

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek

2.1.1 Pengertian Proyek

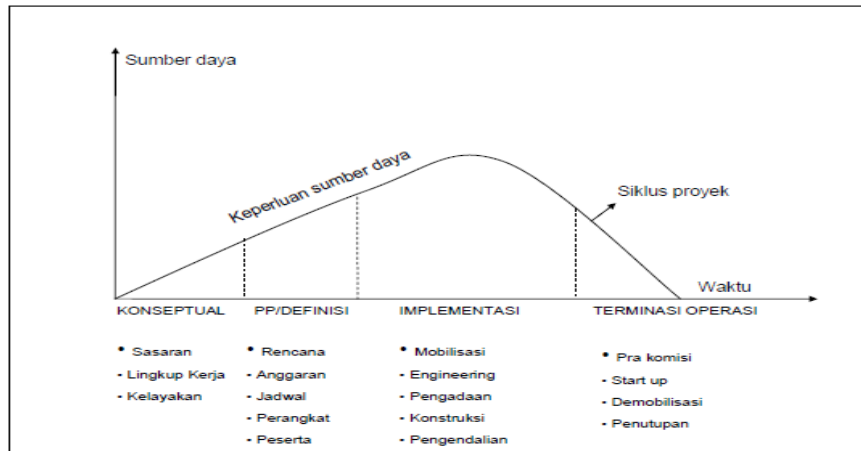
Menurut Soeharto (1999) Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau deliverable yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas.

Jenis- jenis proyek

Menurut Soeharto (1999)

- a. Proyek engineering – konstruksi
- b. Proyek engineering – manufaktur
- c. Proyek penelitian dan pengembangan
- d. Proyek pelayanan manajemen
- e. Proyek kapital
- f. Proyek radio – komunikasi
- g. Proyek konservasi Bio – Diversiti.
- h. Tahap siklus Proyek

Kegiatan –kegiatan dalam sebuah proyek berlangsung dari titik awal, kemudian jenis dan intensitas kegiatannya meningkat hingga ke titik puncak, turun, dan berakhir, seperti ditunjukkan gambar 2.1. kegiatan – kegiatan ini memerlukan sumber daya yang berupa jam – orang (man- hour), dana, material, atau peralatan (Soeharto, 1999).



Gambar 2.1 Hubungan keperluan Sumber daya terhadap waktu dalam siklus proyek

Sumber : (Soeharto, 1999)

2.1.2 Manajemen proyek

Managemen proyek adalah ilmu dan seni yang berkaitan dengan memimpin dan menkoordinir sumber daya yang terdiri dari manusia dan meterial dengan menggunakan teknik pengolahan modern untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan, yaitu lingkup, mutu, jadwal, dan biaya, serta memenuhi keinginan para stake holder.

Tabel 2.1 Pandangan lama dan pandangan baru tentang proyek

Pandangan Lama	Pandangan Baru
Manajemen proyek perlu lebih banyak orang dan ongkos tambahan	Manajemen proyek memungkinkan untuk menyelesaikan lebih banyak pekerjaan dengan ongkos lebih murah, dengan lebih sedikit orang
Keuntungan menurun	Keuntungan akan meningkat
Manajemen proyek meningkatkan jumlah perubahan cakupan pekerjaan	Manajemen proyek akan memberikan kontrol yang lebih baik terhadap perubahan cakupan pekerjaan

Manajemen proyek menciptakan ketidakstabilan dan konflik	Manajemen proyek organisasi makin efisien dan efektif melalui prinsip perilaku organisasi yang lebih baik
Manajemen proyek menyerahkan produk kepada pelanggan	Manajemen proyek memberikan solusi
Ongkos manajemen proyek membuat tidak kompetitif	Manajemen proyek meningkatkan bisnis
Manajemen proyek menambah masalah kualitas	Manajemen proyek meningkatkan kualitas

Sumber (Santosa, 2009)

Menurut Siswanto (2007), dalam manajemen proyek, penentuan waktupenyelesaian kegiatan ini merupakan salah satu kegiatan awal yang sangat penting dalam proses perencanaan karena penentuan waktu tersebut akan menjadi dasar bagi perencanaan yang lain, yaitu

- a. Penyusunan jadwal (scheduling), anggaran (budgeting), kebutuhan sumber daya manusia (manpower planning), dan sumber organisasi yang lain.
- b. Proses pengendalian (controlling).

Manajemen Proyek meliputi tiga fase (Heizer dan Render, 2005), yaitu :

- a. Perencanaan. Fase ini mencakup penetapan sasaran, mendefinisikan proyek, dan organisasi tim-nya.
- b. Penjadwalan. Fase ini menghubungkan orang, uang, dan bahan untuk kegiatan khusus dan menghubungkan masing-masing kegiatan satu dengan yang lainnya.

c. Pengendalian. Perusahaan mengawasi sumber daya, biaya, kualitas, dan anggaran. Perusahaan juga merevisi atau mengubah rencana dan menggeser atau mengelola kembali sumber daya agar dapat memenuhi kebutuhan waktu dan biaya.

Handoko (1999:98) menyatakan tujuan manajemen proyek adalah sebagai berikut:

- a. Tepat waktu (on time) yaitu waktu atau jadwal yang merupakan salah satu sasaran utama proyek, keterlambatan akan mengakibatkan kerugian, seperti penambahan biaya, kehilangan kesempatan produk memasuki pasar.
- b. Tepat anggaran (on budget) yaitu biaya yang harus dikeluarkan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan.
- c. Tepat spesifikasi (on specification) dimana proyek harus sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

2.2 Perencanaan dan Penjadwalan proyek.

2.2.1 Pengertian Perencanaan Proyek

Dalam manajemen proyek, perencanaan dan pengendalian adalah tahap yang sangat penting dalam menentukan keberhasilan proyek. Perencanaan dan pengendalian yang baik adalah paduan untuk melaksanakan pekerjaan proyek secara efektif dan efisien. Masalah akan timbul apabila terjadi ketidaksesuaian antara rencana awal dengan realisasi yang ada dalam pelaksanaan proyek, perencanaan awal berupa penyusunan (anggaran biaya, jadwal induk/waktu, penetapan spesifikasi/mutu).

Perencanaan menempati urutan pertama dari fungsi – fungsi manajemen seperti mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan. Perencanaan adalah suatu proses yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran termasuk menyiapkan langkah – langkah kegiatan beserta segala sumber daya untuk mencapai tujuan tersebut.

fungsi pengendalian bermaksud memantau dan mengkaji (bila perlu mengadakan koreksi) agar langkah – langkah kegiatan tersebut terbimbing ke arah tujuan yang telah ditetapkan. Terlihat disini adanya hubungan antara fungsi perencanaan dan pengendalian. Lebih – lebih bagi kegiatan proyek dengan siklus yang relatif pendek dan intensitas serta macam kegiatan yang cepat berubah, maka keterkaitan yang erat antara dua fungsi tersebut amat diperlukan.

Dari segi penggunaan sumber daya, perencanaan dapat diartikan sebagai memberi pegangan bagi pelaksana mengenai alokasi sumber daya untuk melaksanakan kegiatan, sedangkan pengendalian memantau apakah hasil kegiatan yang telah dilakukan sesuai dengan patokan yang telah digariskan dan memastikan penggunaan sumber daya yang efektif dan efisien. Dengan demikian, perencanaan dan pengendalian akan berlangsung sepanjang siklus proyek dalam bentuk perencanaan, pemantauan, pengendalian dan koreksi.

