

**PENJADWALAN PROYEK KONSTRUKSI
DENGAN METODE PERT
(STUDI KASUS PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG R.KULIAH DAN
PERPUSTAKAAN PGSD KLECO FKIP UNS TAHAP I)**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret
Surakarta



Disusun oleh:

Kusnanto

I.0105094

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2010**

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Industri konstruksi mempunyai peran penting dan strategis dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan berbagai bidang dalam pembangunan. Perkembangan industri konstruksi berhubungan erat dengan pelaksanaan pembangunan di segala bidang. Mengingat akan peran tersebut maka jasa konstruksi harus terus mengembangkan peran dalam pembangunan.

Jadwal merupakan salah satu parameter yang menjadi tolok ukur keberhasilan suatu proyek konstruksi, disamping anggaran dan mutu. Penjadwalan perlu diperhatikan dalam manajemen proyek untuk menentukan durasi maupun urutan kegiatan proyek, sehingga terbentuklah penjadwalan yang logis dan realistis. Pada umumnya, penjadwalan proyek menggunakan estimasi durasi yang pasti. Namun, banyak faktor ketidakpastian (*uncertainty*) sehingga durasi masing-masing kegiatan tidak dapat ditentukan dengan pasti. Faktor penyebab ketidakpastian durasi tersebut diantaranya adalah produktivitas pekerja, cuaca dan lain-lain.

Metode yang sering digunakan dalam penjadwalan adalah Bar Chart ataupun CPM. Pada metode tersebut durasi waktu yang digunakan dianggap sudah diketahui dengan pasti. Kelemahan dari metode tersebut adalah tidak dapat mengetahui durasi secara pasti dari masing-masing kegiatan, karena biasanya perencana memberi kontingensi yang sama pada semua jenis kegiatan tanpa memperhitungkan perbedaan resiko dimasing-masing kegiatan.

Dengan adanya permasalahan tersebut penulis akan menganalisa jadwal konstruksi dengan menggunakan metode PERT. Ketidakpastian penentuan durasi suatu proyek dalam metode PERT dicerminkan dengan tiga nilai estimasi yaitu durasi optimistis, durasi most likely dan durasi pesimistis. Dalam metode ini durasi waktu yang digunakan, diambil dari rata-rata antara pesimistis, most likely dan optimistis. Sehingga kita dapat mengamati lintasan kritis pada penjadwalan proyek konstruksi dan dapat melihat durasi yang pasti dari masing-masing kegiatan. Dalam penelitian ini penulis akan melakukan studi kasus pada proyek Pembangunan Gedung R.Kuliah dan Perpustakaan PGSD Kleco FKIP UNS.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Berapa durasi penyelesaian proyek dengan metode PERT?
2. Dengan menggunakan metode PERT, kegiatan-kegiatan apakah dalam proyek tersebut yang termasuk kegiatan kritis?
3. Bagaimana perbandingan durasi proyek dengan metode PERT dengan jadwal eksisting yang telah direncanakan?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui umur proyek berdasarkan analisa penjadwalan metode PERT.
2. Mengetahui kegiatan-kegiatan kritis dalam proyek konstruksi yang bersangkutan.

3. Mengetahui perbandingan durasi waktu antara penjadwalan probabilistik dengan jadwal yang telah direncanakan.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Dari hasil penelitian dapat memberi informasi kepada pihak proyek tentang kegiatan-kegiatan kritis sehingga dapat mengurangi penundaan penyelesaian proyek konstruksi.
2. Menambah wawasan dalam bidang penjadwalan probabilistik.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian dan Batasan Masalah

Agar diperoleh hasil sesuai tujuan penelitian, tinjauan dibatasi pada :

1. Data proyek yang dianalisa adalah Proyek Pembangunan Gedung R.Kuliah dan Perpustakaan PGSD Kleco FKIP UNS
2. Metode yang digunakan dalam penjadwalan probabilitas adalah metode PERT.

1.6. Sistematika Penulisan

Bab I : Pendahuluan

Bab ini terdiri dari latar belakang masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II : Tinjauan Pustaka

Bab ini terdiri kajian pustaka yang mengulas tentang penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan serta landasan teori yang memuat teori-teori yang digunakan dalam lingkup tugas akhir ini, diantaranya adalah penjadwalan proyek konstruksi, penjadwalan probabilistik, metode PERT.

Bab III : Metodologi Penelitian

Dalam bab ini dijelaskan mengenai jenis penelitian, populasi penelitian, prosedur dan teknik pengumpulan data, metode pengolahan dan analisis data yang akan dipakai dalam penelitian ini

Bab IV : Analisis Data

Setelah data terkumpul maka dilakukan pengolahan data. Dalam bab inilah akan dijelaskan tentang pengolahan serta analisis data penelitian ini.

Bab V : Kesimpulan dan Saran

Akhir dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan dan saran yang nantinya diharapkan dapat menjadi masukan bagi semua kalangan yang akan atau sudah berkecimpung dalam bidang usaha konstruksi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka

Penjadwalan melalui proses estimasi mengandung unsur ketidakpastian. Cara yang formal untuk memasukan ketidakpastian pada penjadwalan adalah dengan menganalisis penjadwalan secara probabilistik. Dalam hal ini dapat digunakan PERT atau simulasi Monte Carlo (Ervianto, 2004:35).

Pembangunan melibatkan banyak aktivitas. Tiap aktivitas memerlukan sejumlah waktu, yang didefinisikan sebagai durasi. Durasi adalah sebuah besaran statistik probabilistik yang dinyatakan dalam satu interval nilai. Maka total waktu yang digunakan untuk menyelesaikan pembangunan juga dinyatakan dalam satu interval waktu, sehingga penepatan waktu penyelesaian proyek dengan metode PERT dirasakan lebih realistis (Budi Martami dan Robby Gunawan, 2002: 25).

Program Evaluation Review Technique (PERT) merupakan suatu metode penjadwalan dengan menimbang durasi aktivitas yang bersifat tidak pasti. PERT mengasumsikan fungsi kerapatan probabilitas durasi aktivitas mengikuti distribusi beta. Analisis dalam PERT disederhanakan dengan menggunakan nilai-nilai tertentu parameter distribusi beta. Penentuan jalur kritis hanya menimbang mean durasi untuk menentukan jalur kritis, dan probabilitas total durasi didapatkan berdasarkan jalur kritis saja (Andreas Wibowo, 2001:1)

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Penjadwalan Proyek

Jadwal adalah penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah pelaksanaan pekerjaan untuk mencapai sasaran. Pada jadwal telah dimasukan faktor waktu. Metode menyusun jadwal yang terkenal adalah analisis jaringan (*network*), yang menggambarkan dalam suatu grafik hubungan urutan pekerjaan proyek. Pekerjaan yang harus mendahului atau didahului oleh pekerjaan lain diidentifikasi dalam kaitanya dengan waktu. Jaringan kerja ini sangat berguna untuk perencanaan dan pengendalian proyek (Soeharto,1997: 114)

Penjadwalan adalah kegiatan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan dan urutan kegiatan serta menentukan waktu proyek dapat diselesaikan (Ervianto, 2002: 154). Penjadwalan adalah berfikir secara mendalam melalui berbagai persoalan-persoalan, menguji jalur-jalur yang logis, serta menyusun berbagai macam tugas yang menghasilkan suatu kegiatan lengkap, dan menuliskan bermacam-macam kegiatan dalam rangka yang logis dan rangkaian waktu yang tepat (Luthan dan Syafiriadi, 2006: 8).

Dalam kenyataannya, prosedur penjadwalan melalui proses estimasi mengandung unsur ketidakpastian. Hal ini sesuai dengan karakteristik proyek konstruksi, yaitu tingkat risiko yang tinggi terhadap setiap perubahan yang terjadi, baik perubahan

sistem politik, cuaca, ketergantungan buruh, kegagalan konstruksi, ketergantungan pihak lain, dan lain sebagainya.

Untuk mengantisipasi ketidakpastian dari durasi konstruksi dan penjadwalan, dikembangkan metode penjadwalan dengan mempertimbangkan ketidakpastian tersebut. Ada dua cara pendekatan penjadwalan dengan ketidakpastian, yaitu:

- a. Cara pertama adalah mengabaikan ketidakpastian durasi, digunakan penjadwalan dengan ekspektasi durasi (*most likely*). Kerugian dari cara ini adalah *schedule* yang bersifat *optimistik*, penggunaan durasi tunggal akan menghasilkan *schedule* yang kaku (*inflexible schedule*), sehingga dibutuhkan *monitoring* dan *updating* secara *kontinyu* (terus-menerus) secara ketat.
- b. Cara kedua adalah dengan memasukan kontingensi (*contingency*) dengan tujuan menghindari *schedule* yang terlalu optimis. Contohnya durasi yang diharapkan 2 hari, dalam *schedule* digunakan durasi 2,2 persen hari (10% kontingensi) (Ervianto, 2004:35).

