

## PENJADWALAN DAN PENGEMBANGAN RENCANA PROYEK

Oleh : Suwinardi

Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang  
Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang Semarang 50275

### Abstrak

*Pelaksanaan suatu proyek memerlukan waktu yang tepat, sehingga memerlukan penjadwalan kegiatan proyek dengan menyusun Work Breakdown Struktur (WBS). WBS merupakan sebuah diagram alur berupa grafis dari rencana kerja proyek. Melalui WBS yang diwujudkan dalam bentuk jaringan kerja, dapat diperoleh informasi, kapan aktivitas dapat atau harus mulai, kapan sumber daya harus tersedia, aktivitas mana yang dapat ditunda, dan kapan proyek diperkirakan selesai, semua ditentukan dari waktu yang sudah diestimasi. Dalam menggambarkan jaringan kerja dengan pendekatan Activity On Node dan Activity On Arch, namun para praktisi banyak menggunakan pendekatan Activity On Node, karena memerlukan sarana lebih mudah diperoleh di lapangan. Hasil yang diperoleh dari jaringan kerja yang telah disusun, manajemen dapat membuat perkiraan dari segi waktu, sumber daya, dan aktivitas pendukung, sehingga proyek selesai tepat waktu. Hasil lainnya dapat menghitung keseluruhan harga proyek.*

**Kata kunci :** Jaringan kerja, AON

### 1. Pendahuluan

Suatu proyek dapat diperoleh melalui proses tender yang kompetitif dengan tenggang waktu pelaksanaan yang terbatas. Apabila proyek sudah diperoleh, langkah selanjutnya pekerjaan proyek dipecah-pecah menjadi paket-paket pekerjaan, kemudian dapat dibuat penjadwalannya. Yang perlu diperhatikan dalam penjadwalan adalah waktu pengerjaan tiap paket pekerjaan dan kejadian apa yang dihasilkan dari serangkaian paket kerja tertentu. Yang perlu dijadwalkan adalah paket pekerjaan atau aktivitas. Sedangkan kejadian (*events*) dan *milestone* hanyalah akibat dari selesainya aktivitas. Bagi manajemen puncak, jadwal proyek mungkin tidak perlu sedetail apa yang diperlukan oleh personel operasional di lapangan. Jadwal dari aktivitas besar ini sering disebut jadwal induk proyek. Jadwal ini dikembangkan selama tahap inisiasi dan bisa diperbarui setelah itu.

Untuk mempermudah dalam pengerjaan suatu proyek, seorang manajer memerlukan jaringan proyek. Karena jaringan proyek adalah alat yang digunakan untuk merencanakan, menjadwalkan, dan memonitor kemajuan proyek. Jaringan dibuat dari informasi yang dikumpulkan melalui *Work Breakdown Structure* (WBS)

yang merupakan sebuah diagram alur berupa grafis dari rencana kerja proyek. WBS merupakan proses awal dari *project management* yang membagi dalam fase-fase proyek.

WBS sangat penting dalam perencanaan proyek, melalui WBS akan diperoleh tahapan-tahapan proyek secara mendetail. Dari tahapan-tahapan yang dituliskan manajemen akan menganalisa kebutuhan Sumber Daya Manusia (SDM) dan sumber daya lainnya seperti tempat, fasilitas, alat-alat yang diperlukan. Melalui analisa sumber daya ini kemudian manajemen bisa tentukan total waktu yang dibutuhkan. Melalui total waktu yang dibutuhkan dan pemakaian sumber-sumber daya lainnya manajemen bisa menentukan biaya proyek. Biaya proyek ditambah dengan keuntungan yang diinginkan, diperoleh total harga proyek.

