

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Proyek

Proyek didefinisikan sebagai sebuah rangkaian aktifitas unik yang saling terkait untuk mencapai suatu hasil tertentu dan dilakukan untuk mencapai suatu hasil tertentu dan dilakukan dalam periode waktu tertentu pula (Chase et al., 1998). Menurut PMBOK Guide (2004) sebuah proyek memiliki beberapa karakteristik penting yang terkandung didalamnya yaitu:

Sementara (*Temporary*) berarti setiap proyek selalu memiliki jadwal yang jelas kapan dimulai dan kapan diselesaikan. Sebuah proyek berakhir jika tujuannya telah tercapai atau kebutuhan terhadap proyek itu tidak ada lagi sehingga proyek tersebut dihentikan.

Unik artinya bahwa setiap proyek menghasilkan suatu produk *solution*, *service*, atau *output* tertentu yang berbeda-beda satu dan lainnya.

Progressive elaboration adalah karakteristik proyek yang berhubungan dengan dua konsep sebelumnya yaitu sementara dan unik. Setiap proyek terdiri dari langkah-langkah yang terus berkembang dan berlanjut sampai proyek berakhir. Setiap langkah semakin memperjelas tujuan proyek.

Karakteristik-karakteristik tersebut yang membedakan aktifitas suatu proyek terhadap aktifitas rutin operasional. Aktifitas *operational* cenderung bersifat terus menerus dan berulang-ulang, sementara aktifitas proyek tersebut *temporer* dan unik. Dari segi tujuannya, aktifitas proyek akan berhenti ketika tujuannya telah tercapai. Sementara aktifitas operasional akan terus menyesuaikan tujuannya agar pekerjaan tetap berjalan.

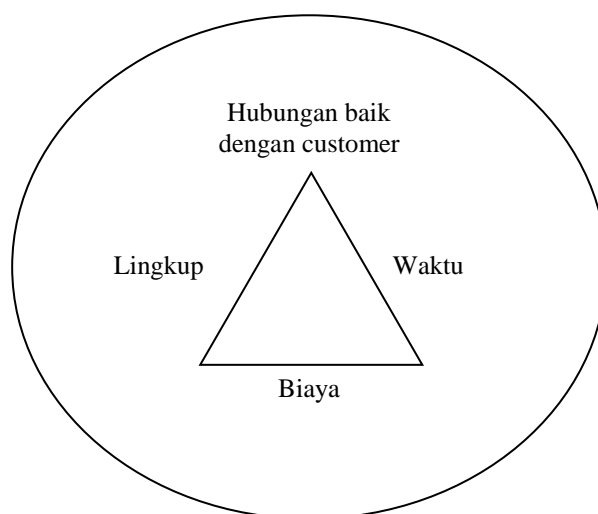
2.2. Pengertian Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah aplikasi pengetahuan (*knowledges*), Keterampilan (*skills*), alat (*tools*) dan teknik (*techniques*) dalam aktifitas-aktifitas proyek untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan proyek (PMBOK,2004). Manajemen proyek

dilaksanakan melalui aplikasi dan integrasi tahapan proses manajemen proyek yaitu *initiating*, *planning*, *executing*, *monitoring* dan *controlling* serta akhirnya *closing* keseluruhan proses proyek tersebut. Dalam pelaksanaannya, setiap proyek selalu dibatasi oleh kendala-kendala yang sifatnya saling mempengaruhi dan biasa disebut sebagai segitiga proyek (*constraint*), yaitu lingkup pekerjaan (*scope*), waktu (*time*) dan biaya (*cost*). Dimana keseimbangan ketiga *constraint* tersebut akan menentukan kualitas suatu proyek. Perubahan salah satu atau lebih faktor tersebut akan mempengaruhi setidaknya satu faktor lainnya. (PMBOK Guide, 2004).

Untuk situasi sekarang, perusahaan perlu juga menjaga agar pencapaian yang diperoleh dalam pelaksanaan proyek tetap menjaga hubungan baik dengan pelanggan (*customer relation*). Hal ini ditunjukkan dalam gambar 1.1. Dalam gambar ini ditunjukkan bahwa dalam pencapaian tujuan proyek, kita perlu memperhatikan batasan waktu, biaya, lingkup pekerjaan dengan memanfaatkan *resource* yang kita punyai.