2.2.2. Jenis-jenis penjadwalan

Pada umumnya penjadwalan terbagi menjadi 2 yaitu:

1. Penjadwalan Deterministik : tugas jaringan saling terhubung dengan dependensi yang menggambarkan pekerjaan yang akan dilakukan, masa kerja dan rencana penyelesaian proyek. Setiap tugas memiliki durasi yang direncanakan. Penjadwalan deterministic dibagi menjadi 2:
 - a. CPM (*Critical Path Method*) : *Arrow Diagram*, *Time Scale Diagram*, dan *Precedence Diagram Method* (PDM)
 - b. Non-CPM : *Bar/Gantt Chart*, *Line Diagram*.

2. Penjadwalan Probabilistik : jaringan dengan semua elemen dari rencana deterministik, tetapi jangka waktu tugas adalah variabel-variabel acak. Contoh dari penjadwalan probabilistik adalah : PERT dan Montecarlo.

2.2.3. Tujuan dan Manfaat Perencanaan Jadwal

Sebelum proyek dimulai sebaiknya seorang manager yang baik terlebih dahulu merencanakan jadwal proyek. Tujuan perencanaan jadwal adalah :

1. Mempermudah perumusan masalah proyek
2. Menentukan metode atau cara yang sesuai
3. Kelancaran kegiatan lebih terorganisir
4. Mendapatkan hasil yang optimum

Manfaat perencanaan tersebut bagi proyek adalah :

1. Mengetahui keterkaitan antar kegiatan
2. Mengetahui kegiatan yang perlu menjadi perhatian (kegiatan kritis)
3. Mengetahui dengan jelas kapan memulai kegiatan dan kapan harus menyelesaikannya.

2.2.4. PDM

Metode Preseden Diagram (PDM) diperkenalkan oleh J.W.Fondahl dari Universitas Stanford USA pada awal dekade 60-an. Selanjutnya dikembangkan oleh perusahaan IBM. PDM adalah jaringan kerja yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panahnya hanya sebagai petunjuk kegiatan-kegiatan yang bersangkutan tidak memerlukan kegiatan dummy. Pada PDM sebuah kegiatan

baru dapat dimulai tanpa menunggu kegiatan pendahulunya selesai 100%. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara tumpang tindih (*overlapping*).

Aturan PDM

PDM metode yang digunakan adalah *Activity on Node* (AON) di mana tanda panah hanya menyatakan keterkaitan antara kegiatan. Kegiatan dari peristiwa pada PDM ditulis dalam bentuk node yang berbentuk kotak segi empat.

Nomor Urut				No. & Nama Kegiatan		No. & Pekerjaan		
ES	Nama kegiatan	Waktu Penyelesaian (D)	ES	ES/LS EF/LF	FF TF	ES	Nama kegiatan	EF
LS	Nama kegiatan	Waktu Penyelesaian	LF	Waktu Penyelesaian (D)		EF		LF
						FF		TF

Gambar 2.1. Node Kegiatan PDM

Notasi yang digunakan dalam node kegiatan PDM yaitu :

- Durasi (D) adalah waktu yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan
- *Earliest Start* (ES) adalah saat paling cepat kegiatan tersebut dilaksanakan
- *Earliest Finish* (EF) adalah saat paling cepat kegiatan tersebut diselesaikan
- *Latest Start* (LS) adalah saat paling lambat kegiatan tersebut dilaksanakan
- *Latest Finish* (LF) adalah saat paling lambat kegiatan tersebut diselesaikan
- *Free Float* (FF) adalah jumlah waktu tunda atau memperpanjang waktu kegiatan tanpa mempengaruhi waktu awal kegiatan berikutnya
- *Total Float* (TF) adalah jumlah waktu tunda atau memperpanjang waktu kegiatan tanpa memperhitungkan akhir proyek.

Rumus :

$$EF = ES + D$$

$$LS = LF - D$$

$$FF = ES_{(i)} - EF_{(j)}$$

$$TF = LF - EF$$

Keunggulan dan Kelemahan

Pada PDM sebuah kegiatan dapat dikerjakan tanpa menunggu kegiatan pendahulunya selesai 100%, hal tersebut dapat dilakukan dengan cara tumpang tindih (*overlapping*). Walaupun penggunaan PDM lebih logis dibandingkan dengan metode yang lainnya, akan tetapi penggambaran masih dalam bentuk network yang hanya dapat dibaca/dimengerti oleh level manajemen tertentu saja. Penggunaan PDM saat ini sudah sangat populer, terutama perhitungannya yang sekarang telah dikomputerisasikan.

2.2.5. Durasi aktivitas

Produktivitas pekerja digunakan sebagai sumber ketidakpastian untuk menyusun jadwal probabilistik. Dari data produktivitas, dapat diperoleh durasi kegiatan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas}}$$

Dalam pemodelan ketidakpastian dalam simulasi dipergunakan sebuah PDF (*Probability Density Function*)/fungsi distribusi probabilitas. Dalam praktek konstruksi, fungsi distribusi probabilitas yang dijadikan dasar pemodelan simulasi tidak diketahui secara pasti. Namun seringkali direkomendasikan para ahli bahwa untuk memodelkan durasi dari aktivitas konstruksi sebagai langkah efisien dan akurat dipakai jenis PDF *kontinyu* yang *fleksible*, yang dapat memiliki bentuk

bervariasi. Karakter yang dimiliki antara lain: *kontinyu*, memiliki mode, dan memiliki batas absis positif.

2.2.6. Penggunaan Microsoft Project

Microsoft Project memang ditujukan untuk manajemen proyek sehingga pada orang-orang yang berkecimpung dalam bidang manajemen proyek saja yang mengenal program Microsoft Project ini secara mendalam. Microsoft Project merupakan suatu program komputer yang banyak digunakan untuk menyusun rencana kerja sebuah proyek konstruksi. Project atau dalam bahasa sehari-hari disebut dengan proyek merupakan suatu rangkaian kerja yang dimulai dari tahap perencanaan sampai pada tahap akhir. Hal-hal yang perlu dilakukan bila memiliki sebuah proyek adalah :

1. Melakukan perencanaan dan penjadwalan, serta pelibatan pihak-pihak yang berkompeten dalam proyek tersebut.
2. Setelah itu masuk ke dalam proses penentuan jenis-jenis pekerjaan (*Task*), sumber daya yang diperlukan (*Resources*) baik sumber daya manusia maupun material, biaya yang diperlukan (*cost*), juga jadwal kerja (*schedule*) kapan pekerjaan dimulai dan kapan pekerjaan sudah harus selesai. Jika semua hal tersebut telah ditentukan dan disetujui oleh semua pihak maka kita telah mempunyai rencana dasar (*Baseline*).
3. Selanjutnya rencana tersebut harus dijalankan dan perkembangannya harus terus dipantau dalam sebuah tahapan *Tracking*. Apabila pekerjaan belum selesai maka harus dilakukan penjadwalan ulang (*Rescheduling*).

Dengan Microsoft Project dapat memperoleh rincian seluruh komponen kerja secara detail.

2.2.7. PERT

Metode PERT adalah cara perencanaan dengan jaringan-jaringan pekerjaan yang dihubungkan dengan pertimbangan tertentu. Metode ini seperti halnya CPM (*Critical Path Method*) memerlukan beberapa parameter, salah satunya durasi aktivitas. Penentuan durasi aktivitas pada CPM mengacu pada durasi pasti (*fix duration*), artinya cukup melakukan estimasi satu durasi aktivitas.

Karakteristik proyek menyebabkan durasi aktivitas menjadi hal yang tidak pasti karena durasi aktivitas dipengaruhi oleh bermacam-macam kondisi yang bervariasi. Metode PERT member asumsi pada durasi aktivitas sebagai hal yang probabilistik (*stochastic*) dikarenakan aktivitas konstruksi bervariasi.

2.2.7.1. Langkah-langkah Metode PERT

Garis besar Metode PERT dan CPM hamper sama dalam pengelolaan jaringannya. Perbedaannya terdapat pada penentuan durasi aktivitas dan durasi jalur kritis. Garis besar Metode PERT adalah sebagai berikut :

- a. Penentuan aktivitas beserta durasinya. PERT menggunakan tiga asumsi durasi aktivitas, yakni *to* (*optimistic time*), *tp* (*pessimistic time*), dan *tm* (*most likely time*).
- b. Korelasi waktu dengan continuous distribution, serta menentukan *expected time* (*te*), *standar deviasi* (*se*), dan *varian* (*ve*).
- c. *Expected time* (*te*) ditentukan sebagai durasi aktivitas, kemudian dicari jalur kritis seperti halnya pada CPM.
- d. Tentukan durasi proyek dari lintasan kritis tersebut (Stevens, 1990, pp.142-143)

2.2.7.2. Definisi Parameter PERT

Penentuan tiga durasi ini menimbulkan berbagai macam durasi waktu, sehingga estimasi durasi aktivitas masing-masing perencanaan berbeda-beda karena perbedaan dalam menentukan t_o , t_p , dan t_m . Pengertian t_o , t_p , dan t_m menurut Adrian (1973,p.270) adalah :

- a. Durasi aktivitas pada CPM dapat dinyatakan sebagai durasi yang paling mungkin (t_m) pada PERT. Durasi aktivitas sebenarnya akan menyimpang disekitar t_m .
- b. Durasi optimis (t_o) adalah durasi yang terjadi saat semua kondisi yang mempengaruhi pelaksanaan konstruksi berada pada keadaan optimal.
- c. Durasi pesimis (t_p) adalah durasi aktivitas yang dipengaruhi oleh keadaan yang menimbulkan masalah pada proyek.