2.2.2 Pengertian Penjadwalan Proyek

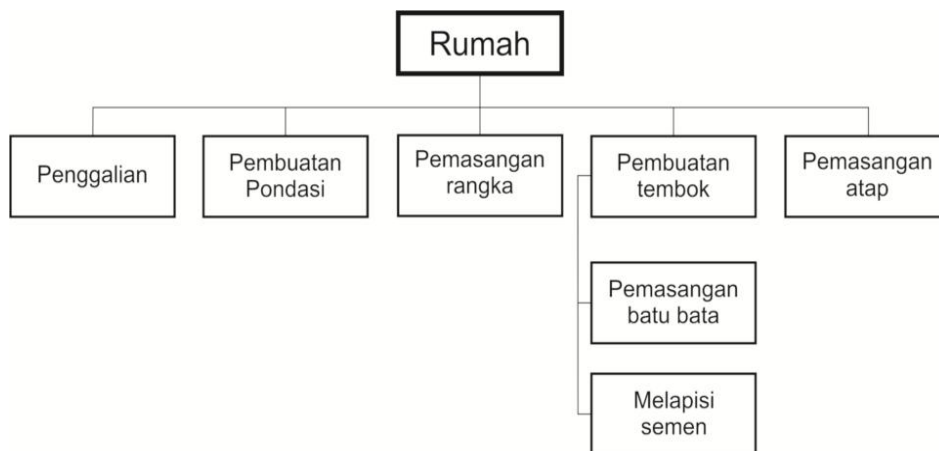
Jadwal adalah Penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah langkah pelaksanaan pekerjaan yang telah dimasukkan faktor waktu untuk mencapai sasaran. Secara umum dapat dikatakan bahwa penjadwalan adalah perhitungan pengalokasian waktu yang tersedia kepada pelaksanaan masing masing bagian pekerjaan atau kegiatan, dalam rangka penyelesaian proyek sedemikian rupa, sehingga tercapai hasil yang optimal, dengan mempertimbangkan keterbatasan- keterbatasan yang ada.

2.3 Metode Penjadwalan Proyek.

Pemilihan metode penjadwalan pada suatu proyek dapat dipengaruhi oleh jenis pekerjaannya apakah merupakan pekerjaan berulang atau tidak, besar atau kecilnya proyek, ataupun sifat/karakteristik dari proyek yang lain. Metode dalam penjadwalan dan pengendalian proyek saat ini mengalami perkembangan, dalam usaha meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian proyek telah diperkenalkan berbagai teknik dan metode.

2.3.1 *Work Breakdown Structure (WBS)*

Kegiatan menguraikan pekerjaan proyek menjadi elemen – elemen yang lebih kecil yang secara operasional mudah dilaksanakan serta mudah diestimasi biaya dan waktu pelaksanaannya. Hasil proses hirerarkis ini disebut *Work Breakdown Structure (WBS)*. WBS adalah peta proyek. Penggunaan WBS dapat membantu meyakinkan manajer proyek bahwa semua produk dan elemen pekerjaan proyek telah diidentifikasi, untuk mengintegrasikan proyek dengan organisasi saat ini, dan untuk membangun dasar pengendalian (Cilfford F. Gray, Erik W. Larson 2007 : 96). Gambar 2.3 : menunjukkan pengelompokan utama yang biasanya digunakan dilapangan untuk membuat hierarkis WBS.



Gambar 2.2. WBS untuk membangun rumah

Sumber (Santosa, 2009)

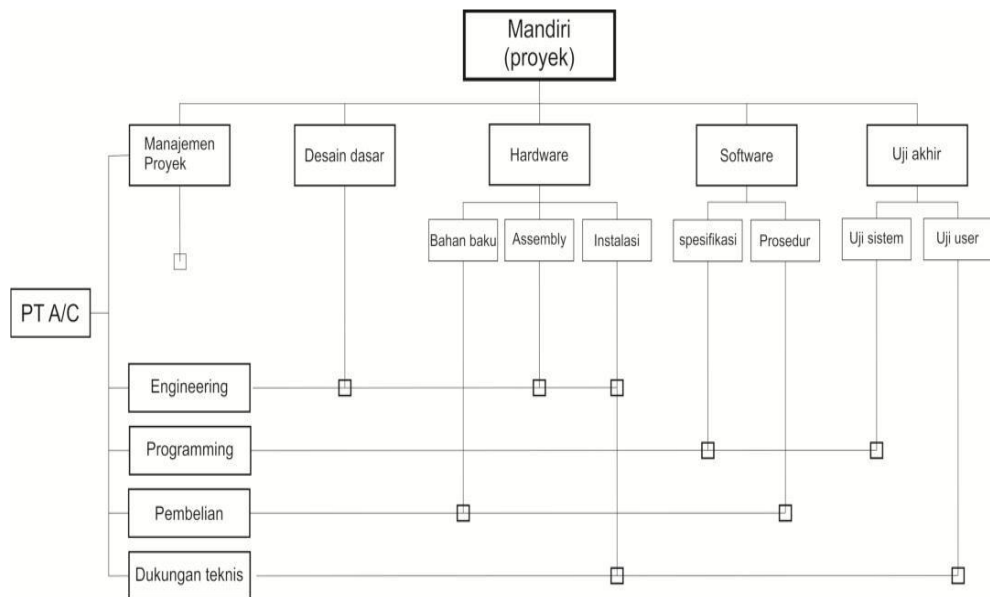
Tingkat pemecahan proyek ini bisa mengikuti tingkatan seperti tabel 2.1. Jika dalam dua tingkat pemecahan sudah cukup operasional, maka hal itu sudah cukup.

Tabel 2.2. Tingkatan dalam WBS

Tingkat	Deskripsi
1	Proyek
2	Tugas
3	Sub tugas
4	Paket pekerjaan

Sumber (Santosa, 2009)

WBS menggambarkan semua elemen proyek dalam sebuah kerangka hierarkis dan menetapkan hubungan mereka dengan item akhir dari proyek. Ketika WBS dikembangkan, unit – unit organisasi dan individu diberi tanggung jawab untuk menyelesaikan paket – paket kerja. Hal ini akan mengintegrasikan pekerjaan dan organisasi. Dalam praktik, proses tersebut biasanya disebut alokasi tanggung jawab melalui integrasi *Work Breakdown Structure* (WBS) dan *Organization Breakdown Structure* (OBS).



Gambar 2.3 Integrasi WBS dengan OBS

Sumber (Santosa, 2009)

Tujuan OBS adalah menyediakan suatu kerangka untuk meringkas kinerja unit organisasi, mengidentifikasi unit organisasi yang bertanggung jawab untuk paket kerja, dan mengikat unit organisasi kepada akun pengendalian biaya. Kelebihan utama menggunakan WBS dan OBS adalah mereka dapat *diintegrasikan* sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.x. Interseksi paket kerja dan unit organisasi menciptakan sebuah titik kendali proyek (akun biaya) yang mengintegrasikan tanggung jawab dan pekerjaan.

