

TUGAS AKHIR

ANALISA PENERAPAN MANAJEMEN WAKTU PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG PENDIDIKAN TERPADU POLITEKNIK NEGERI MANADO

**Diajukan Sebagai Persyaratan Menyelesaikan Studi Pada
Program Studi Diploma IV Konsentrasi Bangunan Gedung
Jurusan Teknik Sipil**

Oleh :

**Syahreza Haruna
NIM.11 012 014**

Dosen Pembimbing

**Ir. Dirk John Ombuh, MT
NIP. 195502081990111 001**

**Deyke Mandang, ST
NIP. 197106222002122 001**



**KEMENTERIAN RISTEK DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2015**

ABSTRAK

Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado memerlukan suatu manajemen waktu yang disamping mempertajam prioritas juga efisiensi dan efektifitas pengelolaan proyek, karena dengan manajemen waktu dan pelaksanaan yang baik, maka resiko suatu proyek konstruksi akan menjadi kecil, manajemen waktu yang direncanakan pada perusahaan kontraktor Citra Prasasti Konsorindo dengan menggunakan diagram network pada keseluruhan struktur dimulai dari pondasi.

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi, disamping kita mengetahui pihak – pihak yang berperan dalam pekerjaan konstruksi, diperlukan juga perencanaan Anggaran atau keuangan, Pengendalian waktu di lapangan bertujuan untuk menjaga agar waktu pelaksanaan sesuai dengan rencana waktu yang telah dipersiapkan sebelum proyek dimulai, dengan pengendalian menggunakan kurva S dan Network Diagram akan mempermudah dan mempercepat visual antara target dan kemajuan aktual proyek.

Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado merupakan salah satu proyek pemerintah yang dikhususkan untuk menunjukan kemajuan pendidikan dengan menambah sarana dan prasarana yang dibutuhkan, anggaran dana keseluruhan untuk proyek ini berasal dari pemerintah dalam hal Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, proyek gedung 7 lantai yang akan berdiri dilahan seluas 3600 m² dalam kawasan kompleks kampus Politeknik Negeri Manado.

Hasil akhir yang diperoleh dari analisa penerapan manajemen waktu pada proyek pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado setelah direncanakan menggunakan diagram network memerlukan waktu 302 atau 43 minggu/hari kerja untuk pembangunan struktur keseluruhan gedung, sesuai dengan yang direncanakan proyek Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado sebaiknya direncanakan dalam waktu 1 tahun.

KATA PENGANTAR

PujidansyukurpenulispanjatkankehadiratTuhan yang MahaEsa, yang telahmemberikanrahmatdanhidayah-Nya, sehinggapenulisdapatmenyelesaikan Tugas Akhir inidenganbaik.

Dalampenulisaninibanyakkendala-kendala yang penulishadapi, namunsemuadapatteratasiberkatkerjakeras, petunjukdan saran yang disampaikan, baikdalamhalpengumpulan data di lapanganmaupunpada saatpenulismengembangkan data sampaikepenyusunan Tugas Akhir, serta saran dantambahan yang penulisterimadariDosenPembimbing yang sifatnyamembangundanmenyempurnakan Tugas Akhir ini.

Sangatdisadaribahwasahnyadalampenyusunan Tugas Akhir initidaklepasdaribantuandariberbagaipihak, untukitumelaluikesempataninipenulismenyampaikanterimakasihkepada: Bapak, Ir. Jemmy Rangan, MT., selakuDirekturPoliteknikNegeri Manado, Bapak. Ir. Donny Taju, MT., selakuKetuaJurusanTeknikSipil, Ibu. Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng Sc, selaku Ketua Panitia Tugas Akhir, Bapak, Ir. Dirk Jonh Ombuh. MT, dan. Ibu Deyke Mandang. ST., MT, selaku Dosen Pembimbing, Dosen-dosen staf Pegawai Jurusan Teknik Sipil, PT. (CPK) Citra Prasasti Konsorindo selaku kontraktor pelaksana, PT. Arkitek Team Empat selaku management konstruksi dan pengawas proyek, Kedua orang tua, kakak, kakak ipar, adik kusertasemuakeluarga yang selalumendukungdanmendoakanku, Rekan-rekan mahasiswa yang membantudalampenyusunan Tugas Akhir ini, serta semuapihak yang berpartisipasi jugadalampenyusunan laporan ini.

Semogapenulisan Tugas Akhir ini akan berguna bagimereka yang berminat menggeluti bidang Konstruksi Bangunan Gedung. Namun, tidak menutup kemungkinan dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan, sehinggaitudenganhati yang terbuka penulismengharap kankritik, usul serta saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Terima Kasih..

Manado, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HalamanJudul	Hal
LembarPengesahan	
SuratKeputusanDosenPembimbing	
LembarAsistensi	
BuktiSelesaiKonsultasi	
Abstrak.....	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi.....	iii
DaftarGambar.....	v
DaftarTabel.....	vi
Daftar Lampiran.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LatarBelakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penulisan.....	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Metodologi Penulisan.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Proyek Kontruksi Sipil.....	4
2.1.1 Makna dan Tujuan.....	4
2.1.2 Sumber Daya Manusia.....	5
2.2 Pengertian Manajemen.....	7
2.2.1 Fungsi Manajemen.....	8
2.2.2 Produktifitas Tenaga Kerja.....	8
2.2.3 Anggaran Biaya Proyek.....	8
2.2.4 Pelaksanaan Proyek.....	10
2.2.5 Pengendalian Pelaksanaan Proyek.....	11
2.2.6 Pengendalian Biaya.....	11
2.3 Pengendalian Biaya Bahan.....	12
2.4 Pengendalian Biaya Upah.....	13

2.5 Pengendalian Biaya Subkontraktor.....	13
2.6 Pengendalian Biaya Alat.....	14
2.7 Pengendalian Waktu.....	14
2.8 Laporan Kemajuan Pekerjaan.....	15
2.9 Kurva Pengendalian(kurva-s).....	15
2.10 Unsur Waktu(Diagram Network).....	16
2.11 Syarat-syarat Pembuatan Network Diagram.....	17

BAB III PEMBAHASAN

3.1 Pendahuluan.....	20
3.1.1 Lokasi Proyek.....	20
3.2 Manajemen Waktu Proyek.....	22
3.3 Kebutuhan Waktu(NETWORK DIAGRAM)struktur Keseluruhan...	22
3.4 Penggambaran Diagram Network.....	39
3.5 Menghitung dan Menganalisis EET(Earliest Event Time).....	41
3.6 Menghitung dan Menganalisis LET(Lates Event Time).....	41
3.7 Penentuan Jalur Kritis.....	42

BAB IV PENUTUP

4.1 Kesimpulan.....	43
4.2 Saran.....	43

DAFTAR PUSTAKA.....	44
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	45
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klarifikasi Perkiraan Biaya Proyek.....	9
Gambar 2.2 Simbol Antar Kejadian berbentuk bulat.....	17
Gambar 2.3 Simbol Antar Kejadian berbentuk kotak.....	17
Gambar 2.4 Simbol Antar Kejadian Durasi Pekerjaan.....	18
Gambar 2.5 Contoh Activity On Arrow Pada Perusahaan A.....	18
Gambar 2.6 Aktivitas On Arrow Pada Perusahaan B.....	19

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Data Kegiatan.....	18
Tabel 3.1	Koefisien Indeks Satuan pekerjaan Beton Mutu $f'c = 26,4$ Mpa (K300) Untuk Pekerjaan Pondasi.....	22
Tabel 3.2	Koefisien Indeks Satuan pekerjaan Beton Mutu $f'c = 26,4$ Mpa (K300) Untuk Pile Cap.....	23
Tabel 3.3	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Besi Polos/besi ulir untuk pile cap.....	23
Tabel 3.4	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Bekisting	23
Tabel 3.5	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Pondasi Batu Kali.....	24
Tabel 3.6	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan pendestelan Kolom.....	24
Tabel 3.7	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Besi polos/Besi ulir untuk Pedestelan Kolom.....	25
Tabel 3.8	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Bekisting untuk pekerjaan pedestelan kolom.....	25
Tabel 3.10	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Beton Mutu $f'c=26,4$ Mpa(K300) Untuk Tie Beam.....	26
Tabel 3.11	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Besi Polos/Besi ulir untuk Tie Beam.....	26
Tabel 3.12	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Bekisting Untuk Pekerjaan Tie Beam.....	27
Tabel 3.13	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Beton Mutu $f'c = 24,4$ Mpa(K300) untuk Lift.....	27

Tabel 3.14	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Besi Polos/Besi Ulir untuk Pit Lift.....	28
Tabel 3.15	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Bekisting Untuk Pekerjaan Pit Lift.....	28
Tabel 3.16	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Beton Mutu $f'c=26,4$ Mpa(K300)untuk Kolom.....	29
Tabel 3.17	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Besi Polos/Besi ulir untuk kolom.....	29
Tabel 3.18	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Bekisting untuk pekerjaan Kolom.....	29
Tabel 3.19	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Beton Mutu $f'c = 26,4$ Mpa (K300) untuk balok.....	30
Tabel 3.20	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Besi polos/Besi untuk balok.....	30
Tabel 3.21	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Bekisting untuk pekerjaan Balok.....	31
Tabel 3.22	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Beton Mutu $f'c=26,4$ Mpa (K300) Untuk plat Lantai.....	31
Tabel 3.23	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Bekisting untuk pekerjaan Plat Lantai.....	32
Tabel 3.24	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Bekisting untuk pekerjaan Plat Lantai.....	32
Tabel 3.25	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Beton Mutu $f'c=26,4$ Mpa (K300) untuk Tangga.....	33
Tabel 3.26	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Besi polos/Besi ulir untuk Tangga.....	33

Tabel 3.27	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Bekisting Untuk Pekerjaan Tangga.....	34
Tabel 3.28	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Beton Mutu $f'_c=26,4$ Mpa (K300) Untuk Shaft Lift.....	34
Tabel 3.29	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Besi polos/Besi ulir untuk Shaft Lift.....	35
Tabel 3.30	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Bekisting untuk pekerjaan Shaft Lift.....	35
Tabel 3.31	Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Baja untuk Rangka Baja.....	36
Tabel 3.32	Pembuatan tabel kegiatan keseluruhan.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel 2.1	Data Kegiatan.....	19
Tabel 3.1	Daftar Harga Satuan Upah Bahan Alat.....	22
Tabel 3.2	Item Pekerjaan dan Volume.....	25
Tabel 3.3	Rencana Anggaran Biaya.....	47
Tabel 3.4	Uraian Pekerjaan Struktur.....	76

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Seiring dengan berkembang dunia industri, begitu juga dengan perkembangan sarana pendidikan, terutama pembangunan gedung yang semakin pesat, maka tingkat kesulitan untuk mengelola dan menjalankan sebuah proyek pembangunan gedung semakin tinggi. Semakin tinggi kesulitannya, berarti semakin panjang durasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek tersebut.

Oleh karena itu disini sangat diperlukan suatu manajemen waktu (time manajemen) yang disamping mempertajam prioritas, juga mengusahakan peningkatan efisiensi dan efektifitas pengelolaan proyek agar dicapai hasil maksimal dari sumber daya yang tersedia. Semua itu untuk mencapai tujuan dari sebuah proyek pembangunan gedung yang memenuhi kriteria waktu (jadwal), selain juga biaya (anggaran) dan mutu (kualitas).

Selain manajemen waktu, tentu juga harus diikuti dengan pelaksanaan proyek yang baik dan sesuai dengan perencanaannya. Dengan manajemen waktu dan pelaksanaan yang baik, maka resiko sebuah proyek konstruksi bangunan gedung tersebut akan mengalami keterlambatan menjadi kecil. Secara langsung hal tersebut akan mengurangi pembekakan anggaran proyek, serta pada akhirnya akan memberikan keuntungan tersendiri bagi para kontraktor sebagai penanggung jawab pelaksanaan proyek.

Saat ini banyak dijumpai proyek proyek bangunan gedung yang mempunyai performa yang kurang baik untuk penyelesaian tepat waktu, maka diperlukan suatu analisa tentang pelaksanaan manajemen waktu proyek bangunan gedung pada perusahaan kontraktor, sehingga dapat diketahui kelemahan yang dilakukan selama ini, yang nantinya dapat menjadi masukan bagi kontraktor, untuk dapat lebih baik lagi dalam pelaksanaan manajemen waktu suatu proyek bangunan gedung.

1.2 Maksud dan Tujuan Penulisan

Maksud dan tujuan dari penulisan tugas akhir ini yaitu untuk mengetahui bagaimana pelaksanaan manajemen waktu proyek pada konstruksi bangunan gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado pada perusahaan Citra Prasasti Konsorindo sebagai kontraktor pada proyek tersebut.

1.3 Pembatasan Masalah

Dari penelitian manajemen waktu yang direncanakan penulis membatasi pada perusahaan kontraktor Citra Prasasti Konsorindo dengan menggunakan diagram network pada keseluruhan struktur dimulai dari pondasi.