Pengertian dari tiga durasi tersebut masih tidak cukup untuk membantu perencanaan untuk menentukan t_o , t_p , dan t_m . Adrian (1973,p.270) memberi penjelasan bahwa t_m memiliki pengaruh lebih besar pada t_o daripada t_p . Pengaruh ini diketahui dari selisih yang ada antara t_p dan t_o . Selisih cukup banyak antara t_p dan t_o dapat diasumsikan bahwa t_e yang diperoleh memiliki tingkat variabilitas yang tinggi daripada selisih t_p dan t_o lebih kecil. Tingkat variabilitas yang tinggi dari t_e menunjukkan tingkat ketidakpastian yang besar, sehingga sedikit keyakinan terhadap t_e tersebut. Tingkat variabilitas ini diukur oleh s_e dan v_e . Nilai s_e dan v_e ini berbanding lurus dengan selisih antara t_p dan t_o , sehingga s_e dan v_e akan besar jika selisih antara t_p dan t_o juga besar.

Penjelasan diatas menyimpulkan bahwa penentuan tiga durasi aktivitas harus memperhatikan tingkat variabilitas yang sekecil mungkin sehingga t_e yang diperoleh memiliki tingkat keyakinan yang cukup besar.

2.2.7.3. Teori Probabilitas

Asumsi tiga durasi aktivitas pada PERT menggunakan analisis statistik untuk menentukan perumusannya. Asumsi awal bahwa durasi PERT merupakan fungsi distribusi normal dalam hal ini fungsi distribusi Beta, sehingga probabilitasnya juga demikian yang merupakan salah satu *continous probability distribution*.

Penelitian menggunakan data dari hasil penelitian lapangan. Data yang diperoleh tersebut terlebih dahulu dibentuk dalam *statistical* data misalnya berupa lengkung normal yang sesuai dengan teori PERT, bahwa semua durasi tidak terlepas dan pola *continous probability distribution* sehingga penentuan setiap durasi tidak sembarang.

Fungsi distribusi Beta simetris pada nilai rata-ratanya. Hal ini merupakan asumsi PERT mengenai durasi aktivitas sebagai variabel acak yang mendekati distribusi normal (Adrian, 1973,p.174). Penentuan probabilitas durasi aktivitas menggunakan *central limit theorem*, yakni suatu teori matematis yang menggabungkan aktivitas PERT dengan salah satu *continous probability distribution*, dalam hal ini distribusi Beta, untuk menentukan probabilitas durasi pada jalur kritis (Stevens,1990,p.142).

Central limit theorem menyatakan bahwa jika ukuran sampel besar, distribusinya mendekati normal, meskipun distribusi populasi awalnya bukan normal. Hal ini berarti walupun distribusi populasi adalah *continous, diskret, simetris*, maupun *skewed*, *central limit theorem* menetapkan selama varian populasi terhingga, distribusi sampel mendekati normal, jika ukuran sampel cukup besar. Asumsi PERT dianggap cukup konsisten dengan *central limit theorem* karena durasi aktivitas dianggap membentuk distribusi normal dengan anggapan bahwa durasi

aktivitas adalah variable acak, dengan populasi terhingga pada eksperimen tertentu.

2.2.7.4. Langkah Analisis Data

Penelitian di lapangan dilakukan pada setiap jenis pekerjaan pelaksanaan. Waktu pelaksanaan menjadi sumber untuk pengolahan data selanjutnya. Pengolahan data menggunakan metode *statistic deskriptif*, yaitu analisis yang bertujuan untuk menyimpulkan dan penjabaran aspek-aspek penting dari data. Pencatatan waktu dari hasil penelitian dilanjutkan dengan metode PERT.

Perhitungan produktivitas juga membutuhkan data berat elemen struktur yang diperoleh dari perhitungan kontraktor. Produktivitas merupakan rasio antara berat-jam untuk setiap tenaga kerja (ton/jam/orang).

2.2.7.4.1. Statistik

Data penelitian berupa durasi aktivitas pelaksanaan masing-masing elemen struktur. Pengolahan dilakukan secara *statistic deskriptif* yang akan menghasilkan parameter-parameter sebagai berikut :

- a. Standar deviasi (*se*), untuk menentukan *to* dan *tp* dengan probabilitas tertentu.
- b. Nilai rata-rata (*mean*) adalah durasi aktivitas rata-rata yang terjadi sebenarnya.
- c. *Skewness* merupakan indikator distribusi normal pada data. Nilai *skewness* terdiri dari dua, yaitu :
 1. *Statistic of Skewnwss* adalah nilai yang menunjukkan kesimetrisan distribusi normal. Nilai 0 menyatakan distribusi normal simetris. Nilai positif berarti grafik distribusi memiliki “ekor” panjang ke kanan, dan sebaliknya negatif memiliki “ekor” panjang ke kiri. Nilai *Skewness* lebih besar dari 1 menyatakan distribusi data memiliki perbedaan dengan distribusi normal ditinjau dari kesimetrisannya.

2. Standar *error of skewness* merupakan nilai uji kenormalan suatu distribusi data. Nilai antara -2 sampai 2 menyatakan bahwa data tersebut diasumsikan berdistribusi normal.

2.2.7.4.2. Pengolahan Metode PERT

Metode PERT diawali dengan menentukan durasi t_o , t_p , dan t_m . Nilai t_o dan t_p berdasarkan teori PERT terletak disekitar waktu rata-rata (t_r). Probabilitas t_o dan t_p dalam hal ini diasumsikan antara 90% sampai 95% dengan persamaan :

$$t_o = t_r - z.se \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

$$t_p = t_r + z.se \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan : t_o : *optimistis time*

t_p : *pesimistis time*

t_r : waktu rata-rata

z : nilai dari tabel distribusi normal

se : standard deviasi

Nilai z diperoleh dari tabel distribusi normal dengan probabilitas yang telah ditentukan. Nilai t_m merupakan nilai yang dicari kemudian dikorelasikan terhadap t_e dengan kata lain t_e diketahui lebih dulu daripada t_m . Persamaan probabilitas normal adalah :

$$z = (t_r - t_e)/se \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan : z : nilai dari table distribusi normal

t_r : durasi rata-rata

se : standard deviasi

t_e : Expected time

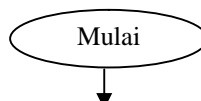
Nilai t_r adalah waktu rata-rata yang dapat diasumsikan sebagai waktu rata-rata sebenarnya dari hasil penelitian dilapangan. Nilai se diketahui dari analisis