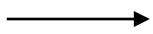

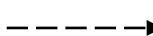
2.3.2 Metode Diagram Batang (Bar Graph Method)

Yang pertama dikembangkan dalam perencanaan dan penjadwalan adalah *Gantt Charts*. Nama ini mengacu pada penemunya Henry L. Gantt, seorang konsultan manajemen terkenal. Apa yang diperlihatkan dalam *Gantt Charts* adalah hubungan antara aktivitas dan waktu pengerjaannya. Disini bisa juga dilihat aktivitas mana yang harus mulai dulu dan aktivitas mana yang menyusul. *Gantt Charts* dibuat menyusul selesainya WBS.


2.3.4 Jaringan Kerja

Network planning (Jaringan Kerja) pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram network. Dengan demikian dapat dikemukakan bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu pekerjaan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan.

Simbol-simbol yang digunakan dalam menggambarkan suatu network adalah sebagai berikut :

- a.  (anak panah/busur), mewakili sebuah kegiatan atau aktivitas yaitu tugas yang dibutuhkan oleh proyek. Kegiatan di sini didefinisikan sebagai hal yang memerlukan duration (jangka waktu tertentu) dalam pemakaian sejumlah resources (sumber tenaga, peralatan, material, biaya). Kepala anak panah menunjukkan arah tiap kegiatan, yang menunjukkan bahwa suatu kegiatan dimulai pada permulaan dan berjalan maju sampai akhir dengan arah dari kiri ke kanan. Baik panjang maupun kemiringan anak panah ini sama sekali tidak mempunyai arti. Jadi, tak perlu menggunakan skala.
- b.  (lingkaran kecil/simpul/node), mewakili sebuah kejadian atau peristiwa atau event. Kejadian (event) didefinisikan sebagai ujung atau pertemuan dari satu atau beberapa kegiatan. Sebuah kejadian mewakili satu titik dalam waktu yang menyatakan penyelesaian beberapa kegiatan dan awal beberapa kegiatan baru. Titik awal dan akhir dari sebuah kegiatan karena itu dijabarkan dengan dua kejadian yang biasanya dikenal sebagai kejadian kepala dan ekor. Kegiatan-kegiatan yang berawal dari saat kejadian tertentu tidak dapat dimulai sampai kegiatan-kegiatan yang berakhir pada kejadian yang sama diselesaikan. Suatu kejadian harus mendahului kegiatan yang keluar dari simpul/node tersebut.
- c.  (anak panah terputus-putus), menyatakan kegiatan semu atau dummy activity. Setiap anak panah memiliki peranan ganda dalam

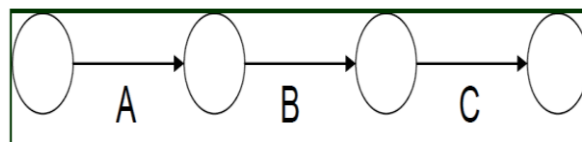
mewakili kegiatan dan membantu untuk menunjukkan hubungan utama antara berbagai kegiatan. Dummy di sini berguna untuk membatasi mulainya kegiatan seperthalnya kegiatan biasa, panjang dan kemiringan dummy ini juga tak berarti apa-apa sehingga tidak perlu berskala. Bedanya dengan kegiatan biasa ialah bahwa kegiatan dummy tidak memakan waktu dan sumber daya, jadi waktu kegiatan sama dengan nol.

d.  (anak panah tebal), merupakan kegiatan pada lintasan kritis. Dalam penggunaannya, simbol-simbol ini digunakan dengan mengikuti aturan-aturan sebagai berikut (Hayun, 2005) :

- a. Di antara dua kejadian (event) yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah.
- b. Nama suatu aktivitas dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor kejadian.
- c. Aktivitas harus mengalir dari kejadian bernomor rendah ke kejadian bernomor tinggi.
- d. Diagram hanya memiliki sebuah saat paling cepat dimulainya kejadian (initial event) dan sebuah saat paling cepat diselesaikannya kejadian (terminal event).

Adapun logik ketergantungan kegiatan-kegiatan itu dapat dinyatakan sebagai berikut

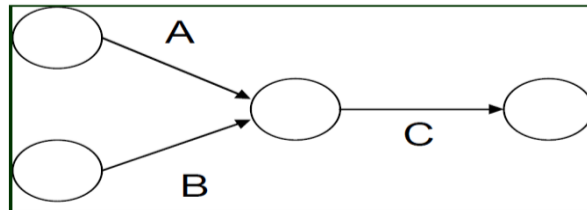
- a. Jika kegiatan A harus diselesaikan dahulu sebelum kegiatan B dapat dimulai dan kegiatan C dimulai setelah kegiatan B selesai, maka hubungan antara kegiatan tersebut dapat di lihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Kegiatan A pendahulu kegiatan B dan kegiatan B pendahulu Kegiatan C

Sumber (Soeharto, 1999)

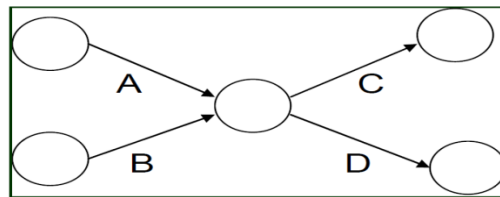
- b. Jika kegiatan A dan B harus selesai sebelum kegiatan C dapat dimulai, maka dapat di lihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Kegiatan A dan B merupakan pendahulu kegiatan C

Sumber (Soeharto, 1999)

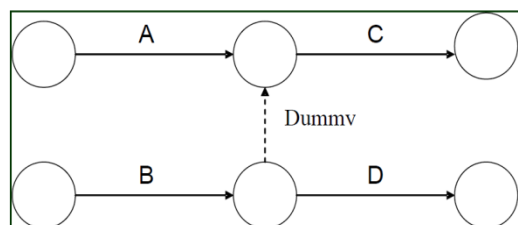
- c. Jika kegiatan A dan B harus dimulai sebelum kegiatan C dan D maka dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Kegiatan A dan B merupakan pendahulu kegiatan C dan D

Sumber (Soeharto, 1999)

- e. Jika kegiatan A dan B harus selesai sebelum kegiatan C dapat dimulai, tetapi sudah dapat dimulai bila kegiatan B sudah selesai, maka dapat dilihat pada gambar 2.7



Gambar2.7 Kegiatan B merupakan pendahulu kegiatan C dan D

Sumber (Soeharto, 1999)

Fungsi dummy (--- → di atas adalah memindahkan seketika itu juga (sesuaidengan arah panah) keterangan tentang selesainya kegiatan B.

Menurut Heizer dan Render (2005), ada dua pendekatan untuk menggambarkan jaringan proyek, yaitu kegiatan-pada-titik (activity-on-node –AON) dan kegiatan-pada-panah (activity-on-arrow – AOA). Pada pendekatanAON, titik menunjukkan kegiatan, sedangkan pada AOA, panah menunjukkan kegiatan. Gambar 2.8 mengilustrasikan kedua pendekatan tersebut.