1.4 Metode Penelitian

Ada dua macam jenis penelitian yang dilakukan yaitu:

1 Studi kepustakaan

Dalam studi ini dikumpulkan referensi tentang hal-hal yang berhubungan dengan bagaimana proses dan pelaksanaan dari manajemen waktu proyek konstruksi yang baik dari berbagai sumber, antara lain : literatur, baik buku ataupun jurnal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dasar teori yang menunjang penelitian.

2 Studi lapangan

- Mengumpulkan data lapangan, mengambil data-data diproyek yang diperlukan dalam penulisan Tugas akhir
- Mengamati jalannya proyek, dilakukan ketika proses PKL dilaksanakan dengan mengikuti setiap pekerjaan yang dilakukan di proyek.
- Wawancara, dilakukan bersamaan saat mengamati jalannya proyek kepada kontraktor, dan pekerja yang berada di lokasi proyek.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam penulisan, maka penulisan Tugas Akhir ini menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut :

- **BAB I PENDAHULUAN**

Dalam bab ini penulis menguraikan Latar Belakang , Perumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Metode Penelitian, sehingga permasalahan tersebut memiliki titik fokus dan tidak mengambang dari judul yang telah dibuat.

- **BAB II DASAR TEORI**

Dalam bab ini penulis menguraikan tentang Landasan Teori yang terkait dengan permasalahan yang berhubungan dengan pelaksanaan manajemen waktu pada proyek.

- **BAB III PEMBAHASAN**

Dalam bab ini memuat data-data lapangan, hasil perencanaan dan gambar proyek.

- **BAB IV PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran. Kesimpulan merupakan hasil dari pembahasan dan.

Saran berisi hal-hal yang sebaiknya dilakukan untuk lebih memperdalam proses pelaksanaan manajemen waktu pada proyek.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Proyek Konstruksi Sipil

2.1.1. Makna dan Tujuan proyek Konstruksi

Menurut buku Referensi untuk Kontraktor Bangunan Gedung dan Sipil proyek mempunyai arti sekumpulan aktivitas yang saling berhubungan dimana ada titik awal dan titik akhir serta hasil tertentu. Atau arti lain berdasar buku ajar Manajemen Konstruksi Teknik Sipil UNDIP menyebutkan bahwa proyek adalah suatu rangkaian kegiatan yang bersifat khusus untuk mencapai suatu tujuan tertentu yang dibatasi oleh waktu dan sumber daya yang terbatas. Sifat khusus ini memiliki makna bahwa apabila hasil yang diinginkan telah tercapai maka rangkaian kegiatan juga dihentikan sehingga dalam jangka pendek kegiatan itu tidak akan dilakukan lagi. Sebagai contoh pada proyek pembangunan gedung, maka proyek ini akan berakhir dengan tersedianya gedung tersebut untuk kepentingan umum yang telah siap dipergunakan. Bisa dikatakan bahwa setiap proyek memiliki tujuan khusus, dimana didalamnya memiliki batasan yang mendasar yaitu besar biaya (anggaran) yang dialokasikan, jadwal dan mutu yang harus dipenuhi.

Hubungan atau keterkaitan antara bagian yang satu terhadap bagian yang lain, seperti :

- a. Anggaran proyek harus disesuaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran
- b. Jadwal proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan. Bila hasil akhir adalah produk baru, maka penyerahannya tidak boleh melewati batas waktu yang telah ditentukan.
- c. Mutu proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan.

2.1.2. Sumber Daya Manusia

Sumber Daya Manusia dalam Proyek yang dimaksud menurut Soeharto, 1995 ialah seluruh tenaga kerja yang dipergunakan sebagai masukan atau input pada suatu rangkaian kegiatan proyek untuk memperoleh hasil proyek telah ditetapkan. Pada proyek konstruksi terdapat banyak pihak yang terlibat didalamnya, seperti pemilik proyek, kontraktor, konsultan, sub kontraktor dan sebagainya yang masing – masing pihak memberikan peran yang cukup penting sesuai perannya masing – masing dan saling mendukung antar bagian tersebut. Hal ini dimungkinkan terjadi dikarenakan hasil akhir pekerjaan suatu konstruksi bergantung pada kinerja tenaga kerja pada tiap pekerjaan yang dikerjakannya dilapangan, walupun tanpa mengesampingkan adanya faktor lain yang berpengaruh terhadap penyelesaian pekerjaan proyek konstruksi seperti peralatan yang digunakan, bahan pekerjaan konstruksi maupun yang lainnya. Beberapa contoh tenaga kerja yang terlibat secara langsung dilapangan dalam pekerjaan proyek konstruksi dan memiliki peranan yang cukup dominan seperti :

1. Project Manager

Merupakan orang yang bertanggung jawab penuh atas pelaksanaan proyek, ia mengawasi semua tenaga kerja yang terlibat dalam proyek, baik yang berada di lapangan serta yang bertugas di kantor.

2.Site Manager

Merupakan staff ahli untuk mewakili pekerjaan kontraktor di lapangan dan memiliki wewenang penuh untuk mengambil tindakan – tindakan yang berkaitan dengan pelaksanaan semua pembangunan serta bertanggung jawab atas segala hal yang terjadi pada pekerjaan proyek konstruksi.

3.Site Engineer

Site Engineer merupakan pembantu tugas manager proyek yang memiliki tugas dalam perencanaan teknis dan material yang meliputi menyediakan seluruh shop drawing, membuat perhitungan konstruksi yang diperlukan, menentukan spesifikasi data teknis bahan dan volume pekerjaan. Selain itu, juga membuat

metode pelaksanaan yang diperlukan oleh proyek dan waktu kerja yang diperlukan

4.Administrasi atau Keuangan

Bagian ini merupakan bagian yang membantu project manager dalam menangani masalah administrasi atau keuangan. Tugasnya adalah mengatur administrasi proyek, mengurus keuangan proyek, mengurus upah tenaga kerja dan mengatur surat – surat yang diperlukan.

5.Logistik atau Gudang

Merupakan orang yang mengurus pengadaan barang, peralatan dan material untuk pelaksanaan proyek.

6.Kepala Pelaksana

Merupakan tenaga kerja yang mengkoordinir berbagai pekerjaan di lapangan dan bertanggung jawab kepada site manager atas kemajuan pelaksanaan pekerjaan. Tugas kepala pelaksana diantaranya mengkoordinir pelaksana dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan sehari – hari serta menetapkan jenis dan bagian – bagian pekerjaan untuk setiap mandor.

7.Pelaksana

Pelaksana merupakan orang yang membantu kepala pelaksana dalam mengerjakan pekerjaan fisik secara keseluruhan. Tugas pelaksana adalah menghitung volume pekerjaan, mengawasi pelaksanaan pekerjaan di lapangan dan bertanggung jawab kepada kepala pelaksana. Bagian inilah yang secara intens berinteraksi dengan tenaga kerja di lapangan dan secara langsung pula memberi instruksi atau komando pada tenaga kerja.

8. Mandor

Mandor ialah orang yang dapat mengatur pekerjaan tertentu sehingga ia dapat mendatangkan sejumlah tenaga kerja sesuai dengan kualifikasi yang diperlukan, seperti kelompok tukang kayu, besi dan sebagainya.

9. Kepala

Tukang Kepala Tukang merupakan tenaga terampil yang mempunyai dasar pengetahuan teknik sampai tingkat tertentu seperti membaca atau memahami gambar konstruksi, menghitung kebutuhan bahan, dan sebagainya.

10. Tukang

Tukang merupakan orang yang mempunyai keahlian dan keterampilan tertentu dalam pekerjaan yang disebabkan karena pengalaman dan kebiasaan, namun masih terbatas pada pekerjaan sederhana diantaranya adalah membuat bekisting, merakit tulangan, memplester dan lain – lain.

11. Pekerja atau Laden

Pekerja adalah orang yang tidak mempunyai keahlian sama sekali, hanya mengandalkan kemampuan fisik. Jenis pekerjaan yang dilaksanakan diantaranya adalah penggalian tanah, melayani dan mengangkut material.

2.2 Pengertian Manajemen

Manajemen berasal dari kata “*manage*” yang artinya mengatur, mengurus atau mengelola.

Manajemen dapat diartikan sebagai:

- Manajemen sebagai suatu proses
- Manajemen sebagai kolektivitas orang-orang yang melakukan aktivitas manajemen
- Manajemen sebagai suatu seni (art) dan sebagai suatu ilmu pengetahuan (science)

Menurut George Robert Terry:

Manajemen adalah pencapaian tujuan yang telah ditetapkan terlebih dahulu dengan menggunakan kegiatan orang lain yang terdiri dari tindakan-tindakan perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), penggerakan (*actuating*), dan pengendalian (*controlling*).

Tujuan manajemen:

- Untuk mencapai keteraturan, kelancaran, dan kesinambungan usaha untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan sebelumnya.
- Untuk mencapai efisiensi, yaitu suatu perbandingan terbaik antara input dan output.

2.2.1 Fungsi Manajemen

Manajemen adalah pencapaian tujuan yang telah ditetapkan terlebih dahulu dengan menggunakan kegiatan orang lain yang terdiri dari tindakan-tindakan perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), penggerakan (*actuating*), dan pengendalian (*controlling*).

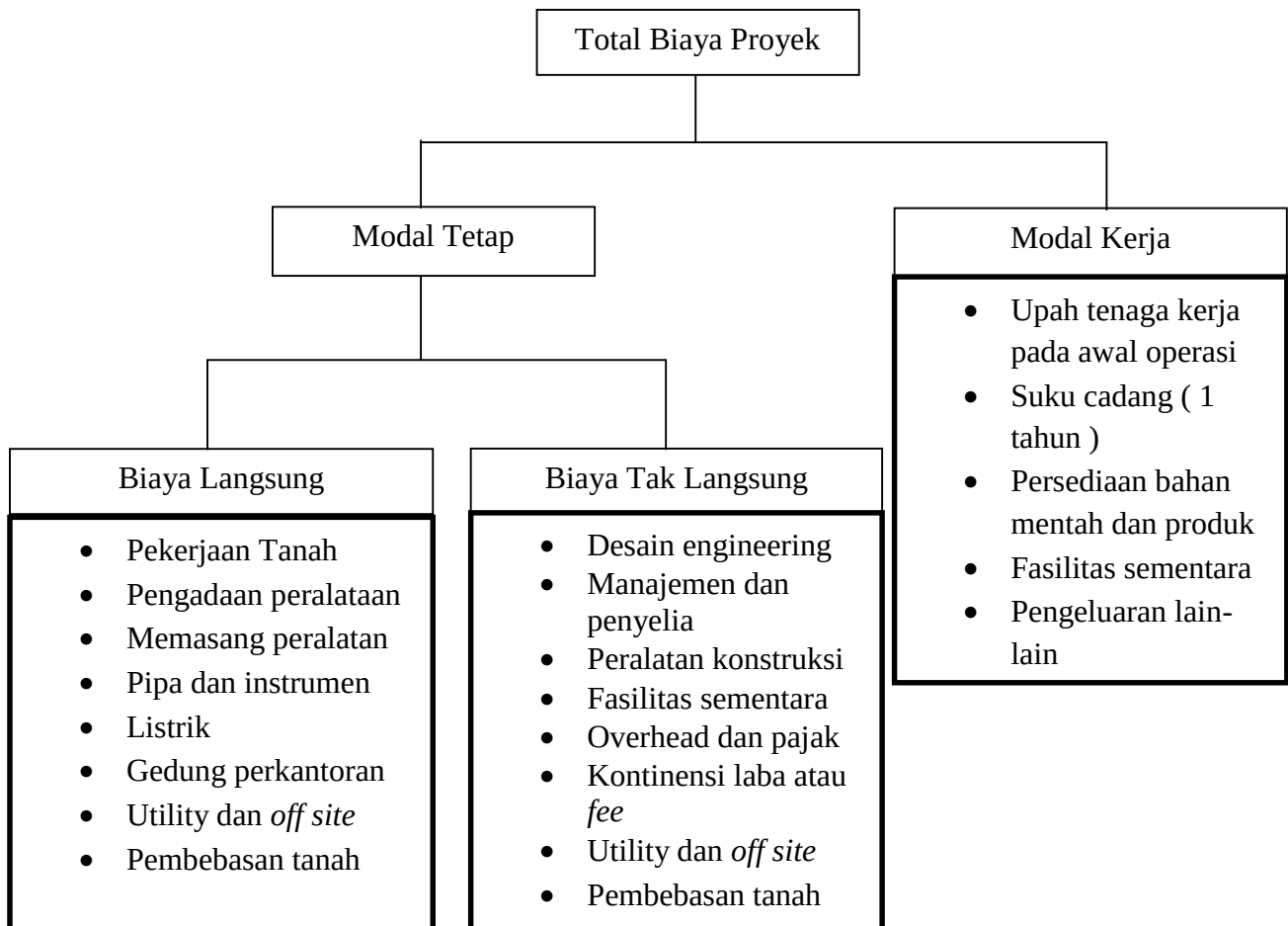
2.2.2 Produktifitas Tenaga Kerja

Mengingat bahwa pada umumnya proyek berlangsung dalam kondisi yang berbeda – beda, maka dalam merencanakan tenaga kerja hendaknya dilengkapi dengan analisis produktifitas dan indikasi variabel yang mempengaruhinya. Variabel ini misalnya disebabkan oleh lokasi geografi, iklim, keterampilan, pengalaman ataupun oleh aturan – aturan yang berlaku. Variabel tersebut kebanyakan bersifat intangibles yang sulit untuk dinyatakan dalam nilai numerik, apalagi dihitung secara matematis. Meskipun demikian, perlu adanya pegangan atau tolak ukur untuk memperhitungkan produktifitas tenaga kerja bagi proyek yang hendak ditangani yaitu untuk mengukur hasil guna atau efisiensi kerja misalnya dengan membandingkannya terhadap suatu patokan yang dipakai

