,50	1,17	1,36
50	C	Pek. Beton Tapak 75x150	19	23	29	23,33	1,67	2,78
51	D	Pek. Sloof Beton Bertulang 25/40 1:2:3	19	22	27	22,33	1,33	1,78
52	E	Pek. Sloof Beton Bertulang 20/25 1:2:3	19	21	24	21,17	0,83	0,69
53	F	Pek. Kolom Utama Beton 40/40 1:2:3	15	22	25	21,33	1,67	2,78
54	G	Pek. Balok Utama 30/60 1:2:3	18	21	23	20,83	0,83	0,69
55	H	Pek. Balok Anak 15/35 1:2:3	20	23	27	23,17	1,17	1,36
56	I	Pek. Balok Sunscreen Beton 1:2:3	16	19	22	19,00	1,00	1,00
57	J	Pek. Plat Sunscreen Beton 1:2:3	15	17	20	17,17	0,83	0,69
58	K	Pek. Plat Beton Lantai II 1:2:3	14	21	28	21,00	2,33	5,44
59	L	Pek. Cor Lantai Kerja 1:2:3	15	18	20	17,83	0,83	0,69
60	M	Pek. Tangga Beton	15	17	20	17,17	0,83	0,69
61	XII	PEKERJAAN BESI STEK						
62	A	Pek. Besi stek Kolom Praktis Lt.1 (10 kg)	15	15	19	15,67	0,67	0,44
63	B	Pek. Besi stek Kolom Induk Lt.2 (10 kg)	11	15	19	15,00	1,33	1,78

Sumber: Data Primer yang Diolah, 2015

Keterangan:

a, m dan b = hasil konsultasi dengan estimator (kontraktor PT. Baharu Sejati).

Dari hasil estimasi dari kontraktor PT. Baharu Sejati diatas didapat hasil dari varians dan deviasi standar dapat dilihat di Tabel 4. dibawah ini:

Tabel 4.
Varians dan Deviasi Standar Proyek

No	Aktivitas/Kegiatan	V(te)
1	Pekerjaan Persiapan	0,69
2	Pek. Pilar 20/75 1:2:3	1,36
3	Pek. Balok Utama 30/60 1:2:3	1,36
4	Pek. Balok Anak 15/35 1:2:3	1,78
5	Pek. Balok Sunscreen 15/35 1:2:3	6,25
6	Pek. Plat Sunscreen Beton 1:2:3	1,78
7	Pek. Balok Listplank Beton 1:2:3	1,78
8	Pek. Plat Beton Lantai II 1:2:3	1,36
9	Pek. Kolom Utama Beton 40/40 1:2:3	2,78
10	Pek. Besi Stek Kolom Praktis Lt.1 (10 kg)	0,44
11	Pek. Besi Stek Kolom Praktis Lt.2 (10 kg)	1,78
Varians Proyek $\Sigma V(te)$		13,22
Deviasi Standar Proyek		3,64

$Z = (\text{batas waktu-waktu penyelesaian yang diharapkan}) / \text{deviasi standar proyek}$

$$Z = (170 - 162,17) / 3,64 = 2,15$$

Dengan menggunakan Kurva Distribusi Normal, untuk angka $Z = 2,15$ didapatkan angka “*probabilitas*” sebesar 0,9842 atau 98,42%. Hal ini menunjukkan bahwa kemungkinan (*probability*) proyek selesai pada target waktu 162,17 hari adalah sebesar 98,42%.

6. Percepatan Durasi Proyek atau *Project Crashing*

Setelah dilakukan analisis dengan berbagai cara, antara lain: menambah sumber daya berkualitas, penambahan waktu kerja (lembur), mengatur kembali jadwal yang terlambat maupun saling tukar tenaga kerja yang memiliki keahlian yang sama. Namun, pada penelitian ini dilakukan dengan mengatur kembali penjadwalan dan penambahan waktu kerja lembur agar lebih cepat dari rencana awal 170 hari kalender menjadi 162,17 hari kalender untuk mencapai target penyelesaian proyek lebih awal dari rencana awal pekerjaan proyek. Dapat dilihat Gambar 2 dan Gambar 3. di bawah ini sebelum melakukan kerja lembur dan sesudah melakukan kerja lembur.