2.3.4.1 Lintasan Kritis

Heizer dan Render (2005) menjelaskan bahwa dalam dalam melakukan analisis jalur kritis, digunakan dua proses two-pass, terdiri atas forward pass danbackward pass. ES dan EF ditentukan selama forward pass, LS dan LF ditentukan selama backward pass. ES (earliest start) adalah waktu terdahulu suatu kegiatan dapat dimulai, dengan asumsi semua pendahulu sudah selesai. EF(earliest finish) merupakan waktu terdahulu suatu kegiatan dapat selesai. LS (latest start) adalah waktu terakhir suatu kegiatan dapat dimulai sehingga tidakmenunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek. LF (latest finish) adalah waktu terakhir suatu kegiatan dapat selesai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek.

$$ES = \text{Max} \{EF \text{ semua pendahulu langsung}\}$$

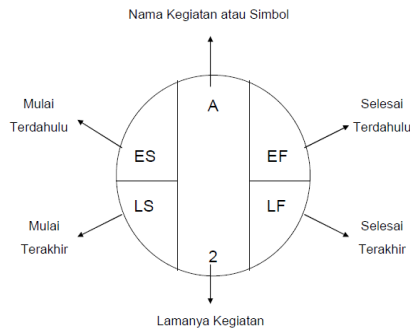
$$EF = ES + \text{Waktu kegiatan}$$

$$LF = \text{Min} \{LS \text{ dari seluruh kegiatan yang langsung mengikutinya}\}$$

$$LS = LF - \text{Waktu kegiatan}$$

Setelah waktu terdahulu dan waktu terakhir dari semua kegiatan dihitung, kemudian jumlah waktu slack (slack time) dapat ditentukan. Slack adalah waktu yang dimiliki oleh sebuah kegiatan untuk bisa diundur, tanpa menyebabkan keterlambatan proyek keseluruhan (Heizer dan Render, 2005).

$$\text{Slack} = \text{LS} - \text{ES} \quad \text{atau} \quad \text{Slack} = \text{LF} - \text{EF}$$



Gambar 2.8 Notasi yang Digunakan pada Node Kegiatan

2.3.4.2 Critical Path Methode (CPM).

Menurut Levin dan Kirkpatrick (1972), metode Jalur Kritis (Critical Path Method - CPM), yakni metode untuk merencanakan dan mengawasi 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 adalah model manajemen proyek yang mengutamakan biaya sebagai objek yang dianalisis (Siswanto, 2007). CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktupenyelesaian total proyek yang bersangkutan.

Dalam metode CPM (Critical Path Method - Metode Jalur Kritis) dikenal dengan adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama. Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek (Soeharto, 1999). Lintasan kritis (Critical Path) melalui aktivitas-aktivitas yang jumlah waktu pelaksanaannya paling lama. Jadi, lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara

keseluruhan, digambar dengan anak panah tebal (Badri, 1997). Menurut Badri (1997), manfaat yang didapat jika mengetahui lintasan kritis adalah sebagai berikut :

- a. Penundaan pekerjaan pada lintasan kritis menyebabkan seluruh pekerjaan proyek tertunda penyelesaiannya.
- b. Proyek dapat dipercepat penyelesaiannya, bila pekerjaan-pekerjaan yang ada pada lintasan kritis dapat dipercepat.
- c. Pengawasan atau kontrol dapat dikontrol melalui penyelesaian jalur kritis yang tepat dalam penyelesaiannya dan kemungkinan di trade off (pertukaran waktu yang optimum dipercepat dengan biaya yang bertambah pula) atau dipersingkat waktunya dengan tambahan biaya lembur.
- d. Time slack atau kelonggaran waktu terdapat pada pekerjaan yang tidak melalui lintasan kritis. Ini memungkinkan bagi manajer/pimpro untuk memindahkan tenaga kerja, alat, dan biaya ke pekerjaan-pekerjaan di lintasan kritis agar efektif dan efisien.

Menurut Yamit (2000),

Kegunaan jalur kritis adalah untuk mengetahui kegiatan yang memiliki kepekaan sangat tinggi atas keterlambatan penyelesaian pekerjaan, atau disebut juga kegiatan kritis. Apabila kegiatan keterlambatan proyek maka akan memperlambat penyelesaian proyek secara keseluruhan meskipun kegiatan lain tidak mengalami keterlambatan.

2.4 Durasi Proyek

Durasi proyek adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek (Maharany dan Fajarwati, 2006). 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.

2.5 Logika *Fuzzy*

2.5.1 Pendahuluan

Titik awal dari konsep modern mengenai ketidakpastian adalah paper yang dibuat oleh Lofti A Zadeh, di mana Zadeh memperkenalkan teori yang memiliki objek-objek dari himpunan *Fuzzy* yang memiliki batasan yang tidak presisi dan keanggotaan dalam himpunan *Fuzzy*, dan bukan dalam bentuk logika benar (*true*) atau salah (*false*), tapi dinyatakan dalam derajat (*degree*). Konsep seperti ini disebut dengan *Fuzziness* dan teorinya dinamakan *Fuzzy Set Theory*.

Fuzziness dapat didefinisikan sebagai logika kabur berkenaan dengan semantik dari suatu kejadian, fenomena atau pernyataan itu sendiri. Seringkali ditemui dalam pernyataan yang dibuat oleh seseorang, evaluasi dan suatu pengambilan keputusan. Sebagai contoh:

1. Manajer pergudangan mengatakan pada manajer produksi seberapa banyak persediaan barang pada akhir minggu ini, kemudian manajer produksi akan menetapkan jumlah barang yang harus diproduksi esok hari.
2. Pelayan restoran memberikan pelayanan terhadap tamu, kemudian tamu akan memberikan tip yang sesuai atas baik tidaknya pelayanan yang diberikan.
3. Anda mengatakan pada saya seberapa sejuk ruangan yang anda inginkan, saya akan mengatur putaran kipas yang ada pada ruangan ini.

Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika *Fuzzy*, antara lain:

1. Konsep logika *Fuzzy* mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran *Fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika *Fuzzy* sangat fleksibel.
3. Logika *Fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika *Fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi *nonlinear* yang sangat kompleks.
5. Logika *Fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika *Fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika *Fuzzy* didasarkan pada bahasa alami.

2.5.2 Perbedaan Himpunan *Fuzzy* dengan Himpunan Pasti (*crisp*)

Pada himpunan pasti (*crisp*) nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A[x]$, memiliki 2 kemungkinan, yaitu:

- Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau
- Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota suatu himpunan.