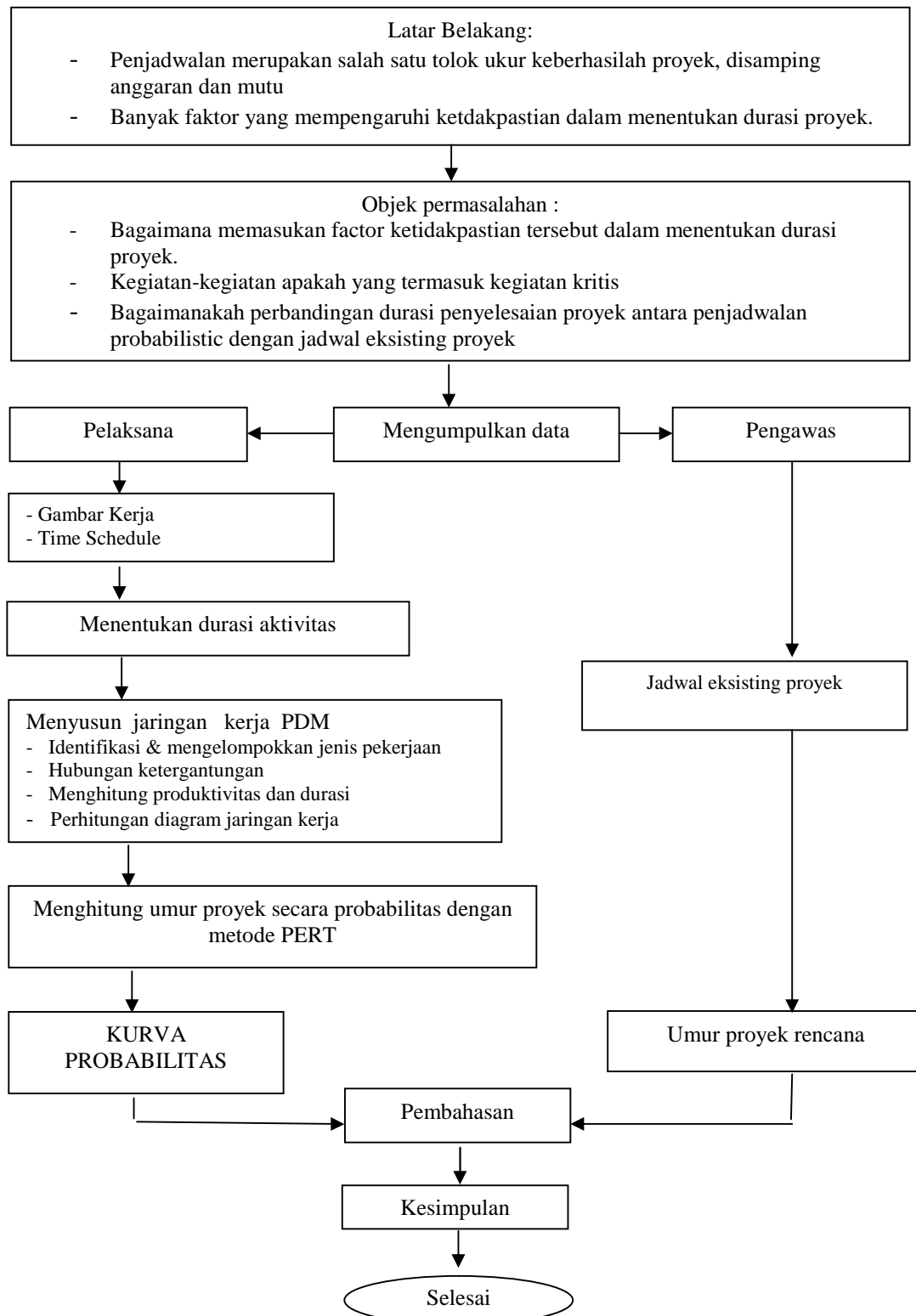
statistik deskriptif. Nilai z diperoleh dari tabel distribusi normal dengan probabilitas tertentu. Nilai te dapat ditentukan dengan persamaan (2.6) karena ketiga parameter lainnya telah diketahui.

Persamaan untuk menentukan te dalam metode PERT adalah sesuai dengan persamaan (2.1). Nilai tp , to , dan te telah diperoleh, sehingga dengan menggunakan persamaan tersebut nilai tm dapat ditentukan. Langkah awal metode PERT yakni penentuan to , tp , dan tm telah dicapai.

Nilai se dan ve menggambarkan variabilitas te yang diperoleh. Nilai se dan ve yang kecil menandakan suatu variabilitas yang kecil sehingga tingkat keyakinan te lebih tinggi dari se dan ve yang lebih besar. Nilai probabilitas yang digunakan sebagai acuan adalah probabilitas dengan nilai se dan ve yang terkecil karena dapat dianggap sebagai suatu probabilitas dengan tingkat keyakinan yang cukup tinggi.

2.3. Kerangka Pikir





Gambar 2.2. kerangka berfikir



BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Penelitian bertujuan untuk menentukan kegiatan-kegiatan kritis dalam proyek konstruksi menggunakan metode PERT. Analisis data menggunakan metode *analitis* dan *deskriptif*. *Analitis* berarti data yang sudah ada diolah sedemikian rupa sehingga menghasilkan hasil akhir yang dapat disimpulkan. Sedangkan *deskriptif* maksudnya adalah dengan memaparkan masalah-masalah yang sudah ada atau tampak serta kesimpulan dari hasil analisis.

3.2. Pengumpulan Data

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kegiatan-kegiatan kritis dalam proyek konstruksi menggunakan metode PERT. Untuk mendukung analisa tersebut, penulis mengambil contoh sebagai studi kasus yaitu Proyek Pembangunan Gedung Kuliah dan Perpustakaan PGSD Kleco FKIP UNS Surakarta Tahap 1.

Untuk mempermudah analisis, dalam penentuan durasi diperlukan data-data skunder yang berkaitan langsung dengan proyek tersebut, seperti: *shop drawing* dan *time schedule*. Sedangkan data primer yang diperlukan adalah durasi optimistis dan durasi pesimistis yang diperoleh dari hasil interview kepada pihak kontraktor.

3.3. Teknik Pengumpulan Data

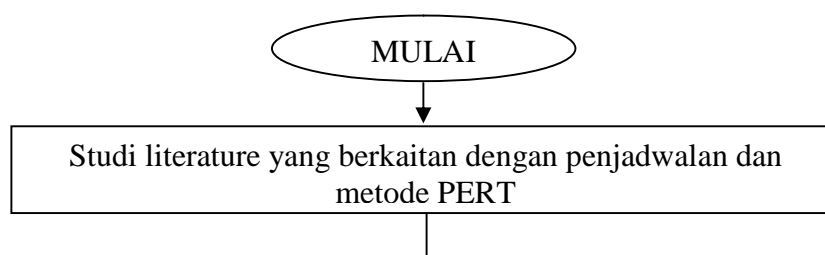
Data dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari kontraktor pelaksana meliputi *Shop Drawing* dan *Time Schedule*, yang diperoleh dari kontraktor pengawas. Data-data tersebut diperoleh pada saat penulis melaksanakan Kerja Praktek di Proyek Pembangunan Gedung Kuliah dan Perpustakaan PGSD Kleco FKIP UNS Surakarta Tahap 1. Sedangkan data *optimistis time* dan *pesimistis time* diperoleh dari hasil interview terhadap pihak kontraktor.

3.4. Analisis Data

Data terkait yang telah dikumpulkan diolah dan dianalisis dengan tahapan sebagai berikut :

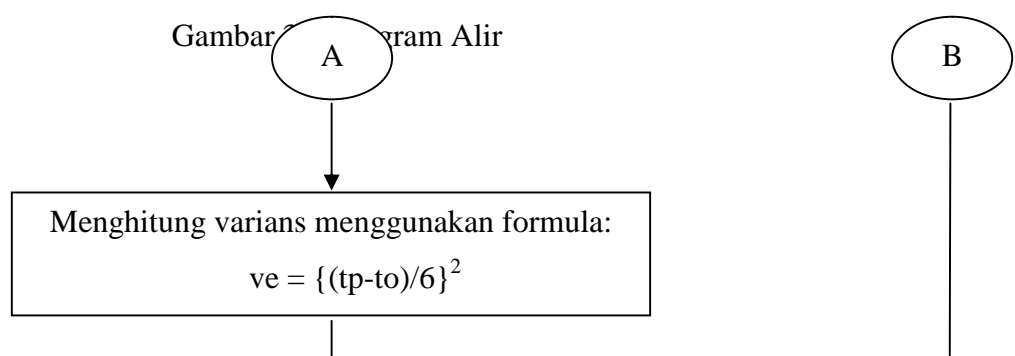
1. Menyusun jaringan kerja dan hubungan saling ketergantungan (*network diagram*).
2. Menghitung durasi kegiatan berdasarkan produktivitas pekerja.
3. Menentukan tiga asumsi durasi aktivitas yaitu: *optimistis time*, *most likely time*, dan *pesimistis time*.
4. Menghitung rata-rata durasi dengan formula :
$$te = (to + 4m + tp)/6$$
5. Menghitung standar deviasi masing-masing kegiatan dengan formula:
$$se = (tp-to)/6$$
6. Menghitung varians menggunakan formula:
$$ve = \{(tp-to)/6\}^2$$
7. Menentukan lintasan kritis dari digram network.
8. Membuat kurva S dari durasi probabilitas

3.5. Diagram Alir





Gambar 7. Diagram Alir





Gambar 3.1 Lanjutan

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Data

4.1.1. Penyusunan Jaringan Kerja PDM

a. Mengidentifikasi dan mengelompokkan lingkup kerja proyek

Mengidentifikasi pekerjaan yang akan dianalisa adalah kegiatan yang pertama kali dilakukan untuk menyusun jaringan kerja PDM, dalam hal ini :

Nama Proyek : Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Dan Perpustakaan
PGSD Kleco FKIP UNS tahap 1
Kontraktor : PT. Rudi Persada Nusantara, Jl. Adi Sumarmo No.64
Nusukan Surakarta

Setelah mengidentifikasi dan memperoleh data dari Proyek yang akan dianalisa, kemudian menentukan lingkup kerja proyek. Pengkajian lingkup proyek ini berdasarkan penampakan fisik urutan pelaksanaan pekerjaan yang juga disesuaikan dengan urutan pekerjaan berdasarkan Time Schedule yang sudah dibuat pelaksana. Urutan pekerjaan berdasarkan Time Schedule Pelaksanaan Proyek adalah :

- 1) Pekerjaan persiapan
 - a) Pembuatan uitzet dan bowplank
 - b) Pembuatan direksi keet
 - c) Pembersihan lokasi proyek

