

PENERAPAN METODE JALUR KRITIS DALAM PENYUSUNAN JADWAL PELAKSANAAN PROYEK PEMBANGUNAN FASILITAS RUMAH KARYAWAN

ELFITRIA WIRATMANI
GALIH PRAWITASARI

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Matematika dan IPA
ewiratmani@yahoo.com

Abstrak. Suatu proyek memerlukan perencanaan yang matang, pelaksanaan yang teliti dan baik, serta pemanfaatan yang tepat dari suatu proyek, agar dapat sesuai dengan kebutuhan yang ada. Dalam penyelenggaraan konstruksi, faktor biaya merupakan bahan pertimbangan utama karena menyangkut besarnya terhadap resiko kegagalan. Tujuan dari penelitian adalah untuk menganalisis optimalisasi terhadap penjadwalan proyek, menentukan lintasan kritis dan biaya proyek pembangunan fasilitas rumah karyawan serta membandingkan sebelum dan sesudah menggunakan metode Critical Path Methode (CPM) dan Cost Slope. Metode penelitian yang digunakan untuk optimalisasi proyek konstruksi ini pada proyek berlangsung dari tanggal 1 Februari 2010 – 30 April 2010 adalah dengan menggunakan metode Critical Path Methode (CPM) serta menggunakan Crash Program untuk waktu crash dan penambahan biaya (Cost Slope) terhadap jalur kritis pada penjadwalan proyek. Setelah penulis melakukan penelitian (optimalisasi) serta melakukan pembahasan dan menganalisa permasalahan yang timbul melalui perhitungan-perhitungan, maka peneliti dapat menarik kesimpulan bahwa peneliti dapat mengetahui jalur kritis pada jadwal kegiatan proyek pembangunan dan mengetahui keuntungan-keuntungan dari waktu dan biaya proyek.

Abstract. A project requires careful planning, meticulous execution and good, as well as proper utilization of a project, in order to suit the needs that exist. In the operation of construction, the cost factor is a major consideration because it involves the magnitude of the risk of failure. The purpose of the study was to analyze the optimization of the project schedule, determine the critical path and the cost of construction of the project facilities and employee homes compare before and after using the Critical Path Method (CPM) and Cost Slope. The method used for the optimization of the construction project on the project lasted from 1 February 2010-30 April 2010 was to use the method Critical Path Method (CPM) and the Program for future use Crash crashes and the incremental cost (Cost Slope) on the critical path scheduling projects. After the authors conducted a study (optimization) as well as discussions and analyze problems that arise through the calculations, then the researcher can conclude that researchers can know the path kritis on schedule construction projects and know the benefits of time and cost of the project.

PENDAHULUAN

Salah satu masalah penting yang harus diperhatikan adalah perusahaan BGA belum menerapkan metode *Critical Path Methode* (CPM) pada setiap pembangunan proyek di setiap lokasi perkebunan termasuk manajemen proyek yang tidak sesuai dengan data penjadwalan proyek pembangunan yang telah direncanakan. Jika penjadwalan proyek pembangunan tidak sesuai, maka akan terjadi pertambahan waktu pada proyek tersebut, sehingga perusahaan akan mengalami keterlambatan dalam menyediakan fasilitas untuk para karyawannya serta akan berpengaruh terhadap kinerja dalam pengawasan kualitas perkebunan kelapa sawit sebagai bahan produksinya. Rencana pembangunan proyek fasilitas rumah karyawan yang terletak di Kalimantan Tengah tepatnya di wilayah SDME

(Serawak Damai Estate) terdiri dari 1 lantai dengan luas tanah 294m² dimulai dari bulan Februari 2011 - April 2011.

Tujuan manajemen proyek adalah melakukan tugas dengan sebaik-baiknya sesuai dengan waktu dan biaya yang telah ditetapkan agar penyelesaian proyek tepat sasaran. Salah satu metode yang tepat dalam mengatasi masalah ini adalah manajemen proyek dengan menerapkan analisis *Network*. Analisis *Network* dapat membantu dalam menyusun perencanaan penyelesaian proyek dengan waktu dan biaya yang paling efisien. Disamping itu, *Network* dengan metode *Critical Path Methode* (CPM) juga dapat dipergunakan sebagai alat pengawasan yang cukup baik untuk penyelesaian proyek. Konsep *Critical Path Methode* (CPM) dapat didefinisikan metode yang berorientasi pada waktu yang mengarah pada penentuan jadwal dan estimasi waktunya bersifat pasti.