Dalam WBS kita akan membuat daftar fase-fase pengerjaan proyek. Beberapa fase tergantung dari fase sebelumnya, tetapi ada juga beberapa fase yang bisa dikerjakan secara bersama-sama. Dari analisa ini kita bisa memperkirakan kapan proyek bisa dimulai dan kapan project bisa selesai. Jaringan menggambarkan berbagai aktivitas yang harus diselesaikan, urutan logis, saling

ketergantungan dari aktivitas-aktivitas yang diselesaikan, dan dalam banyak kasus menggambarkan waktu di mana aktivitas tersebut mulai dan berakhir bersama dengan jalur terpanjang di dalam Jaringan jalur kritis (*criticalpath*). Jaringan adalah kerangka kerja untuk sistem informasi proyek yang akan digunakan oleh manajer proyek untuk membuat keputusan berkenaan dengan waktu, biaya, dan kinerja proyek.

Jaringan proyek memberikan informasi dan pemahaman tentang basis bagi penjadwalan pekerja dan peralatan. Jaringan proyek memperkuat komunikasi yang menyatukan manajer dan berbagai kelompok untuk duduk bersama-sama membicarakan waktu, biaya, dan sasaran kinerja proyek. Jaringan juga memberikan estimasi mengenai durasi proyek, bukan hanya menentukan tanggal selesainya proyek. Jaringan memberikan waktu kapan aktivitas-aktivitas dapat dimulai dan selesai dan kapan aktivitas tersebut dapat ditunda. Jaringan memberikan basis untuk menganggarkan arus kas proyek. Jaringan mengidentifikasi aktivitas-aktivitas mana yang kritis, dan karena itu tidak boleh ditunda jika proyek hendak diselesaikan sesuai rencana. Jaringan menyoroti aktivitas-aktivitas mana yang dipertimbangkan jika proyek perlu ditekan untuk memenuhi target waktu.

**2. Diagram perencanaan dan penjadwalan**

Orang pertama yang mengembangkan diagram untuk keperluan perencanaan dan penjadwaan 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 menyusulnya. Gantt Charts dibuat menyusul selesainya WBS.

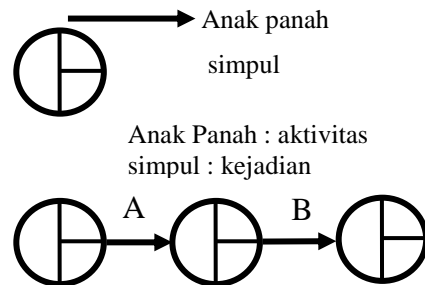
Gambar 1. memperlihatkan Gantt Charts dari suatu proyek Perancangan dan Implementasi Statistical Process Control

(SPC) di suatu perusahaan manufaktur. Gantt charts tidak bisa secara eksplisit menunjukkan keterkaitan antar aktivitas dan bagaimana satu aktivitas berakibat pada aktifitas lain bila waktunya terlambat atau dipercepat, sehingga perlu dilakukan modifikasi terhadap Gantt Chart. Untuk dikembangkan teknik baru yang bisa mengatasi kekurangan-kekurangan yang ada pada Gantt Chart. Cara baru ini dikenal sebagai jaringan kerja atau network. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan jaringan kerja adalah :

- a. Macam-macam aktivitas yang ada
- b. Ketergantungan antar aktivitas, mana yang lebih dahulu diselesaikan mana yang menyusul
- c. Urutan logis dari masing-masing aktivitas
- d. Waktu penyelesaian tiap aktivitas (Budi Santosa, 2009)

Kegiatan	Minggu							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Penentuan akribut kualitas yang perlu dikendalikan	■							
Mengumpulkan data		■						
Merancang peta kontrol			■	■				
Sosialisasi rancangan SPC				■	■	■		
Training operator					■	■	■	
Uji coba pelaksanaan SPC					■	■	■	
Implementasi						■	■	■
Analisa penyebab cacat							■	■
Menghitung kemampuan proses								■
Dokumentasi								■