Contoh :

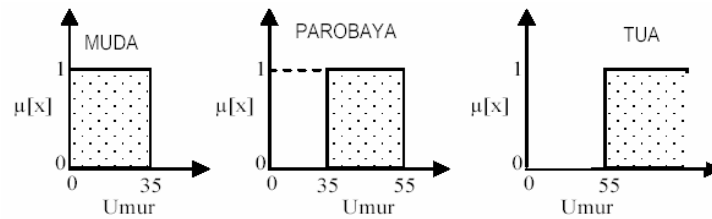
Misalkan variabel umur dibagi menjadi 3 kategori,

yaitu: MUDA umur < 35 tahun

PAROBAYA $35 \leq \text{umur} \leq 55$ tahun

TUA umur > 55 tahun

Nilai keanggotaan secara grafis, himpunan MUDA, PAROBAYA, dan TUA ini dapat dilihat pada gambar 2.9



Gambar 2.9 Himpunan Muda, Parobaya, dan Tua

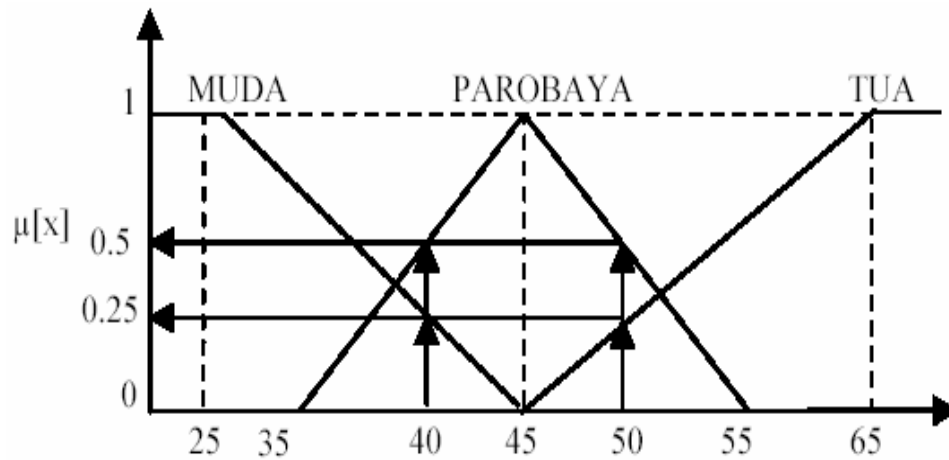
Sumber : (Kusumadewi, 2004)

Pada Gambar 2.9, dapat dijelaskan bahwa:

- Apabila seseorang berusia 34 tahun, maka ia dikatakan MUDA ($\mu_{\text{MUDA}}[34] = 1$);
- Apabila seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikatakan TIDAK MUDA ($\mu_{\text{MUDA}}[35] = 0$);
- Apabila seseorang berusia 35 tahun kurang 1 hari, maka ia dikatakan TIDAK PAROBAYA ($\mu_{\text{PAROBAYA}}[35 \text{ th} - 1 \text{ hari}] = 0$).

Berdasarkan contoh diatas bisa dikatakan pemakaian himpunan crisp untuk menyatakan umur sangat tidak adil, adanya perubahan sedikit saja pada suatu nilai mengakibatkan perbedaan kategori yang cukup signifikan.

Himpunan *Fuzzy* digunakan untuk mengantisipasi hal tersebut. Seseorang dapat masuk dalam 2 himpunan yang berbeda, MUDA dan PAROBAYA, dan TUA, dsb. Seberapa besar eksistensinya dalam himpunan tersebut dapat dilihat pada nilai keanggotaan-nya. Gambar 2.10 menunjukkan himpunan *Fuzzy* untuk variable umur.



Gambar 2.10 Himpunan *Fuzzy* untuk variabel umur

Sumber : (Kusumadewi, 2004)

Pada Gambar 2.10, dapat dilihat bahwa:

- Seseorang yang berumur 40 tahun, termasuk dalam himpunan MUDA dengan $\mu_{\text{MUDA}}[40]=0,25$; namun dia juga termasuk dalam himpunan PAROBAYA dengan $\mu_{\text{PAROBAYA}}[40]=0,5$.
- Seseorang yang berumur 50 tahun, termasuk dalam himpunan MUDA dengan $\mu_{\text{TUA}}[40]=0,25$; namun dia juga termasuk dalam himpunan PAROBAYA dengan $\mu_{\text{PAROBAYA}}[50]=0,5$.

Kalau pada himpunan *crisp*, nilai keanggotaan hanya ada 2 kemungkinan, yaitu 0 atau 1, pada himpunan *Fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Apabila x memiliki nilai keanggotaan *Fuzzy* $\mu_A[x]=0$ berarti x tidak menjadi anggota himpunan A, demikian pula apabila x memiliki nilai keanggotaan *Fuzzy* $\mu_A[x]=1$ berarti x menjadi anggota penuh pada himpunan A.

2.5.3 Beberapa Hal yang Perlu Diketahui dalam Sistem Fuzzy

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami system *Fuzzy*, yaitu:

a. Variabel *Fuzzy*

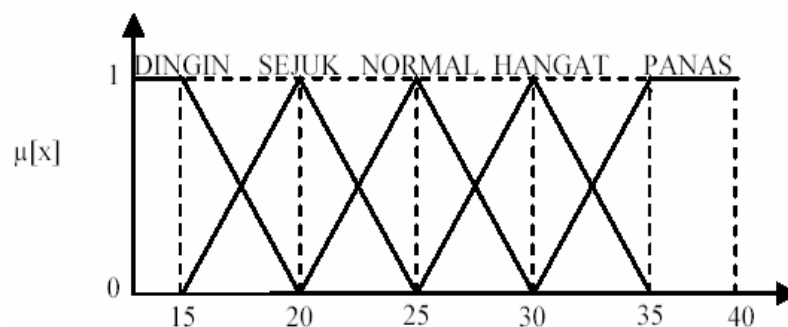
Variabel *Fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *Fuzzy*. Contoh: umur, temperatur, permintaan, dsb.

b. Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *Fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *Fuzzy*.

Contoh :

- Variabel umur, terbagi menjadi 3 himpunan *Fuzzy*, yaitu: MUDA, PAROBAYA, dan TUA.
- Variabel temperatur, terbagi menjadi 5 himpunan *Fuzzy*, yaitu: DINGIN, SEJUK, NORMAL, HANGAT, dan PANAS (Gambar2.11)



Gambar 2.11 Himpunan *Fuzzy* pada variabel temperatur

Sumber : (Kusumadewi, 2004)

Himpunan *Fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu:

1. Linguistik, yaitu penamaan grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: MUDA, PAROBAYA, TUA.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 40, 25, 50, dsb.

c . Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *Fuzzy*. Semesta

pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya

Contoh:

- Semesta pembicaraan untuk variabel umur: $[0 +\infty]$.
- Semesta pembicaraan untuk variabel temperatur: $[0 40]$.

d. Domain

Domain himpunan *Fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *Fuzzy*. Seperti halnya dengan semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

Contoh domain himpunan *Fuzzy*:

- MUDA = $[0, 45]$
- PAROBAYA = $[35, 55]$
- TUA = $[45, +\infty]$
- DINGIN = $[0, 20]$
- SEJUK = $[15, 25]$
- NORMAL = $[20, 30]$
- HANGAT = $[25, 35]$
- PANAS = $[30, 40]$

2.5.4 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai

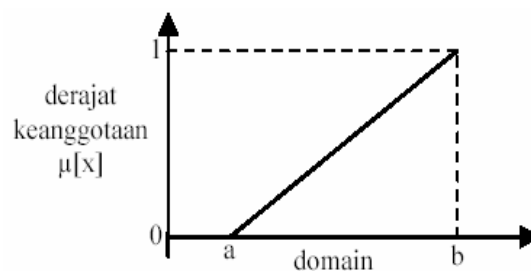
keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang dapat digunakan:

a. Representasi *Linear*

Pada representasi *linear*, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada 2 keadaan himpunan *Fuzzy linear*, yaitu:

1. Representasi *Linear Naik*

Kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi (Gambar 2.12).