2) Pekerjaan tanah

- a) Pasir urug bawah pondasi
- b) Pekerjaan galian tanah pondasi sumuran
- c) Pekerjaan galian tanah pondasi footplat
- d) Pekerjaan galian tanah pondasi batu kali
- e) Pekerjaan urugan tanah kembali

3) Pekerjaan pondasi dan pasangan

- a) Pasangan pondasi batu belah 1 pc : 6 ps
- b) Pasangan batu kosong
- c) Pembesian sumuran besi D – 19 mm
- d) Pembesian sumuran besi polos D – 12 mm
- e) Beton cyclope 1:2:3, 40% batu kali

4) Pekerjaan beton

- a) Poer beton K-250
- b) Foot plat beton K-250
- c) Kolom beton 50x60 cm², K-250
- d) Kolom beton 40x40 cm², K-250
- e) Kolom beton 20x20 cm², K-250
- f) Balok BL1, beton K-250 uk. 40/80
- g) Balok BL2, beton K-250 uk. 25/50
- h) Balok BL3, beton K-250 uk. 25/40
- i) Balok BL4, beton K-250 uk. 20/30
- j) Balok BL5, beton K-250 uk. 30/60
- k) Balok BL6, beton K-250 uk. 20/30
- l) Balok BL7, beton K-250 uk. 30/60
- m) Stek besi balok lantai
- n) Stek besi konsol beton 15/25
- o) Plat listplank, beton K-250
- p) Plat lantai beton K-250 t=12 cm
- q) Besi stek kolom 40x60 cm² + cat menie
- r) Besi stek kolom 40x40 cm² + cat menie

- s) Besi stek kolom 20x40 cm² + cat menie
- t) Besi stek Balok Tangga
- u) Lantai Kerja beton 1pc :4ps :6 kr
- v) Sloof SL1 25x 60, Beton K-250
- w) Besi stek sloof SL2
- x) Sloof SL1 25x 60, Beton K-250

b. Menghitung Produktivitas tenaga kerja dan durasi pada masing – masing kegiatan.

Untuk menyusun jaringan kerja dibutuhkan durasi dari masing-masing kegiatan tersebut. Perhitungan durasi tiap-tiap kegiatan didasarkan pada volume pekerjaan, jumlah kebutuhan tenaga kerja, dan produktivitas tenaga kerja. Untuk mendapatkan angka produktivitas tenaga kerja dibutuhkan data harga borongan pekerjaan dan upah harian tenaga kerja. Harga borongan tenaga kerja dan upah harian tenaga kerja didapat dari dokumen kontrak. Rumus yang digunakan dalam perhitungan produktivitas tenaga kerja adalah sebagai berikut :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Upah harian per kelompok tenaga kerja}}{\text{Harga borongan}}$$

Contoh Perhitungan produktivitas tenaga kerja :

- Pekerjaan batu kosong

Berdasarkan analisa SNI untuk 1 m³ pekerjaan batu kosong dibutuhkan :

Tenaga

Pekerja 0,7800 Oh

Tukang batu 0,3900 Oh

Kepala tukang batu 0,0390 Oh

Mandor 0,0390 Oh

Bahan

Batu belah 15/20 cm 1.2000 m³

Pasir urug 0,3000 m³

Data :

Volume galian = 33,93 m³

Harga tenaga = Rp 41.102,1

Harga borongan = Rp 45.212,31

Kombinasi tenaga kerja = 1 tukang batu, 2 pekerja

Upah harian = pekerja :Rp 28.000

Tukang batu :Rp 39.600

$$\text{Produktivitas} = \frac{(1 \times 39.600) + (2 \times 28.000)}{45.212,31} = 2,1147 \text{ m}^3 \text{ per hari}$$

Produktivitas 1 tukang batu dan 2 pekerja adalah 2,1147 m³ per hari. Maka dapat dikatakan bahwa dalam satu hari 1 tukang batu dan 2 pekerja dapat menyelesaikan 2,1147 m³ pekerjaan batu kosong.

Setelah dihitung angka produktivitas dalam sehari, maka dapat dihitung kurun waktu (durasi) masing-masing kegiatan berdasarkan rumus :

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas} \times \text{jumlah goup pekerjaan}}$$

Contoh perhitungan durasi pekerjaan :

1. Volume pembesian besi sumuran = 4519,88 kg

Produktivitas = 117,75 kg

Kombinasi tenaga kerja = 1 tukang besi, 1 pekerja

Kelompok kerja = 4 group

Durasi = $\frac{4519,88}{117,75 \times 4}$
= 9,596 ~ 10 hari

2. Volume pondasi batu kosong = 33,93 m³

Produktivitas = 2,1147 m³

Kombinasi tenaga kerja = 1 tukang batu, 2 pekerja

Kelompok kerja = 2 group

Durasi = $\frac{33,93}{2,114 \times 2}$
= 8,02 ~ 8 hari

Hasil perhitungan produktivitas dan durasi kegiatan selengkapnya dapat dilihat di lampiran B-1

Setelah mendapatkan Durasi dari masing-masing kegiatan kemudian menentukan *optimistis time* dan *pesimistis time*. Dalam hal ini penulis melakukan interview kepada bapak Handoyo selaku kontraktor yang menangani proyek yang bersangkutan. Dalam interview tersebut didapat data sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data optimistis time (to), most likely (tm) dan pesimistis time (tp).

NO	URAIAN PEKERJAAN	tm (hari)	to (hari)	tp (hari)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN			
1	Uitzet dan bowplank	7	7	8
2	Direksi keet	4	4	5
3	Pembersihan lokasi proyek + perapian	13	10	15
4	Administrasi dan Dokumentasi			
II	PEKERJAAN TANAH			
1	Pekerjaan galian tanah pondasi sumuran	15	12	15
2	Pekerjaan galian tanah pondasi footplat	5	5	7
3	Pekerjaan galian tanah pondasi batu kali	19	15	21
4	Pekerjaan urugan tanah kembali	18	12	20
III	PEKERJAAN PONDASI DAN PASANGAN			
1	Pasangan pondasi batu belah 1 pc : 6 ps	24	21	25
2	Pasangan batu kosong	16	15	18
3	Pembesian Sumuran besi D - 19 mm	14	12	18
4	Pembesian Sumuran besi polos D - 12 mm	11	8	12
5	Pasir urug bawah pondasi	7	6	8
6	Beton cyclope 1:2:3, 40% batukali	25	21	30
IV	PEKERJAAN BETON			
1	Poer beton K-250	22	18	24
2	Foot plat beton K-250	4	4	5
3	Kolom beton 50x60 cm ² , K-250	22	21	24
4	Kolom beton 40x40 cm ² , K-250	11	10	14
5	Kolom beton 20x20 cm ² , K-250	12	10	15
6	Balok BL2, Beton K-250 uk. 25/50	15	11	15
7	Balok BL3, Beton K-250 uk. 25/40	10	9	12
8	Balok BL4, Beton K-250 uk. 20/30	4	4	5
9	Balok BL1, Beton K-250 uk. 40/80	19	15	20
10	Balok BL5, Beton K-250 uk. 30/60	8	6	9
11	Balok BL6, Beton K-250 uk. 20/30	3	3	4
12	Balok BL7, Beton K-250 uk. 30/60	4	4	5
13	Stek besi balok lantai	1	1	1
14	Stek besi konsol beton 15/25	3	3	4
15	Plat Listplank, Beton K-250	2	2	3
16	Plat lantai beton K-250 t=12 cm	20	14	22

Tabel 4.1. Lanjutan

17	Besi stek kolom 40x60 cm ² + cat menie	1	1	1
18	Besi stek kolom 40x40 cm ² + cat menie	1	1	1
19	Besi stek kolom 20x40 cm ² + cat menie	1	1	1
20	Besi stek Balok Tangga	1	1	1
21	Lantai Kerja beton 1pc :4ps :6 kr	5	5	6
22	Sloof SL1 25x 60, Beton K-250	19	14	20
23	Besi stek sloof SL2	1	1	1
24	Sloof SL1 25x 60, Beton K-250	12	8	14

Sumber: Hasil interview dengan pihak kontraktor

c. Menentukan rata-rata dari ketiga durasi aktivitas (t_e)

Rata-rata dari ketiga durasi aktivitas inilah yang nanti akan digunakan dalam penyusunan jaringan kerja PDM. Formula yang digunakan dalam menghitung rata-rata durasi aktivitas tersebut adalah:

$$\text{Rata-rata durasi } (t_e) = (t_o + 4m + t_p)/6$$

Dimana: t_o : *optimistis time* (hari)

m : *Most likely* / durasi yang paling mungkin terjadi (hari)

t_p : *Pesimistis time* (hari)

Contoh perhitungan rata-rata durasi aktivitas (t_e) adalah sebagai berikut :