Gambar 1. Gantt Charts proyek Perancangan dan Implementasi SPC



Aktivitas A selesai sebelum aktivitas B mulai

Gambar 2. Simbul dalam AOA

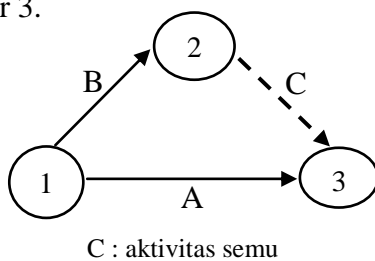
Ada dua pendekatan dalam hal menggambarkan diagram jaringan kerja. Pertama, kegiatan digambarkan dengan

simpul (node), *Activity On Node* (AON). Sedangkan peristiwa atau *event*, diwakili oleh anak panah. Kedua aktivitas digambarkan dengan anak panah, *Activity On Arch* (AOA). Sedangkan kejadian digambarkan dengan simpul. Contoh gambar untuk AOA, lihat Gambar 2.

Tabel 1 : Kegiatan, waktu dan urutan proyek

Kegiatan	Waktu (hari)	Kegiatan pendahulu
A	6	-
B	5	A
C	4	A
D	8	-
E	3	-
F	2	C,D
G	7	C,D,E
H	5	D,E
I	5	B,F,G
J	8	B,F,H
K	6	G,H
L	5	H

Ada aktivitas semu (*dummy*), yaitu kegiatan semu yang berfungsi sebagai penghubung, tidak membutuhkan sumberdaya maupun waktu penyelesaian. Aktivitas semu diperlukan karena tidak boleh ada dua aktivitas mulai dari simpul yang sama dan berakhir pada simpul lain yang sama juga. Aktivitas semu juga digambarkan sebagai anak panah putus-putus. Lihat contoh pada Gambar 3.



Gambar 3. Aktivitas semu dalam jaringan kerja

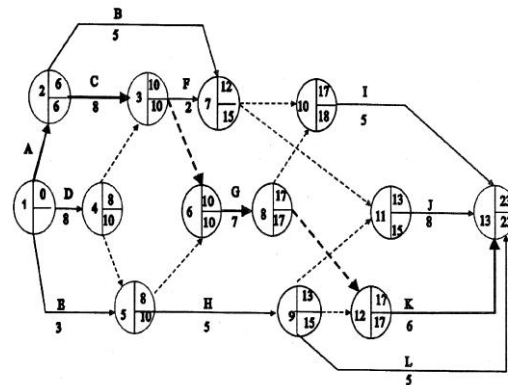
Contoh: Suatu proyek terdiri dari beberapa kegiatan, lama waktu dan urutan seperti pada tabel 1.

Membuat jaringan kerjanya dan menentukan umur proyek serta mencari lintasan kritis dapat dibuat dengan

menggunakan jaringan kerja, seperti tergambar pada gambar 4.

Dari diagram jaringan kerja di atas, dapat diketahui umur proyek adalah 23 hari dan lintasan kritisnya: A - C - G - K. (Budi Santosa, 2009)

Jadi kegiatan A, C, G, dan K tidak boleh molor agar umur proyek tetap 23 hari.



Gambar 4. Diagram kerja

### 3. Membuat Jaringan Kerja Proyek

Dasar dari menyusun jadwal dan perencanaan proyek adalah membuat jaringan proyek yang dilakukan oleh manajer proyek beserta timnya. Menurut Clifford F Gray dan Erik W Larson berikut ini beberapa istilah yang digunakan untuk membangun jaringan proyek.

#### a. Aktivitas (*activity*).

Bagi manajer proyek, aktivitas adalah sebuah elemen proyek yang memerlukan waktu. Pada saat mungkin atau tidak membutuhkan sumber daya. Umumnya sebuah aktivitas memakan waktu entah selagi orang bekerja atau saat orang menunggu. Contoh-contoh meliputi waktu tunggu kontrak ditandatangani, kedatangan material, persetujuan oleh pemerintah, kejelasan anggaran, dst. Aktivitas biasanya mewakili satu atau lebih tugas dari sebuah paket kerja. Deskripsi aktivitas sebaiknya menggunakan bentuk kata kerja/kata benda: misalnya, mengembangkan spesifikasi produk.