2.2.3 Anggaran Biaya Proyek

Pada pelaksanaan proyek konstruksi, disamping kita mengetahui pihak – pihak yang berperan dalam pekerjaan konstruksi, diperlukan juga perencanaan Anggaran atau keuangan. Masalah keuangan ini mencakup biaya dan pendapatan proyek serta penerimaan dan pengeluaran kas, secara umum biaya proyek dapat dikelompokkan menjadi Biaya tetap (modal tetap) dan Biaya tidak tetap (modal kerja). Modal tetap merupakan bagian dari biaya proyek yang digunakan untuk menghasilkan produk yang diinginkan, mulai dari studi kelayakan sampai konstruksi atau instalasi tersebut berjalan penuh. Sedangkan modal kerja merupakan biaya yang digunakan

untuk menutupi kebutuhan pada tahap awal operasi. Secara lebih jelas, total biaya yang dikeluarkan pada suatu proyek dapat dilihat pada bagan dibawah ini



Gambar.2.1. Klasifikasi Perkiraan Biaya Proyek

Anggaran menunjukkan perencanaan penggunaan dana untuk melaksanakan pekerjaan dalam kurun waktu tertentu. Dalam penyelenggaraan proyek, suatu anggaran yang disusun rapi yaitu anggaran yang dikaitkan dengan rencana jadwal pelaksanaan pekerjaan, akan merupakan patokan dasar atau pembanding dalam kegiatan pengendalian. Anggaran dapat menjadi tidak sesuai dengan kenyataan. Bila perbedaan sudah terlalu besar maka penggunaan anggaran sebagai alat perencanaan dan pengendalian menjadi tidak ampuh lagi. Oleh karenanya anggaran perlu disesuaikan, bila hal ini memang diperlukan dari segi pengendalian dan perencanaan. Jadi penyesuaian disini adalah untuk membuat anggaran tetap terhadap situasi akhir. Dengan demikian sifat-sifat ketat dan realistik dari suatu anggaran tetap terjaga

2.2.4 Pelaksanaan Proyek

Tahap pelaksanaan di lapangan dimulai sejak ditetapkannya pemenang lelang dan diawali dengan menerbitkan Surat Perintah Kerja serta penyerahan lapangan dengan segala keadaannya kepada kontraktor. Kontraktor mengawali kegiatannya dengan mengeluarkan surat pemberitahuan saat mulai bekerja yang sekaligus memuat informasi mengenai organisasi dan petugas lapangannya. Kemudian dimulailah pekerjaan-pekerjaan persiapan, pengujian material, survei pengukuran dan persiapan pula tata cara dan prosedur penanganan masalah-masalah administratif. Selanjutnya perlu mengembangkan jadwal rencana kerja menjadi jadwal yang lebih terinci. Pengembangan jadwal rencana kerja harus mampu mengantisipasi kemungkinan munculnya permasalahan dan hambatan, termasuk memperhitungkan jalan keluarnya. Jadwal rencana detail berlaku sebagai kerangka induk untuk dijabarkan lebih rinci lagi dalam bentuk jadwal pengadaan material, alat-alat dan tenaga kerja, jadwal penagihan, pembayaran prestasi dan penyusunan arus kas. Kemudian perlu ditetapkan pedoman praktis mekanisme dalam rangka mewujudkan sistem pengelolaan , koordinasi, pengendalian dan pemeriksaan pekerjaan kontraktor sampai sedetail mungkin. Selama proses konstruksi berjalan dilakukan pengendalian dengan selalu mengikuti laporan dan evaluasi pekerjaan, termasuk jadwal rencana kerja yang dipersiapkan secara teratur dalam waktu periodik harian, mingguan dan bulanan. Biasanya setiap laporan dilengkapi foto-foto keadaan dan perkembangan lapangan yang disertai pula catatan- catatan penting seperlunya. Penerapan pelaksanaan pekerjaan yang didasarkan pada rencana kerja dari waktu ke waktu harus selalu dimonitoring, termasuk mengevaluasi segala kendala dan hambatan yang dihadapi agar segera dapat diberikan cara penyelesaiannya. Untuk itu perlu diadakan rapat-rapat koordinasi secara periodik. Setiap proses pelaksanaan konstruksi memerlukan program pengendalian mutu hasil pekerjaan berdasarkan pada sistem pengendalian yang menyeluruh. Pelaksanaan tugas kegiatan pengendalian mutu pada hakikatnya adalah pemantauan langkah demi langkah terhadap proses pelaksanaan pekerjaan. Jadi bukan hanya memberikan penilaian terhadap hasil akhir suatu proyek. Proses pemantauan ini mencakup penilaian terhadap metode kerja, ketrampilan kerja, pengadaan material, pengadaan peralatan, pengadaan tenaga kerja, termasuk keselamatan dan keamanan kerja.

2.2.5 Pengendalian Pelaksanaan Proyek

Pengendalian pelaksanaan proyek konstruksi pada dasarnya adalah pemeriksaan, yaitu memeriksa apakah hasil kerja atau pelaksanaan telah direalisasikan sesuai dengan perencanaan. Apabila hasil pemeriksaan yang dilaksanakan tidak sesuai dengan yang sudah direncanakan, maka harus segera dibuat langkah – langkah tindak lanjut (counter- measure) agar pelaksanaan dapat sesuai dengan yang sudah direncanakan. Pemeriksaan dilakukan secara terus-menerus secara rutin sesuai check point dan control point. Control point bisa dikatakan sebagai hold point yaitu titik dimana pelaksanaan pekerjaan lanjutan tidak boleh dimulai sebelum pekerjaan sebelumnya selesai dikerjakan. Dalam hal ini, Soeharto, 1995, memberikan definisi bahwa pengendalian adalah usaha yang sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran perencanaan, merancang sistem informasi, membandingkan standar dengan pelaksanaan, kemudian mengadakan tindakan pembetulan yang diperlukan agar sumber daya digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran. Untuk proyek konstruksi, ada tiga unsur yang selalu dikendalikan dan diukur yaitu kemajuan dibandingkan dengan kesepakatan kontrak, pembiayaan terhadap rencana anggaran dan mutu hasil pekerjaan terhadap spesifikasi teknik.

2.2.6 Pengendalian Biaya

Pengendalian biaya merupakan langkah akhir dari proses pengelolaan biaya proyek, yaitu mengusahakan agar penggunaan dan pengeluaran biaya sesuai dengan perencanaan, berupa anggaran yang telah ditetapkan. Dengan demikian, aspek dan objek pengendalian biaya akan identik dengan perencanaan biaya, sehingga berbagai jenis kegiatan di kantor pusat dan lapangan harus selalu dipantau dan dikendalikan agar hasil implementasinya sesuai dengan anggaran yang telah ditentukan.

Agar suatu pengendalian biaya dapat terlaksana dengan baik, di samping pelakunya harus menguasai masalah teknis serta tersedianya prosedur dan perangkat penunjang, dalam perusahaan yang bersangkutan diperlukan suatu suasana atau kondisi yang mendukung, antara lain :

1. Sikap sadar anggaran; ini berarti semua pihak penyelenggara proyek menyadari dampak kegiatan yang dilakukan terhadap biaya.
2. Selalu mencari alternatif yang dapat menghasilkan penghematan biaya.

Salah satu cara yang mendorong terciptanya suasana tersebut adalah mengkomunikasikan kepada pihak pimpinan dan mereka yang berkepentingan perihal penggunaan dana dan menekankan adanya area-area yang berpotensi dapat diperbaiki kinerjanya.

Proses pengendalian biaya proyek dimulai pada saat membuat RAPK (Rencana Anggaran Proyek Pengendali) dan *contract review* (Kaji Ulang Kontrak) hingga proses fisik proyek mencapai akhir pelaksanaan. Sebagai salah satu alat pengendalian adalah berupa laporan keuangan proyek atau Evaluasi Biaya Pelaksanaan Proyek (EBPP). EBPP ini memuat informasi atau laporan tentang anggaran biaya yang direncanakan, realisasi penggunaan anggaran biaya dilapangan sampai kemajuan pekerjaan tertentu dan proyeksi biaya sampai penyelesaian proyek atau disebut Projected Final Cost (PFC).

2.3 Pengendalian Biaya Bahan

Pengendalian biaya bahan untuk proyek dilakukan untuk menentukan kebutuhan riil bahan atau material proyek guna mendukung pelaksanaan proyek dilapangan. Adapun kegiatan – kegiatan yang dilakukan dalam pengendalian biaya bahan adalah :

- a. Menghitung volume keseluruhan bahan pokok atau utama berdasarkan gambar.
- b. Mencocokkan dengan volume dalam RAP.
- c. Membuat SPP (Surat Permintaan Pembelian) bahan sebesar max.80 % dari total volume rencana, kecuali untuk material import, agar dihitung secara tepat dan dipesan 100 %.
- d. Untuk material yang memerlukan persetujuan pemilik proyek :
 1. Mendapatkan contoh material yang harga satuannya lebih murah dari RAP, tetapi masih bisa diterima spesifikasinya.
 2. Mengajukan contoh, material tersebut untuk disetujui Pemilik proyek.
 3. Membuat persetujuan tertulis.
- e. Melakukan penawaran harga dengan supplier dan menyiapkan surat.
- f. Membuat PO (Purchase Order) atau surat pesanan bahan dengan volume maksimum. sebesar SPP dan harga satuan sesuai negosiasi.
- g. Melampirkan dalam PO jadwal pengiriman bahan.
- h. Membuat PO dalam kondisi Lumpsum fixed price dan pasal – pasal sesuai kontrak kontraktor dengan pemilik proyek.

- i. Mengadakan pengendalian secara periodik terhadap realisasi penerimaan bahan dan dengan memperhitungkan sisa pekerjaan.

2.4 Pengendalian Biaya Upah

Dalam setiap kegiatan proyek, pengendalian biaya upah menjadi kegiatan penting dan sangat menentukan keberhasilan suatu proyek. Adapun tahapan yang perlu diperhatikan dalam pengendalian biaya upah yang bisa dilakukan adalah :

- a. Menghitung volume pekerjaan sesuai lingkup pekerjaan dalam kontrak.
- b. Mencocokkan volume yang tertera dalam RAP (Rencana Anggaran Pelaksanaan).
- c. Melakukan negosiasi upah dengan pedoman standar upah dari proyek lain yang sejenis sampai mencapai harga yang paling efisien.
- d. Membuat SPK, yang semaksimal mungkin mencakup volume 80 – 90 % dari total volume pekerjaan.
- e. Merinci nilai atau biaya dalam SPK dengan jelas, mencakup semua jenis pekerjaan yang mendukung dan masing – masing harganya, misalnya pembersihan atau perapian, alat Bantu dan lembur.

2.5 Pengendalian Biaya Subkontraktor

Untuk melaksanakan pengendalian biaya Subkontraktor dapat dilakukan dengan mekanisme seperti :

- a. Memilih Subkontraktor hendaknya ditekankan pada kemampuan teknis dan kesiapannya pada waktu diperlukan.
- b. Paket kerja yang lengkap dan terinci perihal deskripsi lingkup kerja, jadwal dan spesifikasi.
- c. Membuat kontrak yang bersifat lumpsum fixed price, yang artinya biaya untuk pekerjaan yang disubkan telah tetap.
- d. Menjaga agar pekerjaan subkontraktor tidak boleh terlambat dari jadwal yang telah disepakati.
- e. Sebelum memulai eksekusi kontrak, diadakan pembahasan bersama mengenai sistem pengendalian yang akan diterapkan.

Karena umumnya kontrak berbentuk lump sum, maka kontraktor (pemilik) dalam aspek pengendalian biaya memperhatikan masalah change order yang diajukan oleh subkontraktor. Untuk lingkup pekerjaan subkontraktor yang relatif besar, seperti mendirikan tangki, membangun pelabuhan atau pengerukan, kontraktor

secara internal harus memiliki prosedur dan mekanisme pengendalian. Secara keseluruhan aktivitas pengendalian biaya dan jadwal subkontraktor meliputi :

- a. Pemantauan kemajuan fisik
- b. Penelitian jumlah tenaga kerja. Ini dilakukan dengan meneliti laporan mingguan serta bulanan yang ada.
- c. Pemantauan agar pembayaran disesuaikan dengan kemajuan.
- d. Pegkajian dampak apabila terjadi keterlambatan jadwal terhadap proyek secara keseluruhan.
- e. Forecast biaya dan jadwal pekerjaan tersisa.