Jika perusahaan mampu menerapkan metode *Critical Path Methode* (CPM) dengan baik, maka proyek dapat diselesaikan dalam jangka waktu yang tepat juga dapat membantu perusahaan dalam mengadakan perencanaan dan pengendalian proyek dengan waktu dan biaya yang lebih efisien

Adapun beberapa masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana cara menentukan lintasan kritis dan nilai optimum pada penjadwalan proyek pembangunan fasilitas rumah karyawan PT. Bumitama Gunajaya Agro-Jakarta Selatan dengan menggunakan metode *Critical Path Methode* (CPM) dan *Cost Slope* ?
2. Bagaimana kondisi penjadwalan dengan metode *Critical Path Methode* (CPM) dibandingkan dengan kondisi sebelum menggunakan *Critical Path Methode* (CPM) dan *Cost Slope* ?

Penelitian ini bermaksud mengidentifikasi dan menganalisa yang mempengaruhi penjadwalan proyek pembangunan. Tujuan yang ingin dicapai penulis dalam penelitian yang dilakukan di PT. Bumitama Gunajaya Agro-Jakarta Selatan adalah :

1. Untuk menyusun jadwal, menentukan lintasan kritis dan nilai optimum pada proyek pembangunan fasilitas rumah karyawan PT. Bumitama Gunajaya Agro-Jakarta Selatan.
2. Untuk membandingkan kondisi sebelum dan sesudah menggunakan metode *Critical Path Methode* (CPM) dan dibantu dengan *Cost Slope* (penambahan biaya) pada proyek pembangunan fasilitas rumah karyawan PT. Bumitama Gunajaya Agro-Jakarta Selatan.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Proyek

Proyek adalah suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek.

Proyek ada dua jenis yaitu proyek fisik seperti pembangunan gedung dan proyek non fisik seperti pembuatan peraturan. Sedangkan proyek fisik dibagi dua, yaitu proyek konstruksi dan proyek non konstruksi.

Ada beberapa tipe proyek konstruksi antara lain sebagai berikut :

1. Konstruksi Industri
Proyek ini meliputi pabrik penyulingan minyak bumi, pusat pembangkit listrik, pabrik industri berat dan fasilitas lainnya yang dibutuhkan pelayanan umum dan industri dasar.
2. Konstruksi Rekayasa Berat
Konstruksi ini meliputi bendungan, jembatan, pelabuhan udara, jaringan jalan kereta api, dll.

3. Konstruksi Gedung
Konstruksi gedung menghasilkan bangunan-bangunan seperti pertokoan, sekolah, rumah sakit, pabrik, dll.
4. Konstruksi Pemukiman
Konstruksi pemukiman meliputi perumahan *Real-estate*, perumahan rakyat, missal (KPR-BTN), rumah susun dan apartemen.

Karakteristik proyek konstruksi dapat dipandang dalam tiga dimensi, yaitu unik, melibatkan sumber daya dan membutuhkan organisasi. Kemudian, proses penyelesaiannya harus berpegang pada tiga kendala (*triple constrain*) : sesuai spesifikasi yang ditetapkan, sesuai *time schedule* dan sesuai biaya yang direncanakan. Terdapat tiga karakteristik proyek adalah, sebagai berikut :

- a. Proyek bersifat unik
Keunikan dari proyek konstruksi adalah tidak pernah terjadi rangkaian kegiatan yang sama persis (tidak ada proyek identik, yang ada adalah proyek sejenis), proyek bersifat sementara dan selalu melibatkan grup pekerja yang berbeda-beda.
- b. Membutuhkan sumber daya (*resources*)
Setiap proyek konstruksi membutuhkan sumber daya dalam penyelesaiannya, yaitu pekerja dan “sesuatu” (uang mesin metoda, material). Pengorganisasian semua sumber daya tersebut dilakukan oleh manajer proyek.
- c. Membutuhkan organisasi
Setiap organisasi mempunyai keragaman tujuan di mana didalamnya terlibat sejumlah individu dengan ragam keahlian, ketertarikan, kepribadian dan juga ketidakpastian.