Disini juga dikemukakan bahwa dalam pelaksanaan proyek ada tawar-menawar (*trade off*) antara berbagai pembatas. Jika kualitas hasil ingin dinaikkan, akan membawa konsekuensi kenaikan biaya dan waktu. Sebaliknya, jika biaya ditekan agar lebih murah dengan waktu pelaksanaan tetap sama, maka konsekuensinya, kualitas akan turun.



Gambar 2.1 Pembatas-pembatas dalam pelaksanaan proyek (Kerzner, 2003)

2.3. Pengertian Analisa *Network*

Analisa *network* adalah merupakan suatu metode analisa yang mampu memberikan informasi kepada manajer untuk dapat melaksanakan atau melakukan perencanaan dan pengendalian suatu kegiatan atau proyek yang dilaksanakan. Dalam metode ini digambarkan jalur kegiatan produksi. Dengan penggambaran ini dimaksudkan agar manajemen mampu memperoleh logika ketergantungan atau logika kegiatan proses proyek. Disamping itu juga pihak perusahaan akan melakukan proses produksi sesuai dengan urutan-urutan yang telah ditetapkan dalam diagram kegiatan produksi sehingga pelaksanaannya akan selesai tepat pada waktunya (Budi Santosa, 2009).

2.4. Pembuatan *Network*

Di dalam analisa *network*, kita mengenal *activities* (kegiatan-kegiatan) dan *events* (kejadian-kejadian).

1. Activity :

Activity atau kegiatan adalah suatu pengerjaan atau tugas, dimana penyelesaiannya memerlukan waktu, biaya, serta fasilitas tertentu. Biasanya diberi simbol anak panah.

2. Event :

Event atau kejadian adalah permulaan atau akhir dari suatu kegiatan. Biasanya diberi simbol lingkaran. *Network* untuk suatu pengerjaan proyek dapat disajikan dengan meletakkan kegiatan anak panah, atau kejadian (*event*) pada lingkaran biasanya disebut (*activity network*). Tetapi biasanya cara terakhir inilah yang lebih banyak digunakan, dan dipakai pada pembicaraan selanjutnya oleh (Richard I. Levin & Charles A. Kirkpatrick, 1981).

1.5.1. Metode PERT

1.5.2. Pengertian Metode PERT

Dalam manajemen proyek, penentuan waktu penyelesaian kegiatan merupakan salah satu kegiatan awal yang sangat penting karena penentuan waktu tersebut akan menjadi dasar bagi penyusunan jadwal, anggaran, kebutuhan sumber daya manusia, dan sumber organisasi lainnya, serta dasar bagi proses pengendalian (Siswanto, 2007). Oleh karena itu, penentuan waktu yang tidak akurat akan dapat mengganggu proses manajemen selanjutnya. Metode PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) digunakan dalam penelitian ini karena PERT memegang peranan yang sangat penting bukan hanya dalam hal peningkatan akurasi penentuan waktu kegiatan, tetapi juga dalam hal pengkoordinasian dan pengendalian kegiatan-kegiatan. Digunakan asumsi bahwa waktu penyelesaian kegiatan bervariasi dan bergantung pada banyak faktor (Heizer dan Render, 2006). PERT mengatasi masalah *variabilitas* waktu aktivitas saat melakukan penjadwalan proyek. Menurut (Handoko, 1999). PERT bukan hanya berguna untuk proyek-proyek raksasa yang memerlukan waktu tahunan dan ribuan pekerja, tetapi juga digunakan untuk memperbaiki *efisiensi* pengerjaan proyek-proyek segala ukuran.

1.5.3. Durasi Kegiatan Metode PERT

Durasi kegiatan pada metode PERT dinyatakan dalam tiga bilangan yaitu : waktu tersingkat dalam menyelesaikan suatu kegiatan (*optimistic duration time*), waktu yang paling mungkin suatu kegiatan diselesaikan (*most likely time*), dan waktu paling lama untuk menyelesaikan kegiatan (*pessimistic duration time*). Dari ketiga waktu tersebut dapat ditentukan ET (*Expected Time*) dari suatu kegiatan yang dihitung dengan rumus (Budi Santosa, 2009) :

$$ET = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Dimana: a = waktu tersingkat

b = waktu terlama, dan

m= waktu paling mungkin.