2.6 Pengendalian Biaya Alat

Peralatan yang akan dipergunakan dalam pelaksanaan proyek konstruksi dapat berupa peralatan yang dimiliki sendiri maupun yang berupa sewa. Untuk melaksanakan pengendalian terhadap peralatan yang akan dipergunakan ini dapat dilakukan dengan :

- a. Mengusahakan agar alat (terutama alat berat) dapat bekerja dengan optimal sehingga OR (Occupancy Ratio) dapat tercapai semaksimal mungkin atau dengan perkataan lain produktifitas alatnya yang tinggi.
- b. Kebutuhan alat ringan dapat dipenuhi secara Outsourcing (sewa dari luar) untuk menghindari biaya perawatan dan penyimpanan yang tinggi.

2.7 Pengendalian Waktu

Pengendalian waktu di lapangan bertujuan untuk menjaga agar waktu pelaksanaan sesuai dengan rencana waktu yang telah dipersiapkan sebelum proyek dimulai. Hal ini dimaksudkan agar rencana waktu yang telah ada dapat digunakan sebagai tolok ukur terhadap pelaksanaan untuk mengetahui kemajuan pekerjaan. Pengendalian waktu pelaksanaan proyek dapat dilakukan dengan menggunakan alat bantu jadwal pelaksanaan seperti Bar Chart Schedule, kurva S sebagai indikator terlambat tidaknya proyek dan formulir – formulir pengendalian jadwal yang lebih rinci, masing – masing untuk bahan, alat maupun subkontraktor.

2.8 Laporan Kemajuan Pekerjaan

Seiring dengan adanya kemajuan (progress) pada masing-masing pekerjaan, untuk mengetahui kemungkinan adanya penyimpangan terhadap rencana perlu dilakukan pengukuran pada pekerjaan yang telah dilaksanakan. Hasil pengukuran pekerjaan dituangkan dalam suatu laporan. Laporan kemajuan proyek menjelaskan kemajuan proyek sampai dengan saat pelaporan, termasuk didalamnya :

1. Tabulasi persentase penyelesaian pekerjaan utama.
2. Kemajuan pekerjaan dibandingkan dengan jadwal induk.
3. Kesulitan yang dihadapi dan rencana pemecahannya.
4. Membahas masalah penting yang mungkin berdampak besar terhadap pencapaian sasaran proyek.

Sistem informasi (laporan) sebaiknya memberikan keterangan yang singkat, jelas dan dapat dimengerti. Tabulasi kemajuan pekerjaan menjelaskan hasil-hasil kegiatan perencanaan, pengadaan dan pelaksanaan yang telah dicapai sampai saat pelaporan, kumulatif dan pada bulan yang bersangkutan.

2.9 Kurva S(lengkung S)

Kurva Pengendalian Kurva-S dapat dibuat dengan cepat dan mudah dalam penggunaannya untuk berbagai tujuan, termasuk perbandingan visual antara target dan kemajuan aktual. Kurva S dipakai juga untuk pengujian ekonomi dan mengatur pembebanan sumber daya serta alokasinya, menguji perpaduan kegiatan terhadap rencana kerja, perbandingan kinerja aktual target rencana atau anggaran biaya untuk keperluan evaluasi dan analisis penyimpangan. Kurva kemajuan secara grafis dapat memberikan bermacam ukuran kemajuan pada sumbu tegak dikaitkan dengan satuan waktu pada sumbu mendatar. Kriteria kemajuan dapat berupa persentase bobot prestasi pelaksanaan atau produksi, nilai uang yang dibelanjakan, jumlah kuantitas atau volume pekerjaan, penggunaan berbagai sumber daya dan masih banyak lagi ukuran lainnya. Kurva-S rangkap ini membentuk semacam pembungkus. Jika pelaksanaan yang sebenarnya berada dalam daerah pembungkus, maka sasaran proyek besar kemungkinannya akan tercapai. Jika pelaksanaan sebenarnya berada dalam lingkungan pembungkus itu maka sasaran proyek besar kemungkinan akan dapat tercapai. Bila pelaksanaan sebenarnya berada di bawah rencana memulai

lambat maka proyek umumnya tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya jika tidak diadakan revisi. Untuk mencegah sampai adanya kurva pelaksanaan berada di bawah rencana mulai paling lambat maka pada setiap unit waktu tertentu disajikan kecenderungan arah kemiringan kurva (trend). Pada kurun waktu tertentu, bila trend kurva naik berarti kinerja pelaksanaan proyek baik. Kondisi yang demikian mengakibatkan hasil yang dicapai lebih besar dari yang direncanakan. Tetapi ada kalanya trend kurva mendatar atau bahkan turun. Gejala ini jika terus berlanjut mengakibatkan kurva berada di bawah mulai paling lambat. Ini berarti prestasi kerja yang dicapai lebih rendah dari yang direncanakan.

Dengan mengetahui trend kurva pengendalian pihak pengawas dapat memberikan saran atau peringatan kepada pihak pelaksana proyek. Penggunaan grafik “S” dijumpai dalam hal-hal berikut : 1.Pada analisis kemajuan proyek secara keseluruhan. 2.Penggunaan sama dengan butir di atas, tetapi untuk satuan unit pekerjaan atau elemen- elemennya. 3.Pada kegiatan engineering dan pembelian untuk menganalisis prosentase (%) penyelesaian pekerjaan, misalnya jam-orang untuk menyiapkan rancangan, produksi gambar, menyusun pengajuan pembelian terhadap waktu. 4.Pada kegiatan kontruksi, yaitu untuk menganalisa pemakaian tenaga kerja atau jam- orang dan untuk menganalisa prosentase (%) penyelesaian serta pekerjaan lain yang diukur dalam unit versus waktu. Grafik “S” sangat berfaedah untuk dipakai sebagai bulanan dan laporan kepada pimpinan proyek maupun pimpinan perusahaan karena grafik ini dapat dengan jelas menunjukkan kemajuan proyek maupun pimpinan perusahaan karena grafik ini dapat dengan jelas menunjukkan kemajuan proyek

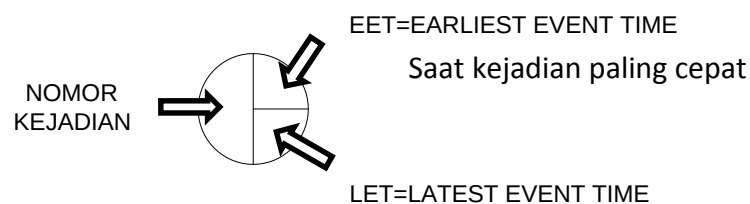
2.10 Unsur Waktu (Diagram Network)

Pada penggambaran network planning, digunakan simbol yang dapat berbentuk segi empat ataupun lingkaran. Simbol – simbol ini dapat digunakan asalkan disertai legenda yang menjelaskan maksud oleh pembuatannya. Misalnya saja, seseorang menggunakan simbol berupa lingkaran dan segi empat.

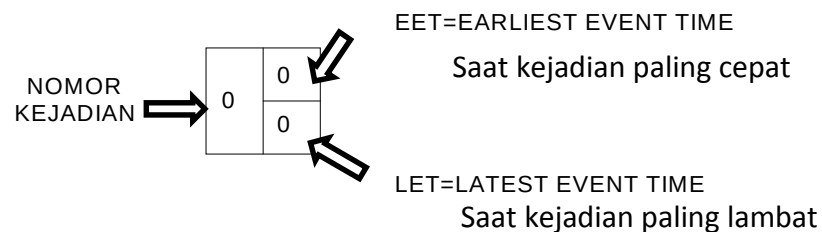
2.11 Syarat Syarat Pembuatan Network Diagram

Beberapa hal yang digunakan sebagai pedoman dalam pembuatan *network diagram* adalah sebagai berikut.

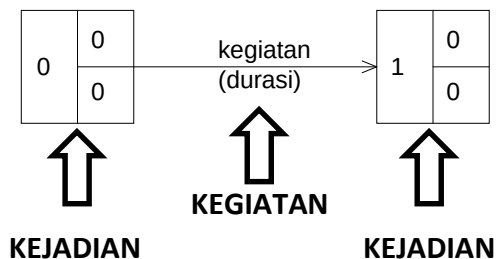
- Dalam penggambaran , network diagram harus jelas dan mudah untuk dibaca.
- Harus dimulai dari *event*/kejadian dan akhiri pada *event*/kejadian.
- Kegiatan disimbolkan dengan anak panah yang digambar garis lurus dan boleh patah yang digambar garis lurus dan boleh patah.
- Dihindari terjadinya perpotongan antar anak panah.
- Di antara dua kejadian, hanya boleh ada satu anak panah.
- Penggunaan kegiatan semu ditunjukkan dengan garis putus-putus.
- Penulisan kejadian dan kegiatan.



Gambar 2.2 Simbol Antar Kejadian Berbentuk Bulat

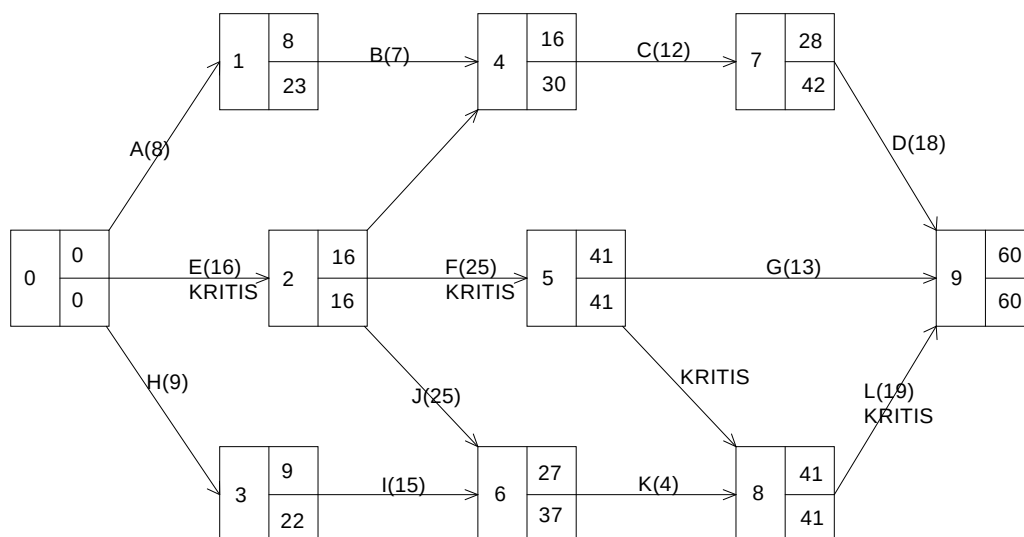


Gambar 2.3 Simbol Antar kejadian Berbentuk Kotak



Gambar 2.4 Simbol antar kejadian Menunjukkan Durasi Pekerjaan

Untuk memberikan ilustrasi yang lebih jelas, marilah kita cermati sebuah *network diagram* berikut. Contoh ini diberikan untuk menjelaskan *Earliest Event Time* (EET), *Latest Event Time* (LET).



Gambar 2.5 Contoh Activity On Arrow Pada Perusahaan A

Rencana network diagram dari sebuah proyek konstruksi jika diketahui data kegiatan sebagai berikut:

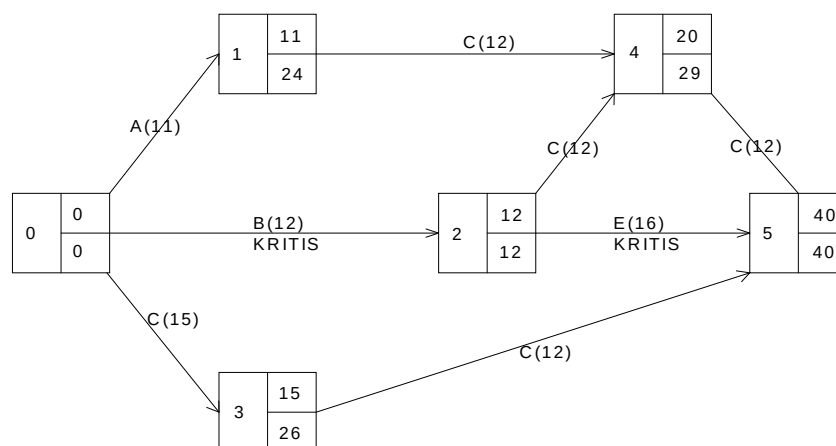
Tabel 2.1 data kegiatan

NO	KEGIATAN	TERGANTUNG	
		PADA	DURASI
1	A	-	11
2	B	-	12
3	C	-	15
4	D	A	5
5	E	B	8

6	F	B	28
7	G	C	14
8	H	D,E	11

Penyelesaian:

ACTIVITY ON ARROW



Gambar 2.6 Contoh Aktivitas On Arrow Pada Perusahaan B

BAB III

PEMBAHASAN

3.1 Pendahuluan

Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado merupakan salah satu proyek pemerintah yang dikhususkan untuk menunjang kemajuan pendidikan dengan menambah sarana dan prasarana yang dibutuhkan oleh dosen, staf dan mahasiswa yang ada di Politeknik Negeri Manado.