- b. Aktivitas gabungan (*merge activity*).  
Merupakan sebuah aktivitas yang memiliki lebih dari satu aktivitas yang mendahuluinya (lebih dari satu anak panah ketergantungan).
- c. Aktivitas paralel (*parallel activity*).  
Merupakan aktivitas yang dapat terjadi pada saat yang sama, jika diperlukan oleh manajer. Akan tetapi, manajer dapat memilih agar aktivitas paralel tidak terjadi secara simultan.
- d. Jalur (*path*).  
Sebuah sekuensi/urutan dari berbagai aktivitas yang berhubungan dan tergantung.
- e. Jalur kritis (*critical path*).  
Istilah ini digunakan untuk jalur terpanjang pada jaringan; jika sebuah aktivitas pada jalur ditunda, proyek juga tertunda untuk waktu yang bersamaan.
- f. *Event*.  
Istilah ini digunakan untuk menunjukkan satu titik waktu di mana sebuah aktivitas dimulai atau diselesaikan. Tidak memakan waktu.
- g. Aktivitas menggelembung (*burst activity*).  
Aktivitas ini mempunyai lebih dari satu aktivitas yang mengikuti (lebih dari satu anak panah ketergantungan yang mengalir dari aktivitas tersebut).
- b. Sebuah aktivitas tidak bisa mulai sampai semua aktivitas yang mendahuluinya telah diselesaikan.
- c. Panah pada jaringan menandakan adanya aktivitas yang mendahului dan jalur. Panah dapat bersilang satu sama lain.
- d. Masing-masing aktivitas harus memiliki nomor identifikasi (ID) unik.
- e. Nomor identifikasi sebuah aktivitas harus lebih besar dari semua aktivitas yang mendahuluinya.
- f. Pengulangan (*looping*) tidak diperbolehkan (dengan kata lain, mendaur ulang melalui serangkaian aktivitas tidak boleh terjadi).
- g. Pernyataan bersyarat tidak diperbolehkan (jenis pernyataan ini semestinya tidak ada: Jika berhasil, lakukan sesuatu; jika tidak, jangan lakukan apa pun).
- h. Pengalaman menyarankan bahwa ketika ada banyak mulai, dapat digunakan sebuah *node start* yang umum untuk mengindikasikan permulaan proyek pada jaringan. Dengan cara yang sama, *node* akhir proyek tunggal dapat digunakan untuk mengindikasikan akhir proyek.

Untuk mengembangkan jaringan proyek menggunakan dua cara, yaitu *activity-on-node (AON)* dan *activity-on-arrow (AOA)*. Kedua metode tersebut menggunakan dua blok pembangun anak panah dan *node* (kotak)

Ada ketentuan dasar untuk mengembangkan jaringan proyek. Menurut Clifford F Gray dan Erik W Larson ada delapan aturan yang berlaku secara umum ketika mengembangkan sebuah jaringan proyek :

- a. Jaringan umumnya mengalir dari kiri ke kanan.

Metode AON banyak digunakan pada kalangan praktisi, karena tersedianya komputer dan program grafis secara luas. Gambar 5. menunjukkan beberapa penggunaan blok pembangun untuk konstruksi jaringan AON. Sebuah aktivitas diwakili oleh sebuah *node* (kotak). Node dapat mengambil banyak bentuk, tetapi tahun-tahun terakhir ini *node* direpresentasikan dengan sebuah kotak bujur sangkar (*box*). Ketergantungan antar aktivitas dilukiskan dengan anak panah di antara bujur sangkar pada jaringan AON. Anak panah menandai bagaimana aktivitas-aktivitas dikaitkan dan urutan di mana beberapa hal harus dipenuhi/diselesaikan. Panjang dan kemiringan anak panah adalah sembarang dan di-set untuk kenyamanan menggambar jaringan. Huruf di dalam kotak berfungsi untuk mengidentifikasi

aktivitas selagi mempelajari dasar-dasar konstruksi dan analisis jaringan. Dalam praktik, aktivitas mempunyai nomor identifikasi dan deskripsi.