	Start	Finish	
Current	Mon 02/01/12	Tue 24/04/12	
Baseline	NA	NA	
Actual	NA	NA	
Variance	0d	0d	
	Duration	Work	Cost
Current	170d	42.478,52h	Rp8.775.686.914
Baseline	0d?	0h	Rp0
Actual	0d	0h	Rp0
Remaining	170d	42.478.52h	Rp8.775.686.914

Gambar 2. Sebelum melakukan kerja lembur

	Start	Finish
Current	Thu 22/12/11	Sun 13/05/12
Baseline	NA	NA
Actual	NA	NA
Variance	0d	0d

	Duration	Work	Cost
Current	162,17d	243.619,83h	Rp8.857.795.386
Baseline	0d?	0h	Rp0
Actual	0d	0h	Rp0
Remaining	162,17d	243.619,83h	Rp8.857.795.386

Gambar 3. Sesudah melakukan kerja lembur

Sehingga, dari analisis kedua tabel di atas untuk perhitungan biaya proyek akibat percepatan durasi proyek dapat dilihat dari Tabel 5 di bawah ini :

Tabel 5
Perbandingan Keadaan Sebelum dan Sesudah *Crashing* dengan Alternatif penambahan kerja lembur

Keterangan	Keadaan sebelum <i>Crashing</i>	Keadaan sesudah <i>Crashing</i>
Hari	170	162,17
Jam Kerja	42478,52	243619,83
Biaya	Rp. 8.775.686.914,00	Rp. 8.857.795.386,00

Sumber: Data Primer yang Diolah, 2015

7. Interpretasi Hasil

Metode PERT dalam penelitian ini ditujukan untuk mencari peluang dan probabilitas penyelesaian proyek. Batas waktu penyelesaian proyek adalah 170 hari, kemudian dilakukan percepatan durasi 162,17 hari, dengan menentukan nilai Z dapat diketahui peluang pencapaian target penyelesaian proyek. Nilai Z atau peluang yang didapat sebesar 2,15 berarti ada peluang 98,42% (berdasarkan kurva distribusi normal).

Untuk analisis percepatan kegiatan dengan metode CPM didapatkan hasil yaitu bahwa pada proses percepatan terjadi percepatan maksimum pada saat proyek dapat dipercepat hingga 162,17 hari dari waktu rencana semula 170 hari.

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat terjadinya peningkatan biaya akibat pemendekan durasi pelaksanaan pekerjaan dari 170 hari kerja menjadi 162,17 hari kerja. Sehingga, biaya proyek naik menjadi Rp.8.857.795.386,00 dari rencana biaya sebelum dilakukan percepatan yaitu Rp 8.775.686.914,00. Dengan demikian terjadi pengurangan waktu proyek selama 7,83 hari dan kenaikan biaya sebesar Rp 82.108.472,00 pada saat percepatan mencapai maksimum.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

- Dengan menggunakan analisis jaringan kerja metode PERT dan CPM dapat dilakukan upaya percepatan durasi proyek dengan mempercepat pekerjaan-

pekerjaan yang berada pada lintasan kritis.

- Peluang pencapaian target waktu penyelesaian proyek yang diharapkan yaitu 162,17 hari adalah 98,42% (nilai Z atau peluang 2,15).
- Percepatan durasi proyek dilakukan dengan mengatur kembali penjadwalan dan penambahan waktu kerja lembur agar lebih cepat dari rencana awal 170 hari kalender menjadi 162,17 hari kalender dengan total pencapaian biaya Rp.8.857.795.386,00 dari biaya awalnya Rp.8.775.686.914,00.
- Biaya proyek naik menjadi Rp.8.857.795.386,00 dari rencana biaya sebelum dilakukan percepatan yaitu Rp.8.775.686.914,00. Dengan demikian terjadi pengurangan waktu proyek selama 7,83 hari dan kenaikan biaya sebesar Rp.82.108.472,00 pada saat percepatan mencapai maksimum.