Anggaran dana keseluruhan untuk proyek ini berasal dari pemerintah dalam hal Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, sedangkan yang diberikan tanggung jawab juga sebagai pemilik bangunan ini adalah kampus Politeknik Negeri sendiri.

Proyek pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado ini merupakan proyek gedung 7 lantai yang akan berdiri dilahan seluas 3600 m^2 dalam kawasan kompleks kampus Politeknik Negeri Manado.

3.11 Lokasi proyek

Data Umum.

- Nama proyek : Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado
- Pelaksana : PT. Citra Prasati Konsorindo
- Nomor Kontrak : 2578/PL12/KU/2014
- Tanggal Kontrak : 06 Juni2014
- Nilai Proyek : Rp. 69.597.000.000,00-
(Enam Puluh sembilan Milyar lima Ratus Sembilan puluh Tujuh Juta Rupiah)
- Sumber Dana : APBN T A 2014
- Konsultan Perencana : PT. Artefak Arkindo
- Konsultan Pengawas : PT. Arkitek Team Empat
- Lokasi Proyek : Kompleks Kampus Politeknik Negeri Manado.
Jalan Raya Politeknik, Desa Buha, Kec. Mapanget

- Jenis Proyek : Bangunan Gedung
- Jenis Pekerjaan : Struktur, Arsitektur, MEP
- Waktu Pelaksanaan : 180 hari (06 Juni – 03 Desember 2014)

Data Khusus.

- Luas Lahan : 3600 m^2
- Luas Bangunan : 1757.63 m^2
- Jenis Konstruksi : Beton Bertulang dan Baja
- Tebal Pelat Lantai : 12 cm
- Dinding : Pasangan Batu Bata
- Jumlah Bangunan : 1 (satu) unit
- Jumlah Lantai Tingkat : 9 (sembilan) lantai (Lantai Basement, Lantai Lower Ground, Lantai 1, Lantai 2, Lantai 3, Lantai 4, Lantai 5, dan Lantai 6, Lantai 7 (atap))
- Dimensi Kolom : Kolom Persegi K1=70/70. K1-1=60/60.
K1-2=50/50. K2=50/50 K3=40/40. K4=30/30.
K5=30/30
- Dimensi Balok : Balok Induk : B11=40/70, B12=40/70,
B13=40/80, B14=40/70, B15=30/70,
B16=25/40, B17=25/40, B19=40/60
:Balok Anak : Ba1=35/60, Ba2=30/50,
Ba3=35/70, Ba4=25/40

3.2 Manajemen Waktu Proyek

Dalam proyek konstruksi harus ada yang namanya manajemen waktu proyek agar proyek tersebut dapat terlaksanakan sesuai dengan yang direncanakan, sesuai dengan judul Tugas Akhir penulis yaitu Analisa Manajemen Waktu Pada Proyek Gedung. Maka dalam pembahasan penulis merencanakan kebutuhan waktu, anggaran proyek, dan tenaga kerja (struktur keseluruhan).

3.3 Kebutuhan Waktu (NETWORK DIAGRAM) struktur keseluruhan

Dalam penyusunan Network Diagram jadwal pelaksanaan pekerjaan direncanakan selama 26 minggu 5 hari yang dibagi menjadi 3 zona pekerjaan, berikut data pelaksanaan proyek yang ditinjau dengan menggunakan Network Diagram.

3.3.1 Perencanaan perhitungan durasi

Perencanaan perhitungan durasi waktu dapat dilihat pada tabel-tabel berikut:

- **Pekerjaan Bor Pile**

Tabel 3.1 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Beton Mutu $f'_c=26,4$ Mpa (K300)
Untuk Pekerjaan Pondasi

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	1,65
	Mandor	OH	0,083

Sumber SNI 7394-2008

$$\text{Jumlah koefisien} = 1,733$$

$$\text{Volume} = 706,00$$

$$\text{Produktifitas} = \frac{1 \text{ m}^3 \times 8 (\text{jam per hari})}{1,7} = 4,61627 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Durasi} = \frac{7,0}{4,6} = 152,93 = 153 \text{ hari}$$

Jumlah hari/kebutuhan tenaga kerja

$$= 153 \text{ hari} / 4 = 39 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi zona pekerjaan} = \frac{D}{3 \times z \times p} = 13 \text{ hari} = 14 \text{ hari}$$

- Pekerjaan Pile Cap

Tabel 3.2 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Beton Mutu $f'_c=26,4$ Mpa (K300)

Untuk Pile cap

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	1,65
	Mandor	OH	0,083

Sumber SNI 7394-2008

$$\text{Jumlah koefisien} = 1,733$$

$$\text{Volume} = 171,89$$

$$\text{Produktifitas} = \frac{1 \text{ m}^3 \times 8 (\text{jam per hari})}{1,7} = 4,61627 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Durasi} = \frac{1,8}{4,6} = 37,23 = 38 \text{ hari} = 3 \text{ hari}$$

Tabel 3.3 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Besi polos/ Besi ulir untuk Pile cap

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,070
	Mandor	OH	0,004

Sumber SNI 7394-2008

$$\text{Jumlah koefisien} = 0,074$$

$$\text{Volume} = 25371,11$$

$$\text{Produktifitas} = \frac{1 \text{ kg} \times 8 (\text{jam per hari})}{0,0} = 1081,08 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Durasi} = \frac{2,1}{1,0} = 23,48 = 24 \text{ hari}$$

Tabel 3.4 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Bekisting untuk pekerjaan Pile cap

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,520
	Mandor	OH	0,026

Sumber SNI 7394-2008

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah koefisien} &= 0,546 \\
 \text{Volume} &= 523,63 \\
 \text{Produktifitas} &= \frac{1 \text{ m}^2 \times 8 (\text{ja k p h})}{0,5} = 14,65 \text{ m}^2/\text{hari} \\
 \text{Durasi} &= \frac{5,6}{1,6} = 35,742 = 36 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Durasi Waktu Untuk Pekerjaan Pile Cap

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Durasi} &= 63 \text{ hari} \\
 \text{Jumlah hari/kebutuhan tenaga kerja} &= \\
 63 \text{ hari} / 3 &= 21 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\text{Durasi zona pekerjaan} = \frac{D}{3z \cdot p} = 7 \text{ hari} = 7 \text{ hari}$$

• **Pekerjaan Pondasi Batu Kali**

Tabel 3.5 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan untuk Pekerjaan Pondasi Batu Kali

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	1,65
	Mandor	OH	0,083

Sumber SNI 7394-2008

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah koefisien} &= 1,733 \\
 \text{Volume} &= 706,00 \\
 \text{Produktifitas} &= \frac{1 \text{ m}^3 \times 8 (\text{ja k p h})}{1,7} = 4,61627 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Durasi} &= \frac{7,0}{4,6} = 152,93 = 153 \text{ hari} \\
 \text{Jumlah hari/kebutuhan jumlah tenaga kerja} &= 153 \text{ hari} / 8 = 20 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

• **Pekerjaan Pedestelan kolom**

Tabel 3.6 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Beton Mutu $f'c=26,4$ Mpa (K300)

Untuk pedestelan Kolom

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	1,65
	Mandor	OH	0,083

Sumber SNI 7394-2008

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah koefisien} &= 1,733 \\
 \text{Volume} &= 91,22 \\
 \text{Produktifitas} &= \frac{1 \text{ m}^3 \times 8 (\text{ja k p h})}{1,7} = 4,61627 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Durasi} &= \frac{9,2}{4,6} = 19,76 = 20 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.7 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Besi polos/ Besi ulir untuk Pedestelan Kolom

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,070
	Mandor	OH	0,004

Sumber SNI 7394-2008

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah koefisien} &= 0,074 \\
 \text{Volume} &= 27.587,44 \\
 \text{Produktifitas} &= \frac{1 \text{ k} \times 8 (\text{ja k p h})}{0,0} = 1081,08 \text{ kg/hari} \\
 \text{Durasi} &= \frac{2,5}{1,0} = 25,52 = 26 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.8 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Bekisting untuk pekerjaan Pedestelan Kolom

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,520
	Mandor	OH	0,026

Sumber SNI 7394-2008

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah koefisien} &= 0,546 \\
 \text{Volume} &= 571,20 \\
 \text{Produktifitas} &= \frac{1 \text{ m}^2 \times 8 (\text{ja k p h})}{0,5} = 14,65 \text{ m}^2/\text{hari} \\
 \text{Durasi} &= \frac{5,2}{1,6} = 39,99 = 40 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Durasi Waktu Untuk Pekerjaan Pedestelan Kolom

Jumlah Durasi = 86 hari

Jumlah hari/kebutuhan tenaga kerja

=

86 hari / 4 = 22 hari

Durasi zona pekerjaan = $\frac{D}{3z \cdot p} = 7,33 \text{ hari} = 8 \text{ hari}$

• Pekerjaan Tie Beam

Tabel 3.10 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Beton Mutu $f'_c = 26,4 \text{ Mpa}$ (K300) Untuk Tie Beam

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	1,65
	Mandor	OH	0,083

Sumber SNI 7394-2008

Jumlah koefisien = 1,733

Volume = 202,42

Produktifitas = $\frac{1 \text{ m}^3 \times 8 (\text{ja k p h})}{1,7} = 4,61627 \text{ m}^3/\text{hari}$

Durasi = $\frac{2,4}{4,6} = 43,86 = 44 \text{ hari}$

Tabel 3.11 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Besi polos/ Besi ulir untuk Tie Beam

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,070
	Mandor	OH	0,004

Sumber SNI 7394-2008

Jumlah koefisien = 0,074

Volume = 41.661,41

Produktifitas = $\frac{1 \text{ k} \times 8 (\text{ja k p h})}{0,0} = 1081,08 \text{ kg/hari}$

Durasi = $\frac{4,6}{1,0} = 38,54 = 39 \text{ hari}$

Tabel 3.12 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Bekisting untuk pekerjaan Tie Beam

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,520
	Mandor	OH	0,026

Sumber SNI 7394-2008

$$\text{Jumlah koefisien} = 0,546$$

$$\text{Volume} = 1.162,65$$

$$\text{Produktifitas} = \frac{1 \text{ m}^2 \times 8 (\text{ja k p h})}{0,5} = 14,65 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Durasi} = \frac{1.162,65}{14,65} = 79,37 = 80 \text{ hari}$$

Durasi Waktu Untuk Pekerjaan Tie Beam

$$\text{Jumlah Durasi} = 163 \text{ hari}$$

Jumlah hari/kebutuhan tenaga kerja

$$= 163 \text{ hari} / 5 = 33 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi zona pekerjaan} = \frac{D}{3z \cdot p} = 11 \text{ hari} = 11 \text{ hari}$$

- Pekerjaan Pit Lift**

Tabel 3.13 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Beton Mutu $f'_c=26,4$ Mpa (K300) untuk Pit Lift

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	1,65
	Mandor	OH	0,083

Sumber SNI 7394-2008

$$\text{Jumlah koefisien} = 1,733$$

$$\text{Volume} = 14,87$$

$$\text{Produktifitas} = \frac{1 \text{ m}^3 \times 8 (\text{ja k p h})}{1,7} = 4,61627 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Durasi} = \frac{14,87}{4,6} = 8,59 = 9 \text{ hari} / 2 = 5 \text{ hari}$$

Tabel 3.14 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Besi polos/ Besi ulir untuk Pit Lift

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,070
	Mandor	OH	0,004

Sumber SNI 7394-2008

$$\text{Jumlah koefisien} = 0,074$$

$$\text{Volume} = 2131,28$$

$$\text{Produktifitas} = \frac{1 \text{ k} \times 8 (\text{ja k p h})}{0,0} = 1081,08 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Durasi} = \frac{2,2}{1,0} = 1.98 = 2 \text{ hari}$$

Tabel 3.15 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Bekisting untuk pekerjaan Pit Lift

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,520
	Mandor	OH	0,026

Sumber SNI 7394-2008

$$\text{Jumlah koefisien} = 0,546$$

$$\text{Volume} = 89,14$$

$$\text{Produktifitas} = \frac{1 \text{ m}^2 \times 8 (\text{ja k p h})}{0,5} = 14,65 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Durasi} = \frac{8,1}{1,6} = 6,08 = 7 \text{ hari}$$

Durasi Waktu Untuk Pekerjaan Pit Lift

$$\text{Jumlah Durasi} = 14 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi zona pekerjaan} = \frac{D}{2z \cdot p} = 7 \text{ hari} = 7 \text{ hari}$$

- **Pekerjaan Kolom**

Tabel 3.16 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Beton Mutu $f'_c=26,4$ Mpa (K300) untuk Kolom

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	1,65
	Mandor	OH	0,083

Sumber SNI 7394-2008

$$\text{Jumlah koefisien} = 1,733$$

$$\text{Volume} = 91,22$$

$$\text{Produktifitas} = \frac{1 \text{ m}^3 \times 8 (\text{ja k p h})}{1,7} = 4,61627 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Durasi} = \frac{9,2}{4,6} = 19,76 = 20 \text{ hari}$$

Tabel 3.17 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Besi polos/ Besi ulir untuk Kolom