1.5.4. Parameter Waktu Kegiatan Metode PERT

Parameter-parameter waktu kegiatan pada metode PERT hampir sama dengan metode *Fuzzy*. Parameter-parameter ini dijelaskan sebagai berikut (Johannes Supranto, 1983):

1. ES (*Early Start*)

Waktu mulai paling awal suatu kegiatan dapat dilaksanakan.

2. EF (*Early Finish*)

Waktu selesai paling awal dari suatu kegiatan.

3. LS (*Late Start*)

Waktu paling akhir suatu kegiatan boleh dimulai, yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.

4. LF (*Late Finish*)

Waktu paling akhir kegiatan dapat selesai tanpa memperlambat penyelesaian proyek.

1.5.5. *Forward Pass* Metode PERT

Proses *forward pass* dilakukan untuk menghitung EF dan LF dari masing-masing kegiatan pada jaringan kerja. ES dan EF dihitung dengan rumus sebagai berikut (Budi Santosa, 2009) :

$$ES_x = \text{nilai terbesar dari } (EF_p)$$

$$EF_x = ES_x + ET_x$$

Notasi *p* menunjukkan aktifitas yang mendahului, sedangkan notasi *x* menunjukkan suatu kegiatan pada jaringan kerja.

1.5.6. *Backward Pass* Metode PERT

Proses *backward pass* dilakukan untuk menghitung LS dan LF dari tiap kegiatan pada jaringan kerja. Nilai LF dari kegiatan terakhir pada jaringan kerja sama dengan nilai EF-nya. Pencarian LF dan LS tersebut menggunakan rumus sebagai berikut :

$LF_x =$ nilai terminimum dari LS_p

$$LS_x = LF_x - ET_x$$

Dimana notasi x menunjukkan suatu kegiatan dan notasi p menunjukkan kegiatan sesudahnya.

1.5.7. Standar Deviasi

Dalam metode PERT, pada tiap kegiatan harus dihitung penyimpangan standar (*standart deviation*) terhadap waktu *optimistic* dan *pesimistic*, yang dihitung berdasarkan rumus (Budi Santosa, 2009) :

$$\left[V = \frac{(B - A)^2}{6} \right]$$

1.5.8. Penghitungan Slack

Slack atau *total float* (TF) yang merupakan waktu suatu kegiatan dapat ditunda tanpa mempengaruhi waktu penyelesaian proyek pada metode PERT dapat dihitung dengan rumus (Budi Santosa,2009) :

$$TF_x = LF_x - DX - EFX$$

1.5.9. Penghitungan Durasi Jalur Kegiatan Untuk Mencari Jalur Kritis

Jalur kritis adalah jalur kegiatan dengan durasi terlama. Durasi jalur kegiatan dapat dicari dengan menjumlahkan durasi pada tiap kegiatan dalam suatu jalur. Jalur kritis juga bisa dicari dengan melihat kegiatan-kegiatan yang memiliki nilai *slack* sama dengan 0 (Drs. Sofwan Badri, 1997:23).

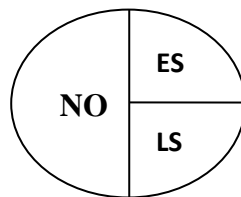
1.6. Pengertian CPM

Menurut Levin dan Kirkpatrick (1972), metode Jalur Kritis atau CPM (*Critical Path Method*), yakni metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek-proyek merupakan sistem yang paling banyak dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Dengan CPM jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek

dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. CPM (*Critical Path Method*) adalah model manajemen proyek yang mengutamakan biaya sebagai *object* yang dianalisa (Siswanto, 2007). CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan.

1.7. Notasi Pada Simpul

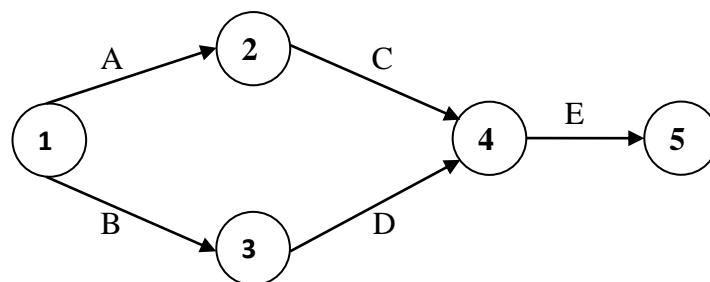
Pada simpul-simpul dalam jaringan terjadi letakkan beberapa notasi yang menunjukkan kode simpul, nilai ES dari kegiatan-kegiatan sesudahnya serta waktu LF dari kegiatan-kegiatan sebelumnya untuk metode PERT. Sedangkan untuk metode *Fuzzy* nilai ES dan LF diganti dengan waktu tengah dari FES) dan FLF karena nilai FES dan FLF terdiri dari 3 bilangan TFN.