Pentahapan Dalam Siklus Proyek

Kegiatan-kegiatan dalam sebuah proyek berlangsung dari titik awal, kemudian jenis intensitas kegiatannya meningkat hingga ketitik puncak, turun dan berakhir. Kegiatan tersebut memerlukan sumber daya yang berupa jam-orang (*man-hour*), dana material atau peralatan.

Pengertian Manajemen Proyek Konstruksi

Manajemen proyek merupakan semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu”.

Pengertian dari optimal disini adalah menyatakan kriteria kesuksesan pelaksanaan dari suatu proyek konstruksi yaitu apabila memenuhi :

- a. Dilaksanakan dalam batasan waktu yang telah ditetapkan.
- b. Dilaksanakan sesuai dengan biaya yang sudah dianggarkan.
- c. Kualitasnya memenuhi syarat-syarat teknis pekerjaan.
- d. Memberikan manfaat sesuai dengan perencanaan.

Tujuan Manajemen Proyek :

1. Tidak hanya untuk mendapatkan keuntungan (Proyek-proyek yang berorientasi keuntungan terkait dengan perusahaan, jasa dan properti).
2. Bersifat sosial benefit. (Proyek-proyek yang bergerak pada sektor publik atau pemerintahan).

Berdasarkan tujuan di atas dapat disimpulkan bahwa manajer proyek harus mempertimbangkan kapan proyek dimulai dan kapan proyek dapat diakhiri dalam penjadwalan waktu yang tepat, sehingga proyek akan mempunyai nilai tambah (*value added*) dan nilai guna (*value in use*).

Penjadwalan Proyek

Soeharto (1995:213) menyatakan :

Jadwal yang ekonomis, metode jaringan kerja (CPM) digunakan menganalisis masalah, dengan memperkirakan :

1. Jadwal bagi proyek, didasarkan biaya langsung untuk mempersingkat waktu penyelesaian komponen-komponennya.
2. Jadwal yang optimal dengan memperhatikan biaya langsung dan tidak langsung.

Setelah proyek dipecah-pecah menjadi paket-paket pekerjaan selanjutnya dapat dibuat penjadwalannya''. Yang perlu diperhatikan disini adalah waktu pengerjaan tiap paket pekerjaan dan kejadian apa yang dihasilkan dari serangkaian paket kerja tertentu.

Pengendalian Jadwal

Peraturan perincian yang diperlukan untuk melaksanakan rencana itu dimulai dengan taraf desain, diberikan pada waktu pemberian kontrak, kemudian digunakan sebagai pengendalian sewaktu pembelian subkontrak. Diperlukan revisi setiap kali sebuah laporan data tiap bulan dibuat, perencanaan dan penjadwalan merupakan bagian dari penyusunan biaya integral.

Adapun untuk penyusunan pengendalian jadwal yang akan dilaksanakan dalam suatu pekerjaan :

- a. Tanggal akhir yang akan ditetapkan.
- b. Tanggal akhir yang ditetapkan oleh pasar.
- c. Jadwal ditetapkan oleh klien.
- d. Memakai jaringan berdasarkan atas logika ketergantungan pekerjaan dan sumber daya.
- e. Pertimbangan untuk persyaratan khusus.
- f. Memakai kualitas biaya dasar.
- g. Memakai kuantitas produktifitas untuk mendapatkan schedule.

METODE

Sumber Data

Metode penelitian dengan data dari sampel yaitu dengan menggunakan data yang bersifat umum dan telah tersedia sebelumnya yaitu data sekunder merupakan data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung melalui media perantara atau data yang sudah ada yang diperoleh langsung dari staf Civil Engineering PT. Bumitama Gunajaya Agro-Jakarta Selatan, yaitu berupa data pembangunan konstruksi rumah karyawan di wilayah Kalimantan Tengah berlokasi di Serawak Damai Estate (SDME). Serta mencakup studi jurnal, buku terbitan dan referensi yang mendukung penelitian. Adapun data yang diperlukan sebagai berikut :

- a. Waktu penyelesaian proyek sebelum adanya percepatan dan waktu penyelesaian setelah adanya percepatan.
- b. Data urutan rangkaian kegiatan proyek.
- c. Data waktu dan biaya kegiatan proyek.
- d. Data lain yang berhubungan dengan permasalahan penelitian.