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,070
	Mandor	OH	0,004

Sumber SNI 7394-2008

$$\text{Jumlah koefisien} = 0,074$$

$$\text{Volume} = 27.587,44$$

$$\text{Produktifitas} = \frac{1 \text{ k} \times 8 (\text{ja k p h})}{0,0} = 1081,08 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Durasi} = \frac{2.5,4}{1,0} = 25,52 = 23 \text{ hari}$$

Tabel 3.18 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Bekisting untuk pekerjaan Kolom

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,520
	Mandor	OH	0,026

Sumber SNI 7394-2008

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah koefisien} &= 0,546 \\
 \text{Volume} &= 571,20 \\
 \text{Produktifitas} &= \frac{1 \text{ m}^2 \times 8 (\text{ja k p h})}{0,5} = 14,65 \text{ m}^2/\text{hari} \\
 \text{Durasi} &= \frac{5,2}{1,6} = 39.99 = 40 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Durasi Waktu Untuk Pekerjaan Kolom

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Durasi} &= 86 \text{ hari} \\
 &\text{Jumlah hari/kebutuhan tenaga kerja} \\
 &= 86 \text{ hari} / 4 = 22 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\text{Durasi zona pekerjaan} = \frac{D}{3z \cdot p} = 7,33 \text{ hari} = 8 \text{ hari}$$

• **Pekerjaan Balok**

Tabel 3.19 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Beton Mutu $f'_c=26,4$ Mpa (K300) untuk Balok

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	1,65
	Mandor	OH	0,083

Sumber SNI 7394-2008

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah koefisien} &= 1,733 \\
 \text{Volume} &= 196,43 \\
 \text{Produktifitas} &= \frac{1 \text{ m}^3 \times 8 (\text{ja k p h})}{1,7} = 4,61627 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Durasi} &= \frac{1,4}{4,6} = 42,545 = 43 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.20 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Besi polos/ Besi ulir untuk Balok

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,070
	Mandor	OH	0,004

Sumber SNI 7394-2008

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah koefisien} &= 0,074 \\
 \text{Volume} &= 36.939,27 \\
 \text{Produktifitas} &= \frac{1 \text{ k} \times 8 (\text{ja k p h})}{0,0} = 1081,08 \text{ kg/hari} \\
 \text{Durasi} &= \frac{3.9,2}{1,0} = 34,17 = 35 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.21 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Bekisting untuk pekerjaan Balok

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,520
	Mandor	OH	0,026

Sumber SNI 7394-2008

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah koefisien} &= 0,546 \\
 \text{Volume} &= 1075,17 \\
 \text{Produktifitas} &= \frac{1 \text{ m}^2 \times 8 (\text{ja k p h})}{0,5} = 14,65 \text{ m}^2/\text{hari} \\
 \text{Durasi} &= \frac{1,1}{1,6} = 73,39 = 74 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Durasi Waktu Untuk Pekerjaan Kolom

$$\text{Jumlah Durasi} = 172 \text{ hari}$$

Jumlah hari/kebutuhan tenaga kerja

$$= 172 \text{ hari} / 4 = 43 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi zona pekerjaan} = \frac{D}{3z p} = 14,334 \text{ hari} = 15 \text{ hari}$$

- Pekerjaan Plat Lantai**

Tabel 3.22 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Beton Mutu $f'_c=26,4$ Mpa (K300) untuk Plat Lantai

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	1,65
	Mandor	OH	0,083

Sumber SNI 7394-2008

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah koefisien} &= 1,733 \\
 \text{Volume} &= 1597,54 \\
 \text{Produktifitas} &= \frac{1 \text{ m}^3 \times 8 (\text{ja k p h})}{1,7} = 4,61627 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Durasi} &= \frac{1,5}{4,6} = 346.012 = 3 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.23 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Besi polos/ Besi ulir untuk Plat Lantai

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,070
	Mandor	OH	0,004

Sumber SNI 7394-2008

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah koefisien} &= 0,074 \\
 \text{Volume} &= 31950,72 \\
 \text{Produktifitas} &= \frac{1 \text{ k} \times 8 (\text{ja k p h})}{0,0} = 1081,08 \text{ kg/hari} \\
 \text{Durasi} &= \frac{3,9,7}{1,0} = 29.55 = 30 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.24 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Bekisting untuk pekerjaan Plat Lantai

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,520
	Mandor	OH	0,026

Sumber SNI 7394-2008

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah koefisien} &= 0,546 \\
 \text{Volume} &= 532,51 \\
 \text{Produktifitas} &= \frac{1 \text{ m}^2 \times 8 (\text{ja k p h})}{0,5} = 14,65 \text{ m}^2/\text{hari} \\
 \text{Durasi} &= \frac{5,5}{1,6} = 36,35 = 37 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Durasi Waktu Untuk Pekerjaan Plat Lantai

Jumlah Durasi = 70 hari

Jumlah hari/kebutuhan tenaga kerja

$$= 70 \text{ hari} / 3 = 23,33 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi zona pekerjaan} = \frac{D}{3z \cdot p} = 7,77 \text{ hari} = 7 \text{ hari}$$

• Pekerjaan Tangga

Tabel 3.25 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Beton Mutu $f'_c = 26,4 \text{ Mpa}$ (K300) untuk Tangga

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	1,65
	Mandor	OH	0,083

Sumber SNI 7394-2008

$$\text{Jumlah koefisien} = 1,733$$

$$\text{Volume} = 13,14$$

$$\text{Produktifitas} = \frac{1 \text{ m}^3 \times 8 (\text{ja k p h})}{1,7} = 4,61627 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Durasi} = \frac{1,1}{4,6} = 2,85 = 3 \text{ hari}$$

Tabel 3.26 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Besi polos/ Besi ulir untuk Tangga

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,070
	Mandor	OH	0,004

Sumber SNI 7394-2008

$$\text{Jumlah koefisien} = 0,074$$

$$\text{Volume} = 1971,36$$

$$\text{Produktifitas} = \frac{1 \text{ k} \times 8 (\text{ja k p h})}{0,0} = 1081,08 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Durasi} = \frac{1,3}{1,0} = 1,82 = 2 \text{ hari}$$

Tabel 2.27 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Bekisting untuk pekerjaan Tangga

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,520
	Mandor	OH	0,026

Sumber SNI 7394-2008

$$\text{Jumlah koefisien} = 0,546$$

$$\text{Volume} = 131,4$$

$$\text{Produktifitas} = \frac{1 \text{ m}^2 \times 8 (\text{ja k p h})}{0,546} = 14,65 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Durasi} = \frac{1,4}{1,6} = 8,96 = 9 \text{ hari}$$

Durasi Waktu Untuk Pekerjaan Tangga

$$\text{Jumlah Durasi} = 14 \text{ hari}$$

Jumlah hari/kebutuhan tenaga kerja

$$= 14 \text{ hari} / 2 = 7 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi zona pekerjaan} = \frac{D}{2z \cdot p} = 3,5 \text{ hari} = 5 \text{ hari}$$

- Pekerjaan Shaft Lift**

Tabel 2.28 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Beton Mutu $f'_c=26,4$ Mpa (K300)

Untuk Shaft Lift

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	1,65
	Mandor	OH	0,083

Sumber SNI 7394-2008

$$\text{Jumlah koefisien} = 1,733$$

$$\text{Volume} = 23,10$$

$$\text{Produktifitas} = \frac{1 \text{ m}^3 \times 8 (\text{ja k p h})}{1,7} = 4,61627 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Durasi} = \frac{2,1}{4,6} = 5,001 = 5 \text{ hari}$$

Tabel 2.29 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Besi polos/ Besi ulir untuk Shaft Lift

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,070
	Mandor	OH	0,004

Sumber SNI 7394-2008

$$\text{Jumlah koefisien} = 0,074$$

$$\text{Volume} = 3465,00$$

$$\text{Produktifitas} = \frac{1 \text{ k} \times 8 (\text{ja k p h})}{0,0} = 1081,08 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Durasi} = \frac{3,0}{1,0} = 3,206 = 4 \text{ hari}$$

Tabel 2.30 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Bekisting untuk pekerjaan Shaft Lift

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,520
	Mandor	OH	0,026

Sumber SNI 7394-2008

$$\text{Jumlah koefisien} = 0,546$$

$$\text{Volume} = 184,80$$

$$\text{Produktifitas} = \frac{1 \text{ m}^2 \times 8 (\text{ja k p h})}{0,5} = 14,65 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Durasi} = \frac{1,8}{1,6} = 12,62 = 13 \text{ hari}$$

Durasi Waktu Untuk Pekerjaan Shaft Lift

$$\text{Jumlah Durasi} = 25 \text{ hari}$$

Jumlah hari/kebutuhan tenaga kerja

$$= 25 \text{ hari} / 2 = 12,5 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi zona pekerjaan} = \frac{D}{2z \cdot p} = 6,25 \text{ hari} = 7 \text{ hari}$$

- **Pekerjaan Rangka Baja**

Tabel 3.31 Koefisien Indeks Satuan Pekerjaan Baja untuk Rangka Baja

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,070
	Mandor	OH	0,004

Sumber SNI 7394-2008

$$\text{Jumlah koefisien} = 0,074$$

$$\text{Volume} = 15.113,50$$

$$\text{Produktifitas} = \frac{1 \text{ k x } 8 (\text{ja k p h})}{0,0} = 1081,08 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Durasi} = \frac{1 . 1 , 5}{1 , 0} = 14.011 = 15 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi zona pekerjaan} = \frac{D}{2z \quad p} = 6,25 \text{ hari} = 7 \text{ hari}$$

3.3.2 Pembuatan tabel kegiatan keseluruhan dan durasi waktu

Untuk membuat perencanaan durasi waktu dengan menggunakan Network Diagram membutuhkan tabel keseluruhan(struktur keseluruhan) kegiatan dan durasi waktu yang direncanakan seperti pada tabel 3.32.

Tabel 3.32 Jumlah waktu Uraian Pekerjaan struktur

NO	KEGIATAN	TERGANTUNG PADA	DURAS(HARI)
1	BP zona 1	-	14
2	BP zona 3	-	14
3	PC zona 1	1	7
4	BP zona 2	-	14
5	PC zona 3	2	7
6	TB zona 1	3	11
7	podest kolom zona 1	3	8
8	pit lift	4	7
9	PC zona 2	2	7
10	pond batu kali	4	20
11	podest kolom zona 3	5	8
12	PB zona 3	5	11
13	tangga zona 1	6	5
14	kolom zona 1	6,7	8
15	podest zona 2	8,9	8

16	TB zona 2	9,10	11
17	kolom zona 3	10,11,12	8
18	tangga zona 3	12	5
19	Balok Zona 1	13,14	15
20	Kolom Zona 2	15,16	8
21	Balok Zona 3	17,18	15
22	Plat Zona 1	19	7
23	Saft Lift	15,20	7
24	Balok Zona 2	20	15
25	Plat Zona 2	20	7
26	Plat Zona 3	21	7
27	Kolom LD Zona 1	22	8
28	Kolom LD Zona 2	23,24,25	8
29	Kolom LD Zona 3	26	8
30	Plat LD Zona 1	27	7
31	Balok LD Zona 1	27	15
32	Saft Lift LD	28	7
33	Balok LD Zona 2	28	15
34	Plat LD Zona 2	28	7
35	Balok LD Zona 3	29	15
36	Plat LD Zona 3	29	7
37	Kolom L1 Zona 1	30,31	8
38	Tangga LD Zona 1	31	5
39	Kolom L1 Zona 2	32,33,34	8
40	Tangga LD Zona 3	35	5
41	Kolom L1 Zona 3	35,36	8
42	Plat L1 Zona 1	37	7
43	Balok L1 Zona 1	37,38	15
44	Shaft lift L1	39	7
45	Balok L1 Zona 2	39	15
46	Plat L1 Zona 2	39	7
47	Balok L1 Zona 3	40,41	15
48	Plat L1 Zona 3	41	7
49	Kolom L2 Zona 1	42,43	8
50	Tangga L1 Zona 1	43	5
51	Kolom L2 zona 2	44,45,46	8
52	Tangga L1 zona 3	47	5
53	Kolom L2 Zona 3	47,48	8
54	Plat L2 Zona 1	49	7
55	Balok L2 Zona 1	49,50	15
56	shaft lift L2	51	7
57	Balok L2 Zona 2	51	15
58	Plat L2 Zona 2	51	7
59	Balok L1 Zona 3	52,53	15