Gambar 2.2 Notasi pada simpul

1.8. Notasi Jaringan Kerja

Jaringan kerja memiliki 2 komponen utama yaitu simpul (*node*) dan anak panah (*arrow*). Sebuah panah menggambarkan sebuah kegiatan (*activity*). Sedangkan simpul menggambarkan suatu kejadian (*event*).

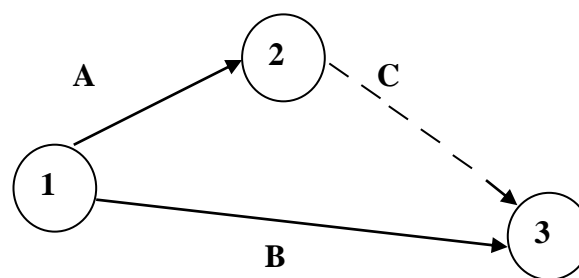


Gambar 2.3 Sebuah contoh jaringan kerja

Keseluruhan projek diawali dengan sebuah simpul. Akhir dari projek ditandai dengan sebuah simpul pula. Awal dan akhir suatu kegiatan selalu diapit oleh simpul kejadian. Susunan dari simpul dan anak panah ini menggambarkan urutan dari kegiatan-kegiatan dalam sebuah projek. Kegiatan A dan B merupakan kegiatan pertama di projek dan dapat dikerjakan bersamaan. Kegiatan A mengawali kegiatan C dan kegiatan B mengawali kegiatan D. Kegiatan C belum dapat dikerjakan bila pekerjaan A belum selesai dikerjakan.

1.9. Kegiatan *Dummy*

Tidak diijinkan ada dua kegiatan yang berawal dan berakhir di simpul-simpul yang sama. Untuk menghindari hal ini maka digunakan notasi kegiatan *dummy* yang digambarkan dengan anak panah dengan garis putus-putus.



Gambar 2.4 Kegiatan *Dummy*

Kegiatan *dummy* pada gambar di atas menunjukkan bahwa kejadian simpul 3 terjadi setelah kegiatan A dan B diselesaikan (Dasar-Dasar *Network Planning* Drs. Sofwan Badri, 1998).

1.10. Kegiatan *Start* dan *Finish*

Kegiatan “*Start*” dan “*Finish*” merupakan kegiatan dengan durasi 0 yang menandai awal dan berakhirnya jaringan kerja. Kedua kegiatan ini tidak digambarkan dalam jaringan kerja, dan juga disebut sebagai *dummy starting and terminal activities* (Budi Santosa, 2009).

1.11. Metode *Fuzzy*

1.11.1. Pengertian Dasar Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* adalah suatu sistem *logis* pada suatu informasi *logis* yang bertujuan pada suatu *formalisasi* dari taksiran pemikiran. Tidak seperti logika klasik (*boolean*), logika *fuzzy* memiliki nilai yang kontinu. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat keanggotaan dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh karena itu, suatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama (Syarifuddin 2007).

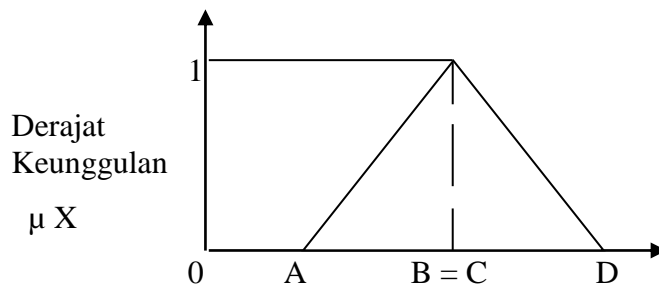
1.11.2. Himpunan Klasik

Pada himpunan klasik, nilai keanggotaan yang digunakan ada 2 kemungkinan yaitu 0 atau 1 yang menunjukkan bahwa bukan anggota atau merupakan anggota dari suatu himpunan seperti hitam atau putih serta tidak ada kata abu-abu. Nilai 0 dan 1 pada himpunan klasik ini disebut dengan himpunan tegas (*crisp*). Misal, apabila ada himpunan A yang merupakan suatu himpunan bilangan riil X dan $x \in X$, maka derajat keanggotaan suatu elemen x di dalam himpunan A dapat dinyatakan dengan (Kusuma dewi, 2004),