Gambar 2.12 Representasi *Linear Naik*

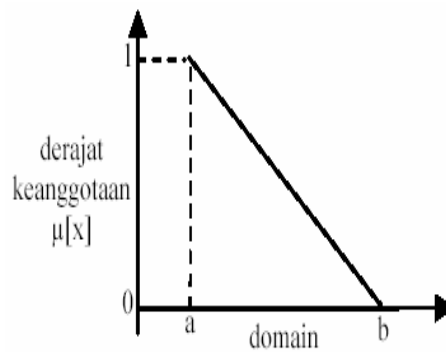
Sumber : (Kusumadewi, 2004)

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x-a)/(b-a) & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

2. Representasi *Linear Turun*

Representasi *linear* turun merupakan kebalikan dari *linear* naik. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah (Gambar 2.13).



Gambar 2.13 Representasi *Linear Turun*

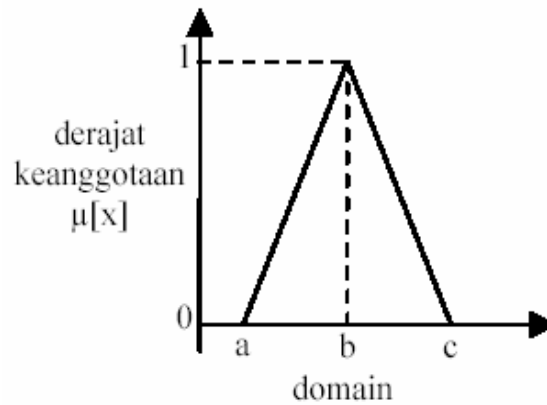
Sumber : (Kusumadewi, 2004)

Fungsi keanggotaan

$$\mu[x] = \begin{cases} (b-x)/(b-a) & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

b. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis linear seperti terlihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Representasi Kurva Segitiga

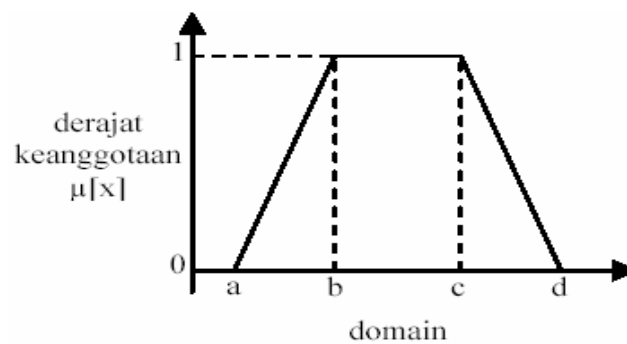
Sumber : (Kusumadewi, 2004)

Fungsi keanggotaan

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (b-x)/(b-a) & a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b) & b \leq x \leq c \end{cases}$$

c. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1 (Gambar 2.15).



Gambar 2.15 Representasi Kurva Trapesium

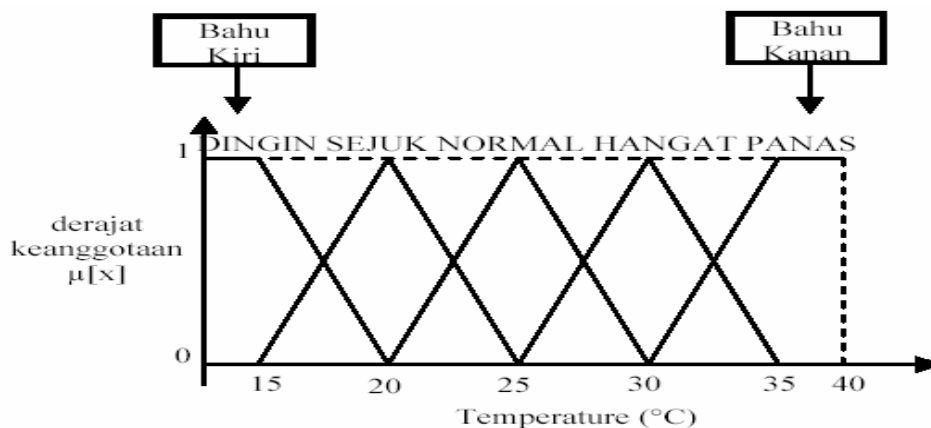
Sumber : (Kusumadewi, 2004)

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq b \\ (x-a)/(b-a) & a \leq x \leq b \\ 1; & a \leq x \leq b \\ (b-x)/(b-a) & a \leq x \leq b \end{cases}$$

d. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu peubah yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun (misalkan: DINGIN bergerak ke SEJUK bergerak ke HANGAT dan bergerak ke PANAS). Tetapi terkadang salah satu sisi dari peubah tersebut tidak mengalami perubahan. Sebagai contoh, apabila telah mencapai kondisi PANAS, kenaikan temperatur akan tetap berada pada kondisi PANAS. Himpunan *Fuzzy* 'bahu', bukan segitiga, digunakan untuk mengakhiri peubah suatu daerah *Fuzzy*. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah, sebaliknya bahu kanan bergerak dari salah ke benar. Gambar 2.8 menunjukkan peubah TEMPERATUR dengan daerah bahunya.



Gambar 2.8 Daerah 'bahu' pada variabel Temperatur

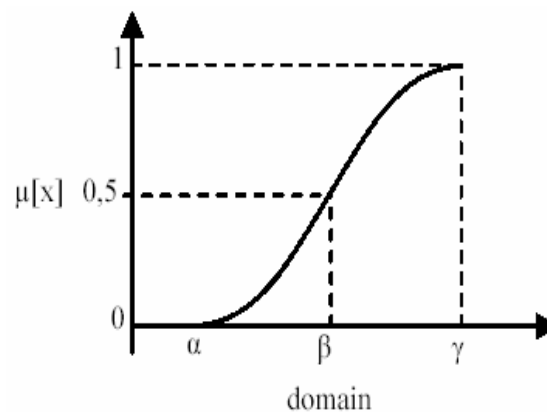
Sumber : (Kusumadewi, 2004)

e. Representasi Kurva-S

Kurva-S memiliki nilai kenaikan atau penurunan yang tak *linear*. Ada dua representasi kurva-S, yaitu kurva PERTUMBUHAN dan PENYUSUTAN. Kurva-S didefinisikan menggunakan 3 parameter, yaitu: nilai keanggotaan nol (α), nilai keanggotaan lengkap (γ), dan titik *infleksi* atau *crossover* (β) yaitu titik yang memiliki domain 50% benar.

1. Representasi Kurva-S PERTUMBUHAN

Kurva-S PERTUMBUHAN akan bergerak dari sisi paling kiri dengan nilai keanggotaan nol (0) ke sisi paling kanan dengan nilai keanggotaan satu (1). Fungsi keanggotaannya akan bertumpu pada 50% nilai keanggotaannya yang sering disebut titik *infleksi* (Gambar 2.17).