1) Galian pondasi batu kali

$$t_o = 15 \text{ hari}$$

$$m = 19 \text{ hari}$$

$$t_p = 21 \text{ hari}$$

$$\text{maka } (t_e) = (t_o + 4m + t_p)/6$$

$$= (15 + (4 \times 19) + 21)/6$$

$$= 18,67 \text{ hari}$$

2) Pondasi batu belah 1 pc : 6 ps

$$to = 21 \text{ hari}$$

$$m = 24 \text{ hari}$$

$$tp = 25 \text{ hari}$$

$$\text{maka } (te) = (to + 4m + tp)/6$$

$$= (21 + (4 \times 24) + 25)/6$$

$$= 23,67 \text{ hari}$$

d. Menghitung standart deviasi dan variance

Setelah menghitung rata-rata durasi aktivitas, dilanjutkan dengan perhitungan standart deviasi dan variance. Formula yang digunakan dalam perhitungan standart deviasi dan variance adalah sebagai berikut :

$$\text{Standart deviasi } (se) = (tp - to)/6$$

$$\text{Variance } (ve) = (se)^2$$

Contoh perhitungan Standart deviasi dan variance adalah sebagai berikut :

1. Galian pondasi batu kali

$$to = 15 \text{ hari}$$

$$m = 19 \text{ hari}$$

$$tp = 21 \text{ hari}$$

$$\text{maka: Standart deviasi } (se) = (tp - to)/ 6$$

$$= (21 - 15)/ 6$$

$$= 1,00$$

$$\begin{aligned}\text{Variance (ve)} &= (se)^2 \\ &= (1,00)^2 \\ &= 1,00\end{aligned}$$

2. Pondasi batu belah 1 pc : 6 ps

$$to = 21 \text{ hari}$$

$$m = 24 \text{ hari}$$

$$tp = 25 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned}\text{maka: Standart deviasi (se)} &= (tp - to) / 6 \\ &= (25 - 21) / 6 \\ &= 0,67 \\ \text{Variance (ve)} &= (se)^2 \\ &= (0,67)^2 \\ &= 0,44\end{aligned}$$

Hasil selengkapnya dari perhitungan rata-rata durasi aktivitas dapat dilihat pada lampiran B-2

e. Menentukan hubungan ketergantungan antar kegiatan

Pada tahap ini ditentukan hubungan tiap kegiatan dengan kegiatan lainnya. Menyusun urutan atau hubungan antar kegiatan berdasarkan urutan ketergantungan. Setelah diketahui kegiatan yang termasuk dalam lingkup proyek hubungan ketergantungan antar kegiatan dapat ditentukan. Pada tahap penentuan hubungan antar kegiatan ini dapat dilakukan dengan bantuan aplikasi Microsoft Project 2007 dengan cara memasukkan kegiatan pendahulu di kolom predessor.

Contoh hubungan antar kegiatan :

- Kegiatan pembersihan lokasi proyek

Kegiatan pendahulu (*predessor*) : -

Kegiatan pengikut (*successor*) : * pembuatan uitzet dan bowplank

* Pembuatan direksi keet

- Kegiatan galian tanah pondasi sumuran

Kegiatan pendahulu (*predessor*) : kegiatan persiapan

Kegiatan pengikut (*successor*) : pembesian besi sumuran

Selanjutnya urutan antar kegiatan dapat dilihat pada lampiran tabel B-3

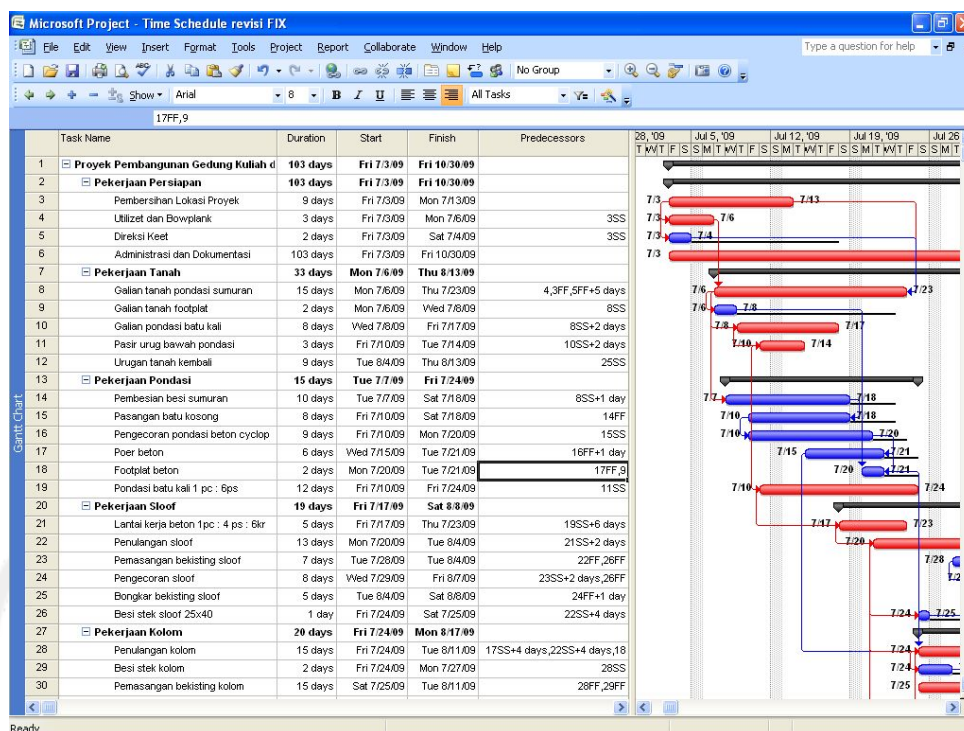
f. Perhitungan diagram kerja metode PDM

Hubungan antar komponen kegiatan sesuai dengan logika ketergantungan diperlukan untuk membuat jaringan kerja metode PDM. Hubungan ketergantungan dalam metode PDM, yaitu *Start to Start*, *Finish to Start*, *Finish to Finish*, *Start to Finish* dan dalam suatu kegiatan mempunyai kegiatan pendahulu (*predeccessor*) dan kegiatan pengikut (*successor*). Penentuan kegiatan *konstrain* dilakukan setelah mengetahui durasi tiap-tiap kegiatan, karena dalam memilih jenis kostrain, durasi kegiatan merupakan faktor yang harus dipertimbangkan. Selanjutnya setelah jaringan kerja tersusun dalam suatu diagram, perhitungan dalam PDM *network diagram* dapat dilakukan.

g. Memasukkan Data ke dalam aplikasi Microsoft Project 2007

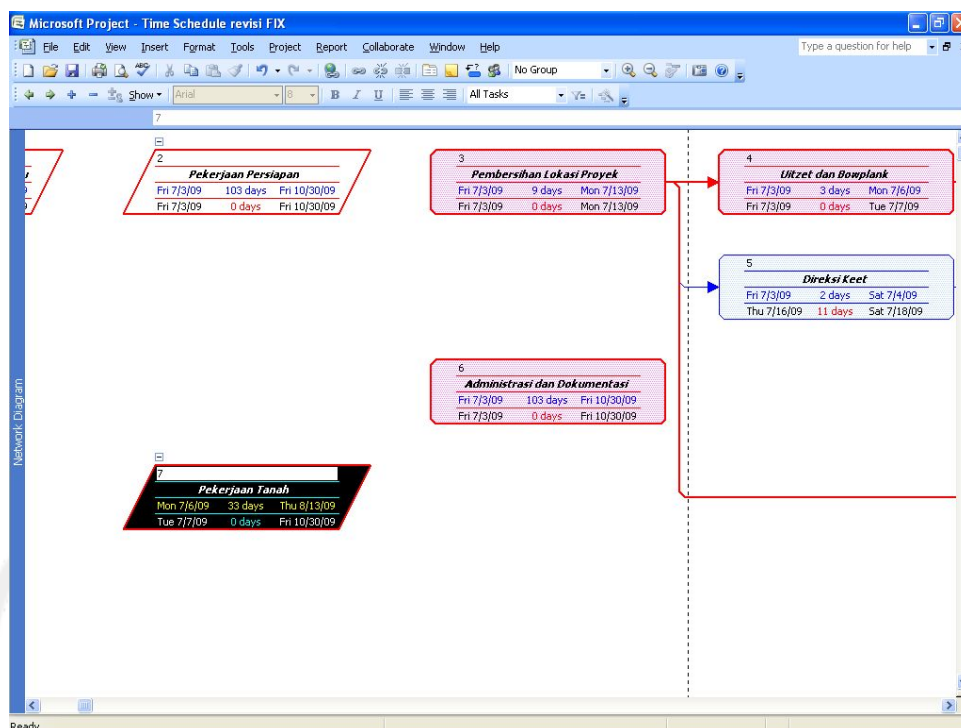
Data yang telah didapat dari hasil perhitungan sebelumnya berupa urutan kegiatan, durasi masing-masing kegiatan, hubungan kegiatan (*konstrain*) dengan metode PDM dan kebutuhan tenaga kerja yang diperoleh dari perhitungan produktivitas dan durasi sebelumnya, kemudian diinput ke dalam lembaran kerja awal ketika pertama kali membuka program Microsoft Project 2007. Proses pengisian datanya adalah :

- 1) Data kegiatan proyek dimasukkan dengan mengetikkan pada kolom task name, waktu kegiatan pada kolom durasi, dan untuk kolom start dan finish akan terisi sendiri.
- 2) Masukkan hubungan ketergantungan “sebelum” pada kolom predecessor, pada kolom ini hubungan kegiatannya adalah nomor ID-nya, misalkan pekerjaan persiapan dengan 2, pembersihan lokasi proyek dengan 3, dan seterusnya. Pada lembaran kanan (grafik *gantt chart*) akan tergambar dengan sendirinya *bar chart* tersebut dengan hubungan keterkaitannya.