Ada tiga hubungan dasar yang harus dibuat untuk aktivitas-aktivitas yang tercakup pada sebuah jaringan proyek. Hubungan dapat ditemukan dengan menjawab tiga pertanyaan berikut ini untuk masing-masing aktivitas:

- Aktivitas-aktivitas mana yang harus diselesaikan segera sebelum aktivitas ini? Aktivitas ini disebut aktivitas pendahulu (*predecessor*).
- Aktivitas mana yang harus seketika mengikuti aktivitas ini? Aktivitas ini disebut aktivitas pengganti (*successor*).
- Aktivitas-aktivitas mana yang dapat terjadi selagi aktivitas ini terjadi? Dikenal sebagai hubungan *paralel* atau *konkuren*. (Clifford F Gray dan Erik W Larson, 2007)

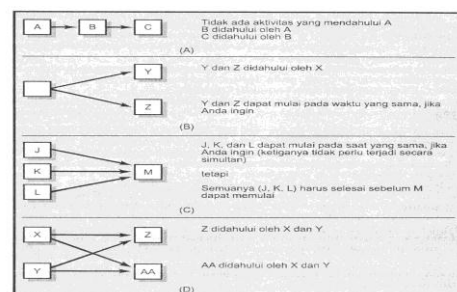
Seorang manajer dapat menggunakan hanya pertanyaan 1 dan 3 untuk menetapkan hubungan. Informasi ini memungkinkan analisis jaringan untuk membangun sebuah diagram alur dari urutan dan saling ketergantungan logis dari berbagai aktivitas proyek.

Gambar 5A adalah analog untuk daftar hal-hal yang dilakukan ketika Anda menyelesaikan lebih dahulu tugas yang ada di bagian atas daftar dan kemudian bergerak ke tugas kedua, dan seterusnya. Gambar tersebut memberitahu manajer proyek bahwa aktivitas A harus diselesaikan sebelum aktivitas B dapat memulai, dan aktivitas B harus diselesaikan sebelum aktivitas C dapat memulai.

Gambar 5B. menunjukkan bahwa aktivitas Y dan Z tidak bisa mulai sampai aktivitas X diselesaikan. Gambar ini juga menunjukkan bahwa aktivitas Y dan Z dapat terjadi secara konkuren atau simultan jika manajer proyek menginginkannya. Akan tetapi, kondisi tersebut tidak perlu. Sebagai

contoh, penuangan beton (aktivitas Y) dapat berlangsung selagi mengerjakan lanskap (aktivitas Z), tetapi pembukaan hutan (aktivitas X) harus diselesaikan sebelum aktivitas Y dan Z dapat memulai. Aktivitas Y dan Z dianggap sebagai aktivitas paralel. Jalur paralel mengizinkan usaha konkuren, yang memperpendek waktu untuk melakukan serangkaian aktivitas. Aktivitas X kadang-kadang disebut *burst activity* (aktivitas menggelembung) karena lebih dari satu anak panah keluar dari node. Banyaknya anak panah mengindikasikan berapa banyak aktivitas yang dengan seketika mengikuti aktivitas X.

Gambar 5C menunjukkan aktivitas J, K, dan L dapat terjadi secara simultan jika diinginkan, dan aktivitas M tidak bisa mulai sampai aktivitas J, K, dan L diselesaikan. Aktivitas J, K, dan L adalah aktivitas paralel. Aktivitas M disebut aktivitas gabungan karena lebih dari satu aktivitas harus diselesaikan sebelum M dapat memulai. Aktivitas M juga dapat disebut milestone.