Teknik Analisis Data

Analisa yang dilakukan adalah terhadap hasil-hasil yang diperoleh dari pengolahan data. Analisis kuantitatif adalah teknik pengolahan dimana data yang

berbentuk angka-angka dianalisis dengan cara melakukan perhitungan dan mengaplikasikannya dalam berbagai ruang yang sesuai.

Metode Pelaksanaan Percepatan Waktu

Metode yang dilakukan untuk mempercepat durasi proyek yaitu (Novianty, 1998):

- Penambahan jam kerja (kerja lembur), dengan mendapat upah tambahan untuk pekerjaan yang melebihi 8 jam kerja perhari, selebihnya ditambah 150% - 200% dari harga dasar.
- Penambahan tenaga kerja, dalam satu unit pekerja melaksanakan suatu aktivitas tertentu.
- Penggantian atau penambahan peralatan, untuk mempercepat durasi proyek agar mempunyai produktivitas lebih tinggi.

Critical Path Methode (CPM)

Secara teoritis yaitu perhitungan dengan menggunakan metode *Critical Path Methode* (CPM) berdasarkan data pembangunan. Lima langkah dalam metode CPM, yaitu (Soeharto, 1995):

- Identifikasi proyek dan semua aktifitas atau tugas yang signifikan.
- Membuat keterkaitan antara aktivitas-aktivitasnya. Putuskan aktivitas mana yang harus mendahului dan mana yang harus mengikuti yang lain.
- Menggambar jaringan yang menghubungkan semua aktifitas.
- Hitung jalur kritis paling panjang melalui jaringan itu.
- Gunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Membuat Diagram Network dengan Menggunakan Waktu Normal.

Setelah data yang diperlukan selesai maka dapat dibuat *Network* dengan metode *Critical Path Methode* (CPM) menggunakan waktu normal. Gambar pada lampiran tersebut memperlihatkan diagram *network* dengan menggunakan waktu normal. Dalam gambar ini dapat dilihat adanya hubungan ketergantungan, misalnya kegiatan B tidak bisa dilakukan sebelum kegiatan A selesai. Namun demikian, ada juga kegiatan yang dilakukan secara bersama-sama yang ditunjukkan dengan adanya *dummy*. Dengan adanya *Network* dengan metode *Critical Path Methode* (CPM) yang menggunakan waktu normal maka terlihat jelas kegiatan mana saja yang merupakan peristiwa kritis yaitu pada jalur A, B, C, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, Y, Z, A1, B1, C1, D1, E1, L1, S1, T1, V1.

Menentukan Jalur Kritis

Jalur kritis adalah jalur yang terdiri dari kegiatan kritis. Jika dilihat dari prosedur menghitung umur proyek, jalur kritis bisa juga diartikan sebagai jalur yang memiliki waktu terpanjang dari semua jalur yang dinilai dari peristiwa awal hingga peristiwa akhir. Apabila kegiatan kritis mengalami keterlambatan penyelesaian maka akan memperlambat penyelesaian secara keseluruhan, meskipun kegiatan lain tidak mengalami keterlambatan. Jalur kritis memiliki pengertian $ES = LS$ baik peristiwa awal maupun peristiwa akhir dari kegiatan.

Berdasarkan perhitungan *Earliest Start* (ES) dan *Latest Start* (LS) diatas maka dapat dihitung *Float* (Slack) dari masing-masing kegiatan untuk menentukan jalur kritisnya. Jadi nilai float atau waktu longgar harus sama dengan 0 (nol).