Gambar 2.17 Karakteristik fungsi kurva-S: PERTUMBUHAN

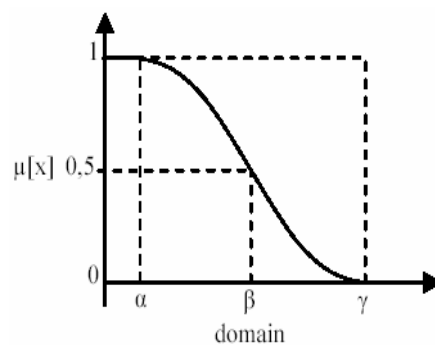
Sumber : (Kusumadewi, 2004)

Fungsi keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq \alpha \\ 2((x-\alpha)/(\gamma-\alpha))^2 & \alpha \leq x \leq \beta \\ 1-2((\gamma-x)/(\gamma-\alpha))^2 & \beta \leq x \leq \gamma \\ 1 & x \geq \gamma \end{cases}$$

2 Representasi Kurva-S PENYUSUTAN

Kurva-S PENYUSUTAN merupakan kebalikan dari Kurva-S PERTUMBUHAN. Nilai keanggotaannya akan bergerak dari sisi kiri dengan nilai keanggotaan satu (1) ke sisi kanan dengan nilai keanggotaan nol (0). Seperti (Gambar 2.10)



Gambar 2. Karakteristik fungsi kurva S- PENYUSUTAN

Sumber : (Kusumadewi, 2004)

Fungsi keanggotaan:

$$S [x; \alpha, \beta, \gamma] = \begin{cases} 1 & x \leq \alpha \\ 1 - 2\left(\frac{x-\alpha}{\gamma-\alpha}\right)^2 & \alpha \leq x \leq \beta \\ 2\left(\frac{\gamma-x}{\gamma-\alpha}\right)^2 & \beta \leq x \leq \gamma \\ 0 & x \geq \gamma \end{cases}$$

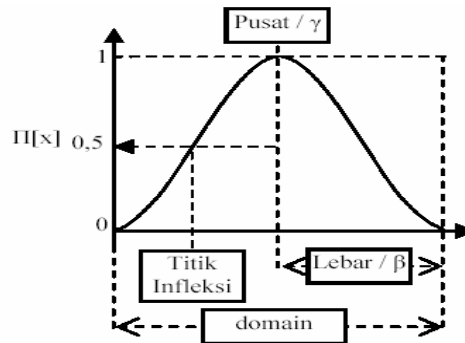
e. Representasi Kurva Bentuk Lonceng (*Bell Curve*)

Untuk merepresentasikan himpunan *Fuzzy*, biasanya digunakan kurva bentuk lonceng. Kurva bentuk lonceng ini terbagi atas 3 kelas, yaitu: Kurva π , BETA, dan GAUSS. Perbedaan ketiga kurva ini terletak pada gradiennya.

1. Kurva π

Kurva π berbentuk lonceng dengan derajat keanggotaan 1

terletak pada pusat dengan *domain* (γ), dan lebar kurva (β). Seperti terlihat pada (Gambar 2.19)



Gambar 2.19 Karakteristik fungsional kurva π

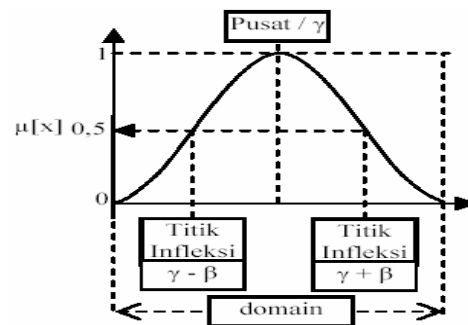
Sumber : (Kusumadewi, 2004)

Fungsi keanggotaan:

$$\Pi(x, \beta, \gamma) = \begin{cases} S(x; \gamma - \beta, \gamma - \beta/2, \gamma) & x \leq \gamma \\ 1 - S(x; \gamma, \gamma + \beta/2, \gamma + \beta) & x > \gamma \end{cases}$$

2. Kurva BETA

Seperti halnya Kurva- π , kurva BETA juga berbentuk lonceng namun lebih rapat. Kurva ini didefinisikan dengan 2 parameter, yaitu nilai pada domain yang menunjukkan pusat kurva dengan *domain*(γ), dan setengah lebar kurva (β). Seperti terlihat pada (Gambar 2.20)



Gambar 2.20 karakteristik fungsional kurva BETA

Sumber : (Kusumadewi, 2004)

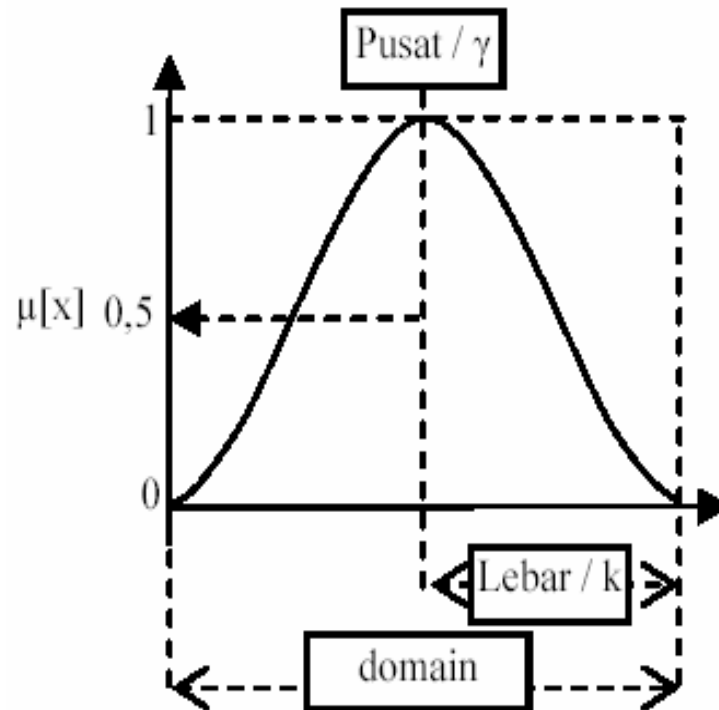
Fungsi keanggotaan:

$$\mu(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-\gamma}{\beta} \right)^2}$$

Salah satu perbedaan mencolok Kurva-BETA dari Kurva- π adalah fungsi keanggotaannya akan mendekati nol hanya jika nilai (β) sangat besar

3. Kurva GAUSS

Kurva GAUSS menggunakan (γ) untuk menunjukkan nilai domain pada pusat kurva, dan (k) yang menunjukkan lebar kurva (Gambar 2.21).