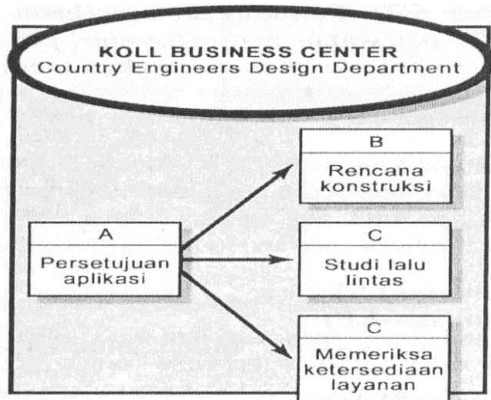
Gambar 5. Dasar-dasar Jaringan AO

Pada Gambar 5D, aktivitas X dan Y adalah aktivitas paralel yang dapat berlangsung pada waktu yang sama; aktivitas Z dan AA juga aktivitas paralel. Tetapi, aktivitas Z dan AA tidak bisa mulai sampai aktivitas X dan Y diselesaikan.

Dengan pokok AON ini, kita dapat mengembangkan sebuah jaringan sederhana. Ingat, anak panah dapat menerjang anak panah lain (misal, Gambar 5.D), dibengkokkan, atau dengan serong atau panjang sembarang.

Ukuran validitas jaringan adalah akurasi semua aktivitas proyek, ketergantungan mereka, dan estimasi waktu. Sebagai contoh informasi untuk jaringan proyek yang disederhanakan ditunjukkan pada Tabel 7.1. Proyek ini menyajikan sebuah pusat bisnis baru yang akan dikembangkan; departemen desain rancang bangun hams menyediakan semua pekerjaan dan layanan tersebut dengan bekerja sama dengan kelompok lain, misal pemilik dan kontraktor pusat bisnis.

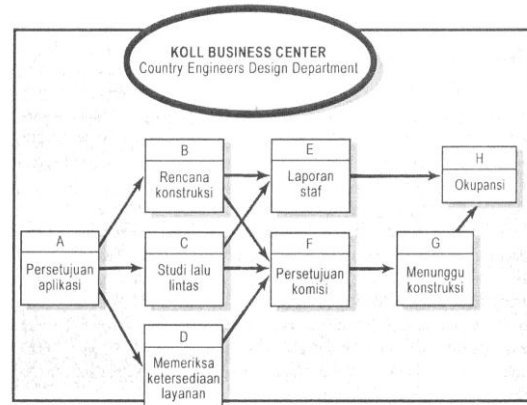
Gambar 6. menunjukkan langkah-langkah pertama membangun jaringan proyek AON dari informasi pada Tabel 2. Kita lihat bahwa tidak ada aktivitas apa pun yang mendahului aktivitas A (persetujuan aplikasi). Oleh karena itu, ia adalah *node* pertama untuk digambar. Berikutnya, perhatikan bahwa aktivitas B, C, dan D (rencana konstruksi, studi lalu lintas, dan memeriksa ketersediaan layanan) semuanya didahului oleh aktivitas A. Kita menggambar tiga anak panah dan menghubungkannya dengan aktivitas B, C, dan D. Segmen ini menunjukkan kepada manajer proyek bahwa aktivitas A harus diselesaikan sebelum aktivitas B, C, dan D dapat memulai. Setelah A diselesaikan, B, C, dan D dapat dilakukan secara bersamaan, jika diinginkan. Gambar 7. menunjukkan jaringan yang telah diselesaikan dengan semua aktivitas dan presedensi.