Gambar 4.1 Lembar kerja dan Bar Chart hubungan Keterkaitan kegiatan

- 3) Mengubah tampilan, Microsoft project terdiri dari beberapa tampilan, yaitu: *calendar*, *gant chart*, *network diagram*, *task usage*, *resources graph*, *resources sheet*, *resources usage*. Penukaran tampilan dapat dilakukan dengan memilih **V**iew, dan menentukan tampilan yang dikehendaki misalnya Network **D**igram



Gambar 4.2 Network Diagram metode PDM

Gambar Network Diagram metode PDM selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B-4

4.1.2. Penyusunan Kurva probabilitas

a. Menentukan Setandard deviasi Lintasan Kritis

Dari Network diagram (Lampiran B-4), garis merah menunjukkan lintasan kritis dalam proyek tersebut. Sedangkan kegiatan yang menjadi kegiatan kritis adalah kegiatan yang berada didalam kotak berwarna merah. Dari masing-masing kegiatan tersebut memiliki variansi yang yang berbeda satu sama lain. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.2 Kegiatan Kritis

No	Kegiatan kritis	Ve
1	Pembersihan lokasi proyek + perapian	0.69
2	Pekerjaan galian tanah pondasi sumuran	0.25
3	Pasangan batu kosong	0.25
4	Pembesian Sumuran besi D - 19 mm	1.00
5	Pasir urug bawah pondasi	0.11
6	Beton cyclope 1:2:3, 40% batukali	2.25
7	Poer beton K-250	1.00
8	Kolom beton 50x60 cm ² , K-250	0.25
9	Balok BL2, Beton K-250 uk. 25/50	0.44
10	Balok BL1, Beton K-250 uk. 40/80	0.69
11	Plat lantai beton K-250 t=12 cm	1.78
12	Besi stek kolom 40x60 cm ² + cat menie	0.00
13	Besi stek kolom 40x40 cm ² + cat menie	0.00
Jumlah ve LK		8.722

Selanjutnya nilai dari standard deviasi dapat dihitung menggunakan formula:

$$Se\ LK = \sqrt{ve\ LK}$$

Dimana : $Se\ LK$: Standard deviasi lintasan kritis

$Ve\ LK$: Jumlah variance dari kegiatan-kegiatan kritis

Contoh perhitungan standard deviasi lintasan kritis :

Dari tabel diatas diperoleh $ve\ Lk = 8.722$

$$\text{Maka } Se\ LK = \sqrt{ve\ LK}$$

$$= \sqrt{8.722}$$

$$= 2.953$$

b. Menghitung probabilitas penyelesaian proyek

Dari hasil analisis jaringan kerja PDM pada tahapan sebelumnya didapatkan lintasan kritis, sehingga dapat kita lihat umur proyek dan kegiatan-kegiatan apa saja yang tergolong kegiatan kritis. Selanjutnya dapat digunakan untuk menentukan durasi probabilitas dengan formula:

$$Z = \frac{Td - TE}{Se LK}$$

Dimana Z = Nilai pada tabel distribusi normal

Td = Target durasi

TE = *Project Expected time Completion*

Se LK = Setandard deviasi lintasan kritis

Contoh perhitungan durasi probabilitas sebagai berikut :

Misal target durasi 85 hari.

$$\begin{aligned} Z &= \frac{Td - TE}{Se LK} \\ &= \frac{85 - 82}{2,953} \\ &= 1,0159 \end{aligned}$$

Dari tabel distribusi normal didapat : P (Z= 1,0159) = 84,61%

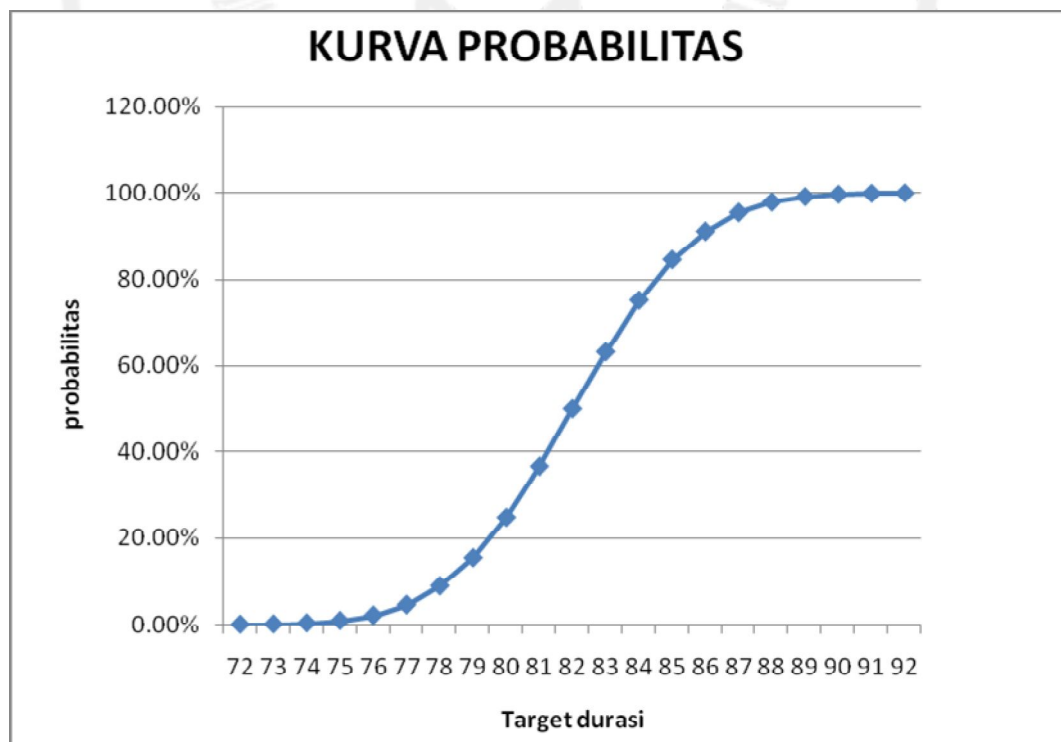
Selanjutnya tabel durasi probabilitas dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.3. Durasi probabilitas

Td	Z	Probabilitas
72	-3.3864	0.03%
73	-3.0477	0.11%
74	-2.7091	0.34%
75	-2.3705	0.89%
76	-2.0318	2.12%
77	-1.6932	4.55%
78	-1.3546	8.85%
79	-1.0159	15.39%
80	-0.6773	24.83%
81	-0.3386	36.69%
82	0.0000	50%
83	0.3386	63.31%
84	0.6773	75.17%
85	1.0159	84.61%
86	1.3546	91.15%
87	1.6932	95.45%
88	2.0318	97.88%
89	2.3705	99.11%
90	2.7091	99.66%
91	3.0477	99.88%
92	3.3864	99.96%

c. Membuat Kurva Probabilitas

Kurva probabilitas menggambarkan besarnya kemungkinan umur proyek. Selanjutnya dari tabel 4.2 dapat dibuat kurva probabilitas sebagai berikut:



Gambar 4.3 Kurva probabilitas

4.2. Pembahasan

4.2.1. Umur proyek berdasarkan Metode PERT

Dari kurva probabilitas diatas dapat diketahui:

1. Nilai minimum dari total durasi proyek adalah 72 hari.
2. Nilai mean dari total durasi proyek adalah 82 hari
3. Nilai maksimum dari total durasi proyek adalah 92 hari.
4. Durasi penyelesaian proyek dengan cara probabilistik diperoleh 82 hari dengan kontingensi 3 hari.

Dari distribusi penyelesaian durasi proyek, diambil durasi yang diharapkan (td) pada persentil 50, yaitu 82 hari. Sedangkan kontingensi waktu diambil dari persentil 80 dikurangi persentil 50 yaitu sebesar 3 hari. Pengambilan kontingensi waktu ini dikarenakan persentil 80 dianggap merupakan waktu dimana peluang terjadinya lebih besar..