2. Saran

- Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya diperluas lagi dengan menggunakan metode percepatan durasi proyek yang lain yang tidak digunakan dalam penelitian ini, sehingga dapat dijadikan bahan pembanding untuk mendapatkan kombinasi metode percepatan yang optimal.
- Dalam merencanakan waktu proyek, perlunya diketahui indikasi berapa persen kemungkinan tercapainya target jadwal untuk suatu kegiatan/waktu proyek agar dapat dipersiapkan langkah-langkah yang diperlukan secara lebih optimal.
- Perlunya pengendalian waktu dan biaya sejak dini dalam mengantisipasi waktu penyelesaian proyek agar tidak mengalami keterlambatan.
- Perlunya pembahasan ulang yang berkenaan dengan metode PERT maupun CPM, khususnya untuk proyek yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA.

Ervianto, Wulfram I., (2005), *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi.

- Badri, S. 1997. *Dasar-dasar Network Planing*. Jakarta : PT Rika Cipta.
- Ervianto, Wulfram I., “*Teori Aplikasi Manajemen Proyek Kontruksi*”, Andi Yogyakarta 2004.
- Ervianto, Wulfram I., *Manajemen Proyek Konstruksi*, CV Andi Offset, Yogyakarta, 2002
- Handoko, T.H. 1999. *Dasar-dasar Manajemen Produksi Dan Operasi*, Edisi Pertama. BPFE : Yogyakarta.
- Retno Maharesi, 2002. *Penjadwalan Proyek dengan Menggabungkan Metode PERT dan CPM*.
- Tampubolon, Manahan P. 2004. *Manajemen Operasional*. Jakarta: PT. Ghalia Indonesia.
- Dannyanti, Eka. 2010. Studi Kasus Twin Tower Building Pasca Sarjan Undip, *Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT dan CPM* .
- Hayun, Anggara. 2005. “Perencanaan dan Pengendalian Proyek dengan Metode PERT-CPM :Studi Kasus Fly Over Ahmad Yani, Karawang.” *Journal The Winners*, Vol. 6, No.2, h. 155-174.
- Heizer, Jay dan Barry Render. 2005. *Operations Management :Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Levin, Richard I. dan Charles A Kirkpatrick. 1972. *Perentjanaan dan Pengawasan Dengan PERT dan CPM*. Jakarta : Bhratara.
- Maharany, Leny dan Fajarwati. 2006. “Analisis Optimasi Percepatan Durasi Proyek dengan Metode Least Cost Analysis.” *Utilitas*, Vol. 14, No. 1, h. 113-130.
- Sandyavitri, Ari. 2008. “Pengendalian Dampak Perubahan Desain Terhadap Waktu dan Biaya Pekerjaan Konstruksi”. *Jurnal Teknik Sipil*, h.57-70.
- Soeharto, Iman. 1995. *Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta:Erlangga.
- Indriarso, H.R. 2003. “Pemakaian Metode PERT Dan CPM Sebagai Alat Untuk Mengevaluasi Waktu Dan Biaya Proyek”.
- Soehendradjati RJB, 1987, *Manajemen Konstruksi*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Michael I. Callahan, Daniel G. Quackenbush, AIA, James E. Rowings P.E., 1992, *Construction Project Schedulling*, John Willey & Sons, New York.
- Husen, Abrar, 2009, *Manajemen Proyek, Perencanaan, Penjadwalan, &Pengendaliaan Proyek*, Penerbit Andi Yogyakarta.
- Budi Santosa, 2002, *Jurnal Ilmiah FTSP Universitas Gundarma, Keberadaan Profesi Manajemen Konstruksi Di Indonesia*,
- Jean Couillard, 1995, *The Role of Project Risk in Determining Project Management Approac*.
- Burke Rory, “*Project Manajement Planning dan Control Techniques*” Promatec International 15 walker Road Statford Upon Avon, England 1999.
- Tarliah Dimyati T, Dimyati A, “*Operation Research : Model-Model Pengambilan Keputusan*”, Sinar baru Algesindo 1998
- Yudakusumah, T.,W.I., *Optimasi Waktu dan Biaya pada Jaringan Kerja Critical Path Method (CPM) dan Precedence Diagram Method (PDM)*. UNDIP.Semarang.2008
- Koesmargono, 1998, *Optimasi jadwal Konstruksi*, *Fakultas Teknik*, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Kaming, P.F., Ervianto, W.I., Fabro, H., 2000, *Analisis Durasi Aktivitas Proyek Konstruksi*, Vastha No.01/Th. VII, Jan 2000.