Gambar 6. *Koll Business Center – Bagan Jaringan*

Tabel 2. Informasi Jaringan

KOLL BUSINESS CENTER County Engineers Design Department		
Aktivitas	Deskripsi	Aktivitas yang Mendahului
A	Persetujuan aplikasi	Tidak ada
B	Rencana konstruksi	A
C	Studi lalu lintas	A
D	Memeriksa ketersediaan layanan	A
E	Laporan staf	B,C
F	Persetujuan komisi	B,C,D
G	Menunggu kontruksi	F
H	Okupansi	E,G



Gambar 7. *Koll Business Center – Jaringan lengkap*

Dalam posisi ini jaringan proyek menunjukkan sebuah peta grafts dari aktivitas-aktivitas proyek dengan ketergantungan dan urutan. Informasi ini amat berharga bagi mereka yang mengelola proyek. Akan tetapi, estimasi durasi untuk masing-masing aktivitas akan meningkatkan nilai jaringan.

Rencana dan jadwal proyek yang realistis memerlukan estimasi waktu yang dapat dipercaya. Penambahan waktu pada jaringan memungkinkan kita mengestimasi berapa lama proyek akan berlangsung. Kapan aktivitas dapat atau harus mulai, kapan sumber daya harus tersedia, aktivitas mana yang dapat ditunda, dan kapan proyek

diperkirakan selesai, semua ditentukan dari waktu yang ditentukan. Estimasi waktu aktivitas diperoleh dengan terlebih dahulu menilai kebutuhan sumber daya terkait dengan material, peralatan, dan orang. Pada pokoknya jaringan proyek dengan estimasi waktu aktivitas menghubungkan perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek. (Clifford F Gray dan Erik W Larson, 2007)

#### 4. Kesimpulan

Suatu proyek selalu dibatasi oleh waktu yang sangat terbatas, oleh sebab itu untuk mempermudah dalam pengerjaan suatu proyek, seorang manajer memerlukan jaringan proyek. Karena jaringan proyek adalah alat yang digunakan untuk merencanakan, menjadwalkan, dan memonitor kemajuan proyek. Karena jaringan proyek adalah alat yang digunakan untuk merencanakan, menjadwalkan, dan memonitor kemajuan proyek. Jaringan dibuat dari informasi yang dikumpulkan melalui *Work Breakdown Structure* (WBS) yang merupakan sebuah diagram alur berupa grafis dari rencana kerja proyek. WBS merupakan proses awal dari *project management* yang membagi dalam fase-fase proyek.

Ada dua pendekatan dalam hal menggambarkan diagram jaringan kerja. Pertama, kegiatan digambarkan dengan simpul (*node*), *Activity On Node* (AON). Sedangkan peristiwa atau event, diwakili oleh anak panah. Kedua aktivitas digambarkan dengan anak panah, *Activity On Arch* (AOA). Metode AON banyak digunakan pada kalangan praktisi, karena tersedianya komputer dan program grafis secara luas.

Beberapa istilah yang digunakan untuk membangun jaringan proyek, yaitu aktivitas, aktivitas gabungan, aktivitas paralel, jalur, jalur kritis, *event*, dan aktivitas menggelembung. Jaringan proyek menunjukkan sebuah peta grafis dari aktivitas-aktivitas proyek dengan

ketergantungan dan urutan. Melalui kapan aktivitas dapat atau harus mulai, kapan sumber daya harus tersedia, aktivitas mana yang dapat ditunda, dan kapan proyek diperkirakan selesai, semua ditentukan dari waktu yang sudah diestimasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Budi Santosa, 2009. *Manajemen Proyek Konsep & Implementasi*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Clifford F.Gray, Erik W.Larson, 2007. *Manajemen Proyek Proses Manajerial*. Yogyakarta : Andi
- Kerzner, Harold. 2003. *Project Management: A System Approach to Planning Scheduling and Controlling*. Van Nostrand Reinhold Company.
- Kusnendi, 2003. *Studi Kelayakan Proyek Bisnis*. Bandung: JPE Universitas Pendidikan Indonesia.
- Project manajemen Institute, 2000. *A guide to the project management Body of knowledge (PMBOK Guide)*. Pennsylvania.
- Soeharto Iman, 1992. *Manajemen Proyek Industri: Persiapan, Pelaksanaan, Pengelolaan*. Erlangga