$$\mu_A x = \begin{cases} 0, & \text{untuk } x \notin A \\ 1, & \text{untuk } x \in A \end{cases}$$

1.11.3. Durasi *Fuzzy* Kegiatan

Durasi kegiatan dinyatakan dalam TFN (*Triangular Fuzzy Number*) seperti yang terlihat pada gambar 2.3 :



Gambar 2.5 Waktu *Fuzzy* dalam bentuk TFN

Nilai A dikenal sebagai durasi terpendek yang mungkin (*most optimistic time*), D adalah durasi paling lama (*most pessimistic time*) dan B adalah durasi yang paling mungkin (*most likely time*). Dalam kaitannya dengan manajemen proyek, bilangan *fuzzy* akan dioperasikan antara lain menurut operasi–operasi sebagai berikut :

Misalnya 2 buah TFN M (a,b,c,d) dan N (e,f,g,h)

$$M (+) N = (a + e, b + f, c + g, d + h)$$

$$M (-) N = (a - h, b - g, c - f, d - e)$$

$$\text{Min} (M,N) = [\Lambda (a,e), \Lambda (b,f), \Lambda (c,g), \Lambda (d,h)]$$

$$\text{Max} (M,N) = [V (a,e), V (b,f), V (c,g), V (d,h)]$$

Dimana (+) = operasi penjumlahan *fuzzy*

(-) = operasi pengurangan *fuzzy*

V = *maksimum*

Λ = *minimum*

Operasi *maksimum* dan *minimum* merupakan perbandingan pada tiap titik dalam dua TFN, dan keluarannya merupakan bilangan-bilangan yang sesuai dengan operasinya (*maksimum/minimum*). Jadi misalkan A (1,5,5,6) dan B (3,4,4,7) , maka max A dan B menghasilkan (3,5,5,7).

1.11.4. Parameter Waktu Kegiatan *Fuzzy*

Untuk mencari jalur kritis, sebelumnya harus dicari parameter-parameter Waktu dari tiap kegiatan. Parameter waktu tersebut adalah :

1. FES (*Fuzzy Early Start*)

Waktu mulai paling awal suatu kegiatan dapat dilaksanakan.

2. FEF (*Fuzzy Early Finish*)

Waktu selesai paling awal dari suatu kegiatan.

3. FLS (*Fuzzy Late Start*)

Waktu paling akhir suatu kegiatan boleh dimulai, yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.

4. FLF (*Fuzzy Late Finish*)

Waktu paling akhir kegiatan boleh selesai tanpa memperlambat penyelesaian proyek.

1.11.5. *Fuzzy Forward Pass*

Pencarian jalur kritis dan parameter waktu kegiatan dimulai dengan proses *forward pass*, yang menghitung FES dan FEF yang diawali dari awal kegiatan sampai ke akhir kegiatan. FES dan FEF dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$FES_x = \max (FEF_p)$$

$$FEF_x = FES_x (+) FD_x$$

Dimana : FEF_x = waktu mulai tercepat dalam *fuzzy* dari aktifitas x,

P = aktifitas yang mendahului,

FEF = waktu selesai tercepat dalam bentuk *fuzzy*,

FD = durasi dari sebuah kegiatan.