Gambar 2.21 Karakteristik fungsional kurva GAUSS

Sumber : (Kusumadewi, 2004)

Fungsi keanggotaan:

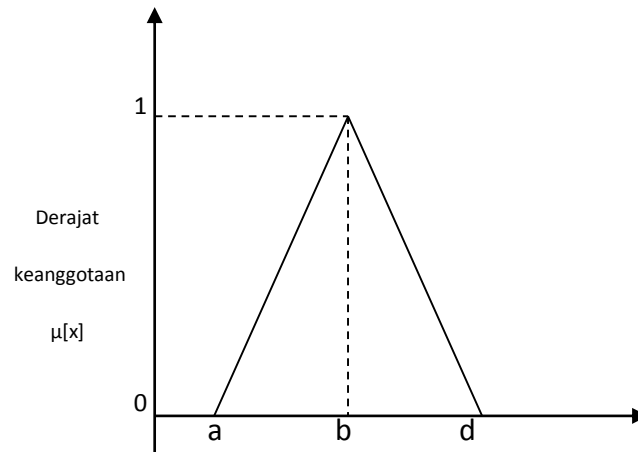
$$G(x;k,\gamma)=e^{-k(y-x)}$$

2.6 Fuzzy logic application for sceduling (FLASH)

FLASH pada dasarnya sama dengan CPM dalam hal *activity on arrow*(AOA) diagram dan perhitungannya kecuali karakteristik durasinya. Durasi aktivitas i-j dinyatakan dalam tiga nilai berbeda: batas bawah, paling mungkin, dan batas atas. Karena FLASH mengasumsikan durasi aktivitas dinyatakan dalam bilangan *fuzzy* segitiga, ketiga nilai tersebut merupakan nilai l, m, dan u atau $D_{i-j}(l,m,u)$. Untuk *node* i, *Early start* (E_i), dan *latest start* (L_i) merupakan bilangan *fuzzy* juga tetapi tidak harus selalu bilangan *fuzzy* segitiga.

2.6.1 Durasi Fuzzy Kegiatan.

Durasi kegiatan dinyatakan dalam TFN (Triangular Fuzzy Number) seperti terlihat pada gambar.



Gambar 2.22 Kurva Segitiga

Sumber : (Efendi, 2012)

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 $\max(A,B)$ menghasilkan $(3,5,5,7)$.

2.6.2 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.

2.6.3 Perhitungan Maju

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 aktivitas x, p = aktivitas yang mendahului, FEF = waktu selesai tercepat dalam bentuk fuzzy, FD = durasi dari sebuah kegiatan.

2.6.4 Perhitungan Mundur

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

1. FLS dari kegiatan terakhir dalam proyek adalah sama dengan FES-nya (kegiatan terakhir dalam proyek adalah simpul *finish* yang FD-nya adalah (0,0,0,0))

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 keawal)

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
 $FEF (+)Y < FLF_u$
- 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 FLF_u yang lebih besar maka bagian kanan FLF disamakan dengan FLF_u 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 :

$$FLS (+)FD = F$$

2.6.7 Waktu Ambang (Floats)

Waktu ambang adalah sejumlah waktu yg tersedia dalam suatu aktifitas sehingga memungkinkan aktifitas tersebut dapat ditunda tanpa menyebabkan penambahan total durasi

proyek. Ada tiga tipe waktu ambang, waktu ambang total atau *total float* (TF), waktu ambang bebas atau *free float* (FF), dan waktu ambang independen atau *independent float* (IF). Waktu ambang total suatu aktivitas adalah jumlah unit waktu aktivitas yang dapat diundur tanpa berpengaruh pada waktu penyelesaian total proyek. Waktu ambang bebas adalah jumlah unit waktu aktivitas yang dapat diundur tanpa berpengaruh pada ambang total aktivitas sesudahnya, sementara waktu ambang independen adalah jumlah unit waktu aktivitas yang dapat diundur tanpa mempengaruhi waktu ambang total dari aktivitas suksesor dan predesesor. TF, FF dan IF Pada metode fuzzy, *slack* dapat dihitung dengan rumus (Gin-Shuh Liang,2004) :

$$TF_x = FLF_x - FD_x - FES_x$$

$$FF_x = FES_x - FD_x - FEF_x$$

$$IF_x = FES_x - FD_x - FLS_x$$

nilai centroid. Sedangkan centroid (C) dari sebuah TFN (a,b,c,d) dapat dihitung dengan rumus (N. Ravi Shankar,2010) :

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

2.7 Penelitian sebelumnya.

- a. M. Hamzah H., Saifoe El Unas, Widiarsa

Penjadwalan Proyek konstruksi dengan metode Flash (Fuzzy Logic Application For Scheduling)

www.google.comDiakses : Mei 2014

Penjadwalan adalah hal yang penting dalam penyelenggaraan suatu proyek konstruksi. Penjadwalan dilakukan untuk memprediksi durasi waktu yang diperlukan dalam penyelesaian proyek. Suatu proyek konstruksi dengan segala sifat dan karakteristiknya yang sangat unik menyebabkan durasi aktivitas mempunyai tingkat ketidakpastian yang tinggi. Ada sebuah alternative metode penjadwalan dengan mengakomodasikan ketidakpastian durasi menggunakan teori *fuzzy set* yang dinamakan metode *Fuzzy Logic Application for Scheduling* (FLASH) untuk mengetahui kemungkinan terselesaikannya proyek dalam jangka waktu yang ditentukan

Penelitian ini Menjelaskan bagaimana penerapan teori fuzzy dalam menganalisis suatu jadwal konstruksi proyek yang di dalamnya mengandung unsur durasi yang tidak pasti. Ketidakpastian durasi tersebut dinyatakan dalam durasi batas bawah, durasi paling mungkin, dan durasi batas atas. Dalam menentukan data durasi waktu yang tidak pasti tersebut digunakan metode wawancara kepada kontraktor pelaksana serta membandingkan dengan data-data yang sudah ada.

Pada hasil akhir perhitungan maju didapat nilai batas bawah 141 hari, batas atas 470 hari dan waktu yang paling mungkin adalah 259 hari. Ini berarti durasi waktu yang memiliki posibilitas 100 % terdapat pada 259 hari, nilai yang lebih kecil atau lebih besar dari nilai ini akan memiliki nilai posibilitas yang semakin kecil. Pada hasil akhir tersebut terdapat 3 range untuk nilai derajat keanggotaannya. Range yang pertama terdapat pada waktu 141 hari sampai 181,36 hari dengan rumus derajat

keanggotaannya adalah $(x-141)/111$. Range selanjutnya terdapat pada waktu 181,36 hari sampai 259 hari dengan rumus derajat keanggotaannya adalah $(x-137)/122$. Range yang terakhir terletak pada waktu 259 hari sampai 470 hari dengan rumus derajat keanggotaannya adalah $(470-x)/470$.

b. Mochamad Efendi

Analisa Jaringan Kerja Proyek Pembuatan Gudang Kavling Q di lokasi PT. Kawasan Industri Gresik dengan metode PERT dan Fuzzy.

Diakses :Februari 2014.

Penelitian ini membandingkan metode PERT dan Fuzzy untuk mencari waktu penyelesaian proyek pembuatan gudang kavling Q di lokasi PT. Kawasan Industri Gresik. Diperoleh hasil yang lebih pendek, yaitu dapat dipercepat dari 133 hari bisa lebih pendek menjadi 126 hari, dengan menggunakan metode fuzzy.

Pada perhitungan waktu penyelesaian proyek pembuatan gudang kavling Q di lokasi PT. Kawasan Industri Gresik dengan durasi lintasan kritis tersebut (95,133,150) hari untuk metode fuzzy dengan nilai defuzzifikasi 126 hari, jadi proyek dapat dikerjakan selama 126 hari dan 130,5 hari dengan metode PERT. Perhitungan waktu penyelesaian proyek gudang kavling Q di lokasi PT. Kawasan Industri Gresik yang dilakukan oleh PT. Jasa Teknika Utama dengan perhitungan waktu antara 133 hari