Tabel 1. Hasil lintasan kritis

X1 = A → B	X22 = T → U
X2 = B → C	X23 = U → V
X6 = C → H	X24 = V → W
X10 = A → B	X26 = W → Y
X11 = I → J	X28 = Y → Z
X12 = J → K	X29 = Z → A1
X13 = K → L	X30 = A1 → B1
X14 = L → M	X31 = B1 → C1
X15 = M → N	X32 = C1 → D1
X16 = N → O	X33 = D1 → E1
X17 = O → P	X39 = E1 → L1
X18 = P → Q	X46 = L1 → S1
X19 = Q → R	X53 = S1 → T1
X20 = R → S	X69 = T1 → V1
X21 = S → T	

Biaya Percepatan Proyek Pada Kegiatan Lintasan Kritis

Setelah perhitungan *cost slope* dan hasil identifikasi jalur kritis dengan metode *Critical Path Methode* (CPM). Dengan terlebih dulu mempercepat semua kegiatan proyek secara serempak yang menghasilkan waktu keseluruhan kegiatan proyek dapat dipersingkat. Sehingga tidak terbentuk lintasan kritis yang baru karena sebelumnya telah dilakukan perhitungan *cost slope*, dengan salah satu hasilnya durasi percepatan proyek lalu disesuaikan dengan hasil lintasan kritis yang akan menghasilkan penambahan biaya (*cost slope*)

Sedangkan biaya yang dipercepat adalah biaya yang berada pada jalur kritis yang digunakan untuk menyelesaikan proyek. Setelah selisih waktu dan biaya diketahui maka total biaya percepatan dapat diketahui besarnya kenaikan biaya yang terjadi.

Keterangan	Waktu (hari)		Biaya (Rp)		Biaya (Rp)	
	Normal	Dipercepat	Biaya Langsung Normal	Biaya Tak Langsung Normal	Biaya Langsung Dipercepat	Biaya Tak Langsung Dipercepat
Proyek Pembangunan Fasilitas Rumah Karyawan Di Serawak Damai Estate, Kalteng	90	55	235,719,272.98	19,621,115.00	265,581,907.48	12,037,265.23
TOTAL			255,340,387.98		277,619,172.71	

Grafik Optimasi Pada Percepatan Waktu Pelaksanaan Proyek

Dapat dilihat dari hasil pengolahan data sebelumnya menghasilkan grafik dimana garis dengan titik-titik tertentu menunjukkan perkembangan dari durasi normal 90 hari hingga durasi percepatan proyek menjadi 55 hari disertai tingkatan biaya yang

dikeluarkan. Biaya langsung semakin meningkat dari biaya normal karena biaya dibebankan langsung pada masing-masing pekerjaan, dari biaya normal sebesar Rp235.719.272,98 setelah melakukan crash menjadi Rp 265.581.907,48., biaya tidak langsung dari biaya Rp 19.621.115 setelah melakukan crash menjadi Rp12.037.265,23 hasil biaya tidak langsung menurun karena penurunan biaya yang dikeluarkan langsung ke masing-masing pekerjaan.

PENUTUP

Berdasarkan uraian pada bab-bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Perencanaan waktu dan biaya pada proyek pembangunan fasilitas rumah karyawan di Serawak Damai Estate, Kalimantan Tengah PT. Bumitama Gunajaya Agro selama 90 hari terhitung dari 1 Februari 2011 - 30 April 2011 dengan total biaya proyek Rp 255.340.387,98.
2. Lintasan kritis yang dihasilkan dengan *Critical Path Methode* (CPM) mempunyai total *float* sama dengan nol, sedangkan kegiatan yang memiliki *float* terdapat tenggang waktu kegiatan yang menentukan bahwa kegiatan non kritis dari proyek. Maka terlihat jelas kegiatan mana saja yang merupakan peristiwa kritis yaitu pada jalur A, B, C, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, Y, Z, A1, B1, C1, D1, E1, L1, S1, T1, V1.
3. Perencanaan waktu dan biaya dengan menggunakan *Critical Path Methode* (CPM) pada manajemen proyek pembangunan fasilitas rumah karyawan di Serawak Damai Estate, Kalimantan Tengah yang dilakukan oleh penulis selama 55 hari dengan total biaya Rp 277.619.172,71. Optimalisasi yang dicapai berdasarkan penelitian adalah :
 - a. Untuk optimalisasi waktu proyek sebesar 35 hari atau 38,65 % dari durasi normal 90 hari menjadi 55 hari dan aspek waktu menunjukkan penyelesaian proyek ini memperoleh keuntungan.
 - b. Untuk kenaikan biaya total proyek dari kerja lembur pada perhitungan *cost slope* dengan biaya sebesar Rp 22.278.784,73 atau 8,7 % dari total biaya proyek normal.
 - c. Perusahaan lebih untung dan lebih cepat dengan menggunakan metode *Critical Path Methode* (CPM) dan *Cost Slope* dalam membangun fasilitas lainnya untuk karyawan, agar kinerja karyawan lebih optimal dengan adanya fasilitas yang terpenuhi dengan tepat waktu serta produksi minyak kelapa sawit pun memenuhi target.