60	Plat L2 Zona 3	53	7
61	Kolom L3 Zona 1	54,55	8
62	Tangga L2 Zona 1	55	5
63	Kolom L3 Zona 2	56,57,58	8
64	Tangga L2 Zona 2	59	5
65	Kolom L3 Zona 3	59,60	8
66	Plat 3 Zona 1	61	7
67	Balok L3 Zona 1	61,62	15
68	Shaft Lift L3	63	7
69	Balok L3 Zona 2	63	15
70	Plat 3 Zona 2	63	7
71	Balok L1 Zona 3	64,65	15
72	Plat 3 Zona 3	65	7
73	Kolom L4 Zona 1	66,67	8
74	Tangga L3 Zona 1	67	5
75	Kolom L4 Zona 2	68,69,70	8
76	Tangga L3 Zona 3	71	5
77	Kolom L4 Zona 3	71,72	8
78	Plat L4 Zona 1	73	7
79	Balok L4 Zona 1	73,74	15
80	Shaft Lift L4	75	7
81	Balok L4 Zona 2	75	15
82	Plat L4 Zona 2	75	7
83	Balok L1 Zona 3	76,77	15
84	Plat L4 Zona 3	77	7
85	Kolom L5 Zona 1	78	8
86	Tangga L4 Zona 1	78,79	5
87	Kolom L5 Zona 2	80,81,82	8
88	Tangga L4 zona 3	83	5
89	Kolom L5 zona 3	83,84	8
90	Plat L5 Zona 1	85	7
91	Balok L5 Zona 1	85,86	15
92	Shaft Lift L5	87	7
93	Balok L5 zona2	87	15
94	Plat L5 zona 2	87	7
95	Balok L1 Zona 3	88,89	15
96	Plat L5 Zona 3	89	7
97	Kolom L6 Zona 1	90,91	8
98	Tangga L5 Zona 1	91	5
99	Kolom L6 Zona 2	92,93,94	8
100	Tangga L5 Zona 3	95	5
101	Kolom L6 Zona 3	95,96	8
102	Plat L6 Zona 1	97	7
103	Balok L6 Zona 1	97,98	15

104	shaft lift L6	99	5
105	balok L6 Zona 2	99	15
106	Plat L6 Zona 2	99	7
107	Balok L1 Zona 3	100,101	15
108	Plat L6 Zona 3	101	7
109	Kolom L7 Zona 1	102,103	8
110	Tangga L6 Zona 1	103	5
111	Kolom L7 Zona 2	104,105,106	8
112	Tangga L6 Zona 3	107	5
113	Kolom L7 Zona 3	107,108	8
114	Plat L7 Zona 1	109	7
115	Balok L7 Zona 1	109,110	15
116	shaft Lift L7	111	7
117	Balok L7 zona 2	111	15
118	Plat L7 zona 2	111	7
119	Bloak L1 Zona 3	102,103	15
120	Plat L7 Zona 3	113	7
121	Kolom L atap Zona 1	114,115	8
122	Tangga L7 Zona 1	115	5
123	Kolom L atap Zona 2	116,117,118	8
124	Tangga L7 Zona 3	119	5
125	Kolom L Atap Zona 3	119,120	8
126	Plat L Atap Zona 1	121	7
127	Balok L Atap Zona 1	121	15
128	Balok L Atap Zona 2	122,123	15
129	Plat L Atap Zona 2	123,124	7
130	Balok L Atap Zona 3	125	15
131	Plat L Atap Zona 3	125	7
132	Rangka Baja Zona 1	126,127	7
133	Rangka Baja Zona 2	128,129	7
134	Rangka Baja Zona 3	130,131	7
135	ground w tank	132,133,134	21

3.4 Penggambaran Diargam Network

Metode analisis yang akan dipakai dalam contoh ini menggunakan diagram AOA sehingga setiap node merupakan tahap penyelesaian proyek. Simbol yang digunakan untuk node biasanya berupa lingkaran seperti yang diperlihatkan Gambar 3.1 yang merupakan hasil gambaran ditinjau sesuai dengan data tersebut.

Agar dapat menyajikan informasi yang diperlukan, simbol node berbentuk lingkaran dibagi tiga ruang, ruang pertama sebelah kiri digunakan untuk memberi identitas peristiwa yang berupa nomor node. Ruang kedua dan ketiga sebelah kanan digunakan untuk memperlihatkan kapan terjadinya kejadian (peristiwa), yang mana bagian kanan atas menunjukkan waktu peristiwa paling awal atau earliest event time (EET) dan bagian kanan bawah menunjukkan waktu peristiwa paling akhir atau latest event time (LET).

Untuk menggambarkan setiap kegiatan yang ada dalam daftar kegiatan proyek, kita memulai dengan membuat node nomor 1. Dari node nomor 1, tarik keluar garis panah kegiatan yang tidak memiliki predecessor, yakni: A dan B. Jangan lupa bubuhkan kode kegiatan pada pangkal garis panah diikuti oleh durasinya. Kemudian, buat node nomor 2 di ujung garis panah A, dan node nomor 3 di ujung garis panah B.

Oleh karena A adalah predecessor bagi C, D, dan E maka tarik keluar garis panah untuk C, D, dan E dari node nomor 2. Buat node nomor 4 pada ujung garis panah C dan node nomor 5 pada ujung garis panah D. Sedangkan untuk garis panah E tidak dibuatkan node baru melainkan masuk ke node nomor 3 (node di ujung garis panah B). Hal ini karena B dan E sama-sama menjadi predecessor untuk H saja.

Dalam penggambaran diatas tidak menggunakan huruf dikarenakan jumlah kegiatan yang ditinjau terlalu banyak. Jadi menggunakan simbol angka untuk menunjukan simbol kegiatan.

3.5 Menghitung Dan Menganalisis EET(Earliest Event Time).

Cara menentukan earliest event time (EET) pada setiap node adalah dengan menggunakan perhitungan ke muka (forward), yaitu: kita mengawali perhitungan dari node nomor 1 dengan anggapan waktu mulai sama dengan nol, dengan demikian waktu minimum untuk menyelesaikan proyek ini adalah 26 minggu 5 hari.

3.6 Menghitung Dan Menganalisis LET(Lates Event Time).

Untuk menentukan latest event time (LET) pada setiap node adalah dengan menggunakan perhitungan ke belakang (backward), yaitu: perhitungan waktu mulai terlama atau latest start (LS) dan waktu selesai terlama atau latest finish (LF) untuk setiap kegiatan dalam jaringan yang dimulai dari node terakhir dengan L_n sama dengan E_n pada node terakhir (yang kita ketahui dari perhitungan ke muka) sampai perhitungan berakhir di node nomor 1.

Bila kita perhatikan Gambar 4 di atas terdapat beberapa node dengan $EET = LET$. Inilah node yang akan berada pada jalur kritis (*critical path*).

3.7 Penentuan Jalur Kritis

Dengan kata lain total waktu jalur kritis akan sama dengan umur proyek. Hal ini berarti jalur kritis adalah jalur yang memiliki waktu terpanjang dari semua jalur yang dimulai dari peristiwa awal sampai peristiwa yang terakhir dalam activity network diagram. Suatu kegiatan disebut dengan kegiatan kritis bila suatu *delay* atau penundaan waktu di kegiatan ini akan mempengaruhi waktu penyelesaian keseluruhan dari proyek. Oleh karena itu, kegiatan disebut tidak kritis bila kegiatan ini mempunyai *delay*. *Delay* pada kegiatan tidak kritis disebut *slack* atau *float time* (waktu mengambang).

Delay kegiatan di jalur kritis akan menyebabkan delay waktu penyelesaian proyek, sedang delay di jalur tidak kritis mungkin tidak akan menunda waktu penyelesaian proyek sejauh delay tidak melebihi slack dan float time untuk masing-masing kegiatan tidak kritis

Dalam suatu activity network diagram mungkin saja kita menemui lebih dari satu jalur kritis, bahkan semua jalur memungkinkan untuk menjadi jalur kritis. Jalur kritis memiliki kepekaan sangat tinggi atas keterlambatan penyelesaian suatu proyek. Keterlambatan pada jalur ini akan memperlambat penyelesaian waktu proyek secara keseluruhan, meskipun kegiatan lain tidak mengalami keterlambatan. Kita dapat mempercepat penyelesaian proyek secara keseluruhan dengan mempercepat waktu penyelesaian kegiatan kritis. Jalur kritis dapat saja berubah sebagai akibat dari keterlambatan atau percepatan penyelesaian kegiatan.

Cara menentukan jalur kritis pada activity network diagram adalah dengan menelusuri jalur terpanjang dari awal sampai akhir proyek, yakni jalur yang melalui node dengan $EET = LET$, kemudian tandai jalur kritis tersebut dengan garis tebal atau berwarna.

BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Hasil akhir yang diperoleh dari analisa penerapan manajemen waktu pada proyek pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado sebagai berikut:

1. Pada perencanaan awal dari pihak kontraktor dengan menggunakan kurva S memerlukan waktu 26 minggu kalender.
2. Setelah direncanakan menggunakan *diagram network* memerlukan waktu 302 atau 43 minggu/hari kerja untuk pembangunan struktur keseluruhan gedung tersebut.
3. Sesuai dengan yang direncanakan proyek Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado direncanakan dalam waktu 1 tahun

4.2 Saran

Berkaitan dengan tugas akhir yang telah disusun mengenai sistem pelaksanaan manajemen proyek maka, perlu diberikan saran yakni:

- Perencanaan dan pelaksanaan manajemen dibuat secara teratur dengan memaksimalkan pengontrolan untuk meminimalkan terjadinya keterlambatan waktu penyelesaian proyek sehingga memperoleh hasil yang maksimal.
- Dalam perhitungan dengan kondisi lapangan menggunakan kurva S sebaiknya lebih teliti dalam menentukan durasi waktu, agar pelaksanaan pekerjaan dilapangan terkontrol dengan baik.
- Perbedaan hasil perhitungan dengan kondisi lapangan, kemungkinan diakibatkan metode perhitungan dan asumsi-asumsi yang digunakan berbeda. Untuk itu agar diperoleh hasil yang akurat maka harus ada kesamaan metode dan pendekatan yang digunakan dalam proses analisa.
- Dari hasil perhitungan sebaiknya proyek dikerjakan dengan menggunakan 2 tahap pekerjaan.

DAFTAR ISI

Halaman Judul

Lembar Pengesahan

Lembar Asistensi

Daftar Pustaka

-Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman, Analisa Biaya Konstruksi (hasil penelitian), tahun 1988–1991.

-SNI 7394-2008. Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton untuk konstruksi bangunan gedung dan perumahan.

Brandon. Dick H. and Gray. Max. Project Control Standards. New York : Brandon/System Press Inc, 1970.

Djojowiriono S.Ir., Manajemen Konstruksi, BP-KMTS-FT-UGM, 1991.

Husen, Abrar, 2009, Manajemen Proyek, Yogyakarta : Penerbit Andi, edisi revisi.

Lientz, B. P. Dan K. P. Rea, Project Management For The 21st Century (San Diego Academic Press, 1995).

Martin, P. Dan K. Tate, Getting Starter in Project Management (New York: Wiley & Sons, 2004).

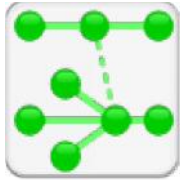
R. J Mockler, The Management Control Process, Prentice Hall, 1972.

website : www.indeks-penerbit.com.

Activity Network Diagram (Bagian Kedua)

— Prosedur Penjadwalan Proyek

By [Eris Kusnadi](#)



Seperti dijelaskan pada [bagian pertama](#) dari tulisan tentang *activity network diagram* ini, meskipun saat ini kebanyakan paket *software* manajemen proyek didasarkan pada diagram AON, tapi bukan berarti diagram AOA sudah punah. Bahkan untuk aktivitas *brainstorming*, diagram AOA sangat berguna saat perencanaan *team* di awal proyek karena diagram ini jauh lebih mudah digambarkan dengan sketsa tangan.

Pada bagian kedua ini akan diuraikan langkah-langkah membuat *activity network diagram* dari suatu proyek dengan tujuan untuk mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) dan mencari tahu berapa banyak waktu yang dihabiskan untuk menyelesaikan proyek. Metode yang digunakan adalah metode diagram AOA.

1. Membuat Daftar Kegiatan Proyek atau Proses

Analisis *activity network diagram* dimulai dengan menyiapkan dan menyusun daftar kegiatan atau pekerjaan yang diperlukan dalam rencana proyek atau proses. Untuk setiap kegiatan, kita perlu tahu apakah ada kegiatan lain yang harus dilakukan sebelum memulai kegiatan tersebut (*predecessor*), dan berapa lama kegiatan tersebut harus dilakukan (durasi). Jangan lupa memberikan kode untuk setiap jenis kegiatan (misalnya dengan huruf: A, B, C, D, dan seterusnya) agar memudahkan saat menggambar dan menganalisis diagram. Tabel 1 berikut adalah contoh daftar kegiatan yang diperlukan dalam rencana suatu proyek.

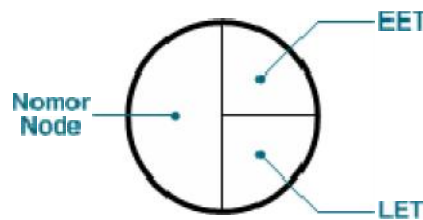
Tabel 1
Daftar Kegiatan Proyek

Kegiatan	Deskripsi	Predecessor Kegiatan	Durasi, bulan
A	Perancangan produk	—	5
B	Penelitian pasar	—	1
C	Analisis produksi	A	2
D	Model produk	A	3
E	Brosur penjualan	A	2
F	Analisis biaya	C	3
G	Pengujian produk	D	4

H	Pelatihan penjualan	B, E	2
I	Penetapan harga	H	1
J	Pelaporan proyek	F, G, I	1

2. Menggambar Diagram

Metode analisis yang akan dipakai dalam contoh ini menggunakan diagram AOA sehingga setiap *node* merupakan tahap penyelesaian proyek. Simbol yang digunakan untuk *node* biasanya berupa lingkaran seperti yang diperlihatkan Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Simbol Node

Agar dapat menyajikan informasi yang diperlukan, simbol *node* berbentuk lingkaran dibagi tiga ruang, ruang pertama sebelah kiri digunakan untuk memberi identitas peristiwa yang berupa **nomor node**. Ruang kedua dan ketiga sebelah kanan digunakan untuk memperlihatkan kapan terjadinya kejadian (peristiwa), yang mana bagian kanan atas menunjukkan waktu peristiwa paling awal atau **earliest event time (EET)** dan bagian kanan bawah menunjukkan waktu peristiwa paling akhir atau **latest event time (LET)**.