1.11.6. *Fuzzy Backward Pass*

Proses *backward pass* dilakukan untuk mencari FLS dan FLF, diawali dengan kegiatan terakhir sampai dengan kegiatan awal. *Backward pass* dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut (Syarifuddin, 2007) :

1. FLS dari kegiatan terakhir dalam proyek adalah sama dengan FES-nya (kegiatan terakhir dalam proyek adalah simpul *finish* yang FD-nya adalah (0,0,0))
2. Kemudian dihitung $PLF_x = \min (FLS_s)$.Dimana PLF_x = waktu selesai terlama sementara, FLS_s = waktu mulai terlama dari kegiatan sebelumnya (arah dari akhir proyek ke awal)
3. PLF kemudian dikonversi menjadi FLF_u (Batas atas dari waktu selesai terlama) dengan rumus :

$$A_u = (a,b,c,d) (-) (0,0,\infty,\infty) = (-\infty,-\infty,c,d)$$

4. Dengan FEF (a,b,c,d) dan $FLF_u (-\infty,-\infty,e,f)$ dari suatu kegiatan diketahui maka akan dicari FLF dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Mencari dari kedua angka tersebut mana yang mempunyai kemiringan ke Kanan lebih besar, dengan cara membandingkan $(f - e)$ dengan $(d - c)$.
 - b. Menghitung Y , yaitu sebuah besaran *fuzzy* terbesar yang memenuhi syarat : $FEF (+) Y \leq FLFu$
 - c. Jika kemiringan ke kanan dari FEF lebih besar $(d - c) > (f - e)$ atau bisa dikatakan lebih tidak pasti maka bagian kanan dari FLF dibuat sama dengan FEF. Dan Y didapat dari: $Y = (f - d, f - d, f - d, f - d)$
 - d. Jika kemiringan ke kanan dari FLFu yang lebih besar maka bagian kanan FLF disamakan dengan FLFu namun bagian kiri disamakan dengan bagian kiri dari FEF. Maka Y adalah : $Y = (e - c, e - c, e - c, f - d)$
5. Kemudian FLF dapat dihitung dengan rumus :

$$FLF = FEF (+) Y$$
 6. Dan FLS kemudian didapat dari penurunan rumus :

$$FLS (+) FD = FLF$$

1.11.7. Durasi Proyek Metode *Fuzzy*

Setelah dilakukan pencarian parameter-parameter waktu dari seluruh kegiatan dalam proyek, maka akan ditemukan durasi dari keseluruhan proyek. Durasi dari keseluruhan proyek adalah nilai dari FEF dari kegiatan terakhir pada proyek (pada kegiatan terakhir $FEF=FLF$).

1.11.8. Penghitungan *Slack*

Slack atau *total float* (TF) menunjukkan waktu suatu kegiatan yang dapat ditunda tanpa mempengaruhi total waktu penyelesaian dari seluruh proyek. Pada metode *fuzzy*, *slack* dapat dihitung dengan rumus (Syarifuddin, 2007):

$$TF_x = FLFX - FDX - FEFX$$

Dimana notasi x menunjukkan suatu kegiatan, dan C = nilai *centroid*. Sedangkan *centroid* (C) dari sebuah TFN (a,b,d) dapat dihitung dengan rumus (N.Ravi Shankar, 2010):

$$C = \frac{a + b + d}{3}$$

1.11.9. Penelitian Terdahulu

Metode analisa pada penelitian ini merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Faiqotul Himmah, Udisubakti Ciptomulyono dalam “Implementasi metode AHP *topsis* dalam perangkingan prioritas pengerjaan *order* dan penentuan lintasan kritis dengan *fuzzy* dan PERT. (Studi kasus : PT.Meco Inoxprima)” ITS Surabaya, Proses pengerjaan *storage tank* 200 liter membutuhkan waktu penyelesaian sebesar 1.282,47 menit atau 21,37 jam kerja. Dan aktifitas kritis dalam pembuatan *storage tank* adalah pembuatan *dish end, leg, base plate, adjuster leg, nozzle* dan semua proses *assembly* dan *finishing*.

Penelitian yang dilakukan oleh Nanda Hermawan (2003) dalam ”Perancangan dan pembuatan perangkat lunak untuk analisa jaringan kerja menggunakan metode *fuzzy* dan PERT. (Studi Kasus Pembangunan Terminal di Kabupaten Kendal)”, menyatakan bahwa Perangkat lunak telah digunakan untuk menganalisa jaringan kerja pembangunan terminal di Kabupaten Kendal, dan mendapatkan hasil jalur kritis : pekerjaan pendahuluan, pematangan tanah, pekerjaan kios, pekerjaan atap, pekerjaan area parkir, pekerjaan *land scaping* taman. Durasi jalur kritis tersebut adalah (333, 361, 389) hari untuk metode *fuzzy* dan 361 hari untuk metode PERT.