DAFTAR PUSTAKA

- Badri Sofwan. 1983. **Dasar-dasar Network Planning**. Jakarta : Bina Aksara.
- Barrie Donal S. 1993. **Manajemen Konstruksi Profesional**, Edisi ke-2. Jakarta : Erlangga.
- Dannyanti Eka. 2010. **Optimalisasi Pelaksanaan Proyek dengan Metode PERT dan CPM**. Semarang : Penerbit Universitas Diponegoro.
- Ervianto Wulfram I. 2002. **Manajemen Proyek Konstruksi**, Edisi Revisi. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Feredika Ariany. 2010. **Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi**. Denpasar : Penerbit Universitas Udayana.
- Griffin Ricky. 2004. **Manajemen**. Jakarta : Erlangga.

- Herwansyah Diyan. 2007. **Estimasi Anggaran Biaya Konstruksi dan Rencana Penjadwalan Tahap Desain pada Pembangunan Kampus BSI Margonda**. Depok : Penerbit Fakultas Teknik Sipil.
- Heryanto Imam dan Totok Triwibowo. 2009. **Manajemen Proyek Berbasis Teknologi Informasi**. Bandung : Penerbit Informatika.
- Ichsan, dkk. 2007. **Manajemen Proyek**. Jakarta : Penerbit Project Management.
- Kerzner Harold. 2001. **Project Management, a System Approach to Planning, Schedulling and Controlling**. Canada :
- 2009. **Project Management, a System Approach to Planning**. Canada : Cita Book Store.
- Koolma A dan C.J.M. van de Schoot. 1988. **Manajemen Proyek**. Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia.
- Laras Panji. 2007. **Metode Pelaksanaan dan Pengendalian Waktu pada Pekerjaan Struktur Under Pass**. Bogor : Penerbit Universitas Pakuan.
- Mingus Nancy. 2002. **Project Management Dalam 24 Jam**. Jakarta : Prenada Media.
- Mulyono Sri. 2004. **Riset Operasi**. Jakarta : Lembaga Penerbit Fajultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Novianty Inge Windya. 1998. **Optimasi Waktu dan Biaya pada Percepatan Waktu Pelaksanaan Proyek**. Jakarta : Penerbit Universitas Trisakti.
- Robbins Stephen P. dan Mary Coulter. 2005. **Manajemen**, Edisi Kedelapan. New Jersey : Indeks.
- Santosa Budi. 2003. **Manajemen Proyek**. Surabaya : Prima Printing.
- Santosa Purbayu Budi dan Ashari. 2005. **Analisis Statistik dengan Microsoft Excel dan SPSS**. Yogyakarta : Andi.
- Soeharto Imam. 1990. **Manajemen Proyek Industri (persiapan, pelaksanaan, pengelolaan)**. Jakarta : Erlangga.
- 1995. **Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional**. Jakarta : Erlangga.
- Subagyo Pangestu, dkk. 1999. **Dasar-dasar Operations Research**. Yogyakarta : BPFE.
- Sudarsana Dewa Ketut. 2008. **Pengendalian Biaya dan Jadwal Terpadu pada Proyek Konstruksi**. Denpasar : Penerbit Universitas Udayana.
- Sutopo Hadi. 2007. **Manajemen Proyek Multimedia**. Jakarta : Diktat Program Studi Teknik Informatika D3.
- Syafriandi. 2003. **Aplikasi Microsoft Project 2000 Untuk Penjadwalan Kerja dalam Proyek Teknik Sipil**. Jakarta : Dinastindo.