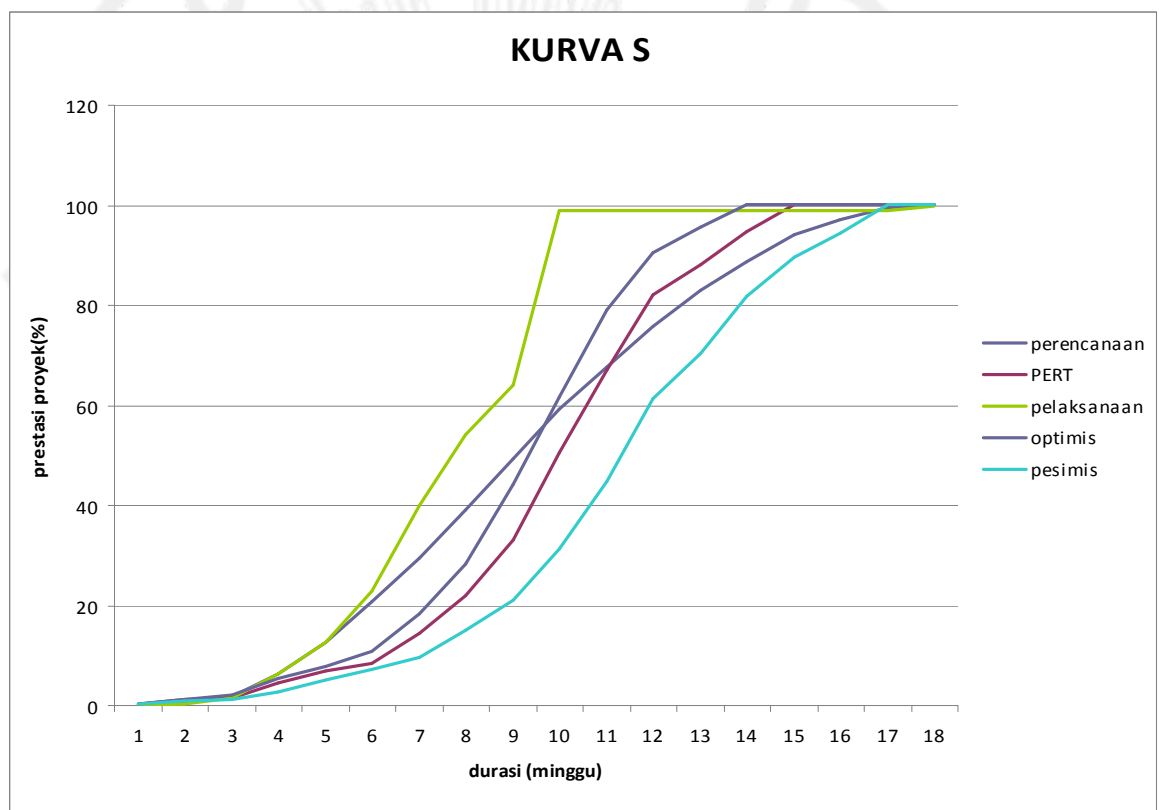
4.2.2. Kegiatan kegiatan kritis

Dari Network digram dalam lampiran B-4 yang menjadi kegiatan kritis adalah kegiatan yang kotaknya diberi warna merah. Dari Network diagram diatas yang menjadi kegiatan kritis pada proyek tersebut adalah:

- 1) Pembersihan lokasi proyek
- 2) Pekerjaan galian tanah pondasi
- 3) Pasangan batu kosong
- 4) Pembesian sumuran besi D-19
- 5) Pasir urug bawah pondasi
- 6) Beton cyclope 1:2:3, 40% batukali
- 7) Poor beton K-250
- 8) Kolom beton 50x60 cm² , K-250
- 9) Balok BL2, Beton K-250 uk. 25/50
- 10) Balok BL1, Beton K-250 uk. 40/80
- 11) Plat lantai beton K-250 t=12 cm
- 12) Besi stek kolom 40x60 cm² + cat menie
- 13) Besi stek kolom 40x40 cm² + cat menie

Dari hasil ini dapat digunakan pedoman oleh kontraktor agar memberi perhatian yang lebih pada kegiatan-kegiatan yang termasuk kegiatan kritis karena kegiatan ini akan sangat berpengaruh terhadap umur penyelesaian proyek. Jika ada salah satu kegiatan yang selesainya tidak tepat waktu maka akan mengakibatkan tertundanya kegiatan yang lain sehingga penyelesaian proyek secara otomatis juga akan mundur.

4.2.3. Perbandingan kurva-S perencanaan, pelaksanaan, dan hasil analisis



Gambar 4.4. Kurva S

Dari hasil analisis dihasilkan durasi dan hubungan ketergantungan yang berbeda pada setiap item pekerjaannya jika dibandingkan dengan jadwal perencanaan, hal

inilah yang menyebabkan perbedaan antara kurva S hasil analisis dengan kurva S perencanaan. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa kurva S hasil analisis dengan metode PERT (garis berwarna merah) progressnya mengalami keterlambatan dari jadwal rencana. Hal ini dibuktikan kurva S hasil analisis (berwarna merah) berada dibawah kurva S rencana (berwarna biru). Tapi pada minggu ke-11 progress dari kurva S hasil analisis berhasil menyamai jadwal rencana, bahkan pada minggu-minggu berikutnya berada diatas kurva rencana sehingga menghasilkan umur proyek yang lebih cepat dibanding umur rencana. Tetapi jika dibandingkan dengan kurva pelaksanaan ternyata pelaksanaanya lebih cepat daripada hasil analisis, hal ini mungkin terjadi karena pada pelaksanaan pekerjaan pengecoran plat lantai beton dan balok hanya memerlukan waktu satu hari sedangkan pada analisis memerlukan waktu beberapa minggu sehingga terjadi perbedaan yang signifikan antara kurva S pelaksanaan dengan kurva S hasil analisis.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis tentang Penjadwalan Proyek dengan metode PERT pada Pembangunan Gedung Ruang Kuliah dan Perpustakaan PGSD Kleco FKIP UNS Tahap I, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisis probabilistik diperoleh umur proyek 82 hari dengan kontingensi 3 hari.
2. Dari hasil analisis, Kegiatan kritis dalam proyek tersebut adalah:
 - a) Pembersihan lokasi proyek
 - b) Pekerjaan galian tanah pondasi
 - c) Pasangan batu kosong
 - d) Pembesian sumuran besi D-19
 - e) Pasir urug bawah pondasi
 - f) Beton cyclope 1:2:3, 40% batukali
 - g) Poor beton K-250
 - h) Kolom beton 50x60 cm² , K-250
 - i) Balok BL2, Beton K-250 uk. 25/50
 - j) Balok BL1, Beton K-250 uk. 40/80
 - k) Plat lantai beton K-250 t=12 cm
 - l) Besi stek kolom 40x60 cm² + cat menie
 - m) Besi stek kolom 40x40 cm² + cat menie
3. Dari kurva S diatas menunjukkan bahwa umur proyek dari hasil analisis masih lebih cepat dibanding umur proyek rencana. Pada minggu pertama sampai minggu ke-10 kurva S hasil analisis berada dibawah kurva S rencana. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada minggu pertama sampai minggu ke-10

proyek mengalami keterlambatan jika dibandingkan dengan jadwal rencana, tetapi pada minggu ke-11 dan seterusnya kurva S hasil analisis berada diatas kurva S rencana bahkan umur proyek yang dihasilkan juga lebih cepat dari umur proyek rencana.

5.2. Saran

Dari hasil analisis yang diperoleh dari penyusunan skripsi ini, diberikan saran-saran sebagai berikut :

1. Dalam pelaksanaan suatu proyek sangat diperlukan perencanaan jadwal kegiatan secara cermat untuk menghindari terjadinya keterlambatan proyek.
2. Penjadwalan probabilistik menggunakan metode PERT dapat dibandingkan dengan penjadwalan probabilistik menggunakan metode Montecarlo, dalam hal ini identifikasi jalur kritis maupun durasi penyelesaian proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, J.J. (1973). *Quantitative Methods in Construction Management*. American Elsevier Publishing Co : New York.
- Luthan,P.L.A dan Syafriandi. (2005). *Aplikasi Microsoft Project Untuk Penjadwalan Kerja Proyek Teknik Sipil*. Andi offset : Yogyakarta.
- Martami Budi dan Gunawan Robby. (2002). *Penentuan Produktivitas Tenaga Kerja Pada Proyek Gudang Struktur Baja Berdasarkan Durasi PERT*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra : Surabaya.
- Soeharto, Imam. (1995). *Manajemen Proyek : Dari Konseptual sampai Operasional*. Erlangga : Jakarta.
- Stevens, J. D. (1990). *Techniques for Construction Network Scheduling*. Mc Grawm – Hill Book Co : Singapore.
- Tubagus Haeder Ali. (1974). *Prinsip-prinsip Network Planning*. PT Gramedia: Jakarta.
- Wibowo Andreas. (2001). *Alternatif Metoda Penjadwalan Proyek Konstruksi Menggunakan Teori Set Samar*.Dimensi Teknik Sipil. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra: Surabaya.
- Wulfram, I. Ervianto. (2004). *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Andi offset : Yogyakarta.