Untuk menggambarkan setiap kegiatan yang ada dalam daftar kegiatan proyek, kita memulai dengan membuat *node* nomor 1. Dari *node* nomor 1, tarik keluar garis panah kegiatan yang tidak memiliki *predecessor*, yakni: A dan B. Jangan lupa bubuhkan kode kegiatan pada pangkal garis panah diikuti oleh durasinya. Kemudian, buat *node* nomor 2 di ujung garis panah A, dan *node* nomor 3 di ujung garis panah B.

Oleh karena A adalah *predecessor* bagi C, D, dan E maka tarik keluar garis panah untuk C, D, dan E dari *node* nomor 2. Buat *node* nomor 4 pada ujung garis panah C dan *node* nomor 5 pada ujung garis panah D. Sedangkan untuk garis panah E tidak dibuatkan *node* baru melainkan masuk ke *node* nomor 3 (*node* di ujung garis panah B). Hal ini karena B dan E sama-sama menjadi *predecessor* untuk H saja.

Buatlah garis panah dan *node* berikutnya sampai semua kegiatan tergambarkan. Hasilnya akan terlihat seperti Gambar 2 di bawah ini.



- Semua kegiatan tanpa *predecessor* datang dari *node* nomor 1.
- Semua kegiatan tanpa *successor* mengarah ke *node* nomor terbesar (*node* terakhir).

Lihat juga J adalah kegiatan yang tidak memiliki *successor*. Oleh karena itu, garis panah J masuk ke *node* terakhir, yaitu node nomor 8 (*node* nomor terbesar dalam contoh ini). Jika ada lebih dari satu kegiatan tanpa *successor*, maka semua garis panah kegiatan masuk ke *node* nomor terbesar.

Cara menentukan *earliest event time* (EET) pada setiap *node* adalah dengan menggunakan perhitungan ke muka (*forward*), yaitu: kita mengawali perhitungan dari *node* nomor 1 dengan anggapan waktu mulai sama dengan nol, selanjutnya bergerak dalam jaringan untuk menghitung:

- EET yang terjadi, E_i ,
- waktu mulai tercepat atau **earliest start (ES)**, dan
- waktu selesai tercepat atau **earliest finish (EF)**

untuk setiap kegiatan dalam jaringan sampai perhitungan berakhir di *node* terakhir. Berikut metode perhitungannya:

- (i) Jadikan EET yang terjadi pada permulaan proyek sama dengan nol, artinya,

$$E_1 = 0.$$

- (ii) ES untuk setiap kegiatan (*i,j*) adalah sama dengan E_i untuk peristiwa sebelumnya, artinya,

$$ES_{ij} = E_i.$$

- (iii) EF untuk setiap kegiatan (*i,j*) adalah sama dengan ES ditambah durasi kegiatan. Artinya,

$$EF_{ij} = ES_{ij} + D_{ij},$$

atau $EF_{ij} = E_i + D_{ij}.$

- (iv) EET untuk peristiwa *j* adalah maksimum EF dari semua kegiatan yang berakhir ke dalam peristiwa tersebut. Artinya,

$$E_j = \max_i \{EF_{ij} \text{ untuk semua } predecessor (i,j)\}$$

$$E_j = \max_i \{E_i + D_{ij}\}$$

yang mana *D* adalah durasi kegiatan. Dalam perhitungan ini, kegiatan diidentifikasi oleh *predecessor node* (atau peristiwa) *i* dan *successor node j*.

Untuk *activity network diagram* Gambar 2, perhitungan EET adalah sebagai berikut:

Langkah 1 $\rightarrow E_1 = 0$

Langkah 2

$j = 2 \rightarrow E_2 = \max\{E_1 + D_{12}\} = \max\{0 + 5\} = 5$

$j = 3 \rightarrow E_3 = \max\{E_1 + D_{13}; E_2 + D_{23}\}$
 $= \max\{0 + 1; 5 + 2\} = 7$

$j = 4 \rightarrow E_4 = \max\{E_2 + D_{24}\} = \max\{5 + 2\} = 7$

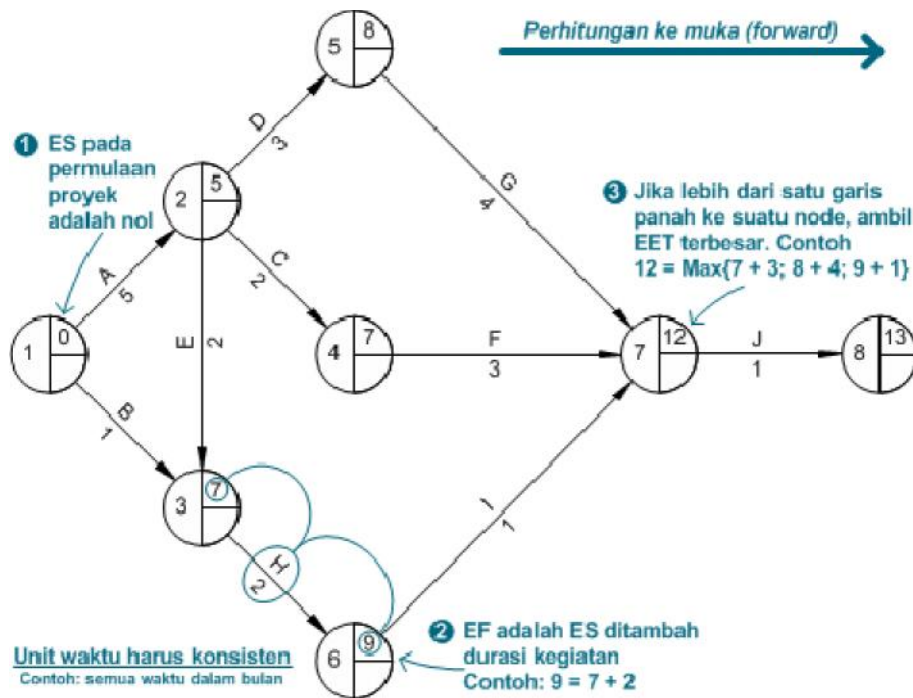
$j = 5 \rightarrow E_5 = \max\{E_2 + D_{25}\} = \max\{5 + 3\} = 8$

$j = 6 \rightarrow E_6 = \max\{E_3 + D_{36}\} = \max\{7 + 2\} = 9$

$j = 7 \rightarrow E_7 = \max\{E_4 + D_{47}; E_5 + D_{57}; E_6 + D_{67}\}$
 $= \max\{7 + 3; 8 + 4; 9 + 1\} = 12$

$j = 8 \rightarrow E_8 = \max\{E_7 + D_{78}\} = \max\{12 + 1\} = 13$

Hasilnya akan terlihat seperti Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Perhitungan ke Muka untuk Menghitung dan Menganalisis Earliest Event Time (EET)

Dengan demikian, waktu minimum yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek ini adalah 13 bulan, $E(8) = 13$.

4. Menghitung dan Menganalisis Latest Event Time (LET)

Untuk menentukan *latest event time* (LET) pada setiap *node* adalah dengan menggunakan perhitungan ke belakang (*backward*), yaitu: perhitungan waktu mulai terlama atau **latest start (LS)** dan waktu selesai terlama atau **latest finish (LF)** untuk setiap kegiatan dalam jaringan yang dimulai dari *node* terakhir dengan L_n sama dengan E_n pada *node* terakhir (yang kita ketahui dari perhitungan ke muka) sampai perhitungan berakhir di *node* nomor 1. Berikut metode perhitungannya:

- (i) Untuk peristiwa terakhir anggap

$$E_n = L_n.$$

Ingat bahwa semua ES telah dihitung pada tahap perhitungan ke muka.

- (ii) LF untuk setiap kegiatan (i,j) adalah sama dengan LET dari peristiwa j ,

$$LF_{ij} = L_j.$$

- (iii) LS untuk setiap kegiatan (i,j) adalah sama dengan LF dikurangi durasi kegiatan. Artinya,

$$\text{atau, } LS_{ij} = LF_{ij} - D_{ij},$$

$$\text{atau } LS_{ij} = L_j - D_{ij}.$$

- (iv) LET untuk peristiwa i adalah minimum LS dari semua kegiatan yang berasal dari peristiwa tersebut. Artinya,

$$L_i = \min_j \{LS_{ij} \text{ untuk semua } \textit{successor} (i,j)\}$$

$$L_i = \min_j \{LF_{ij} - D_{ij}\}$$

$$L_i = \min_j \{L_j - D_{ij}\}$$

Perhitungan LET untuk proyek dalam Tabel 1 adalah sebagai berikut:

$$\text{Langkah 1} \quad \rightarrow \quad L_8 \quad = \quad E_8 = 13$$

Langkah 2

$$i = 7 \quad \rightarrow \quad L_7 \quad = \quad \min\{L_8 - D_{78}\} = \min\{13 - 1\} = 12$$

$$i = 6 \quad \rightarrow \quad L_6 \quad = \quad \min\{L_7 - D_{67}\} = \min\{12 - 1\} = 11$$

$$i = 5 \quad \rightarrow \quad L_5 \quad = \quad \min\{L_7 - D_{57}\} = \min\{12 - 4\} = 8$$

$$i = 4 \quad \rightarrow \quad L_4 \quad = \quad \min\{L_7 - D_{47}\} = \min\{12 - 3\} = 9$$

$$i = 3 \quad \rightarrow \quad L_3 \quad = \quad \min\{L_6 - D_{36}\} = \min\{11 - 2\} = 9$$

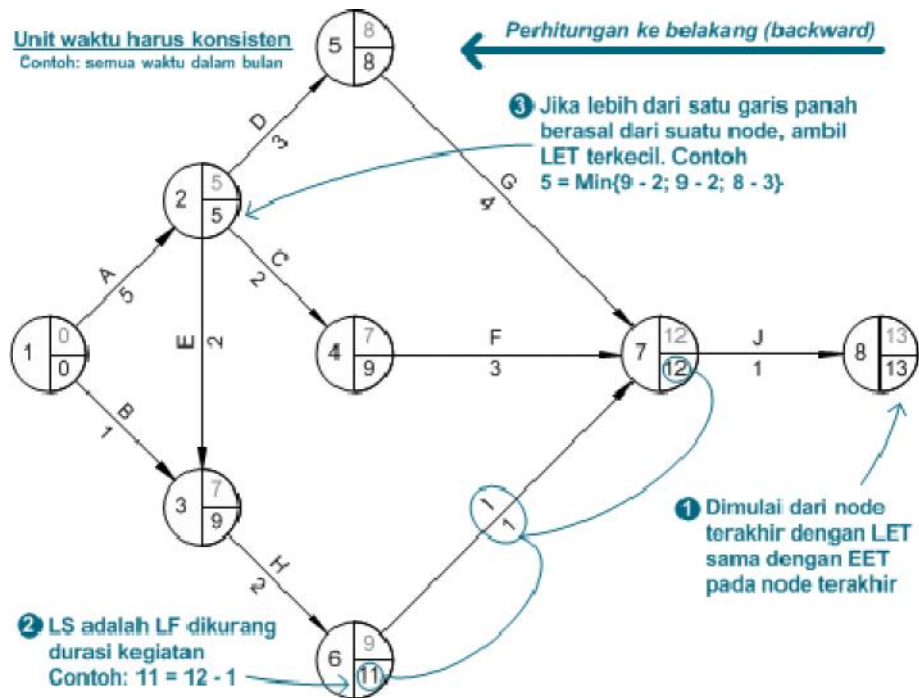
$$i = 2 \quad \rightarrow \quad L_2 \quad = \quad \min\{L_3 - D_{23}; L_4 - D_{24}; L_5 - D_{25}\}$$

$$= \min\{9 - 2; 9 - 2; 8 - 3\} = 5$$

$$i = 1 \quad \rightarrow \quad L_1 \quad = \quad \min\{L_2 - D_{12}; L_3 - D_{13}\}$$

$$= \min\{5 - 5; 5 - 1\} = 0$$

Hasilnya akan terlihat seperti Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Perhitungan ke Belakang untuk Menghitung dan Menganalisis Latest Event Time (LET)

Bila kita perhatikan Gambar 4 di atas terdapat beberapa *node* dengan $EET = LET$. Inilah *node* yang akan berada pada jalur kritis (*critical path*).

5. Menentukan Jalur Kritis

Definisi jalur kritis menurut salah satu penemu CPM adalah:

If there is a path from origin to terminus whose length equals the duration of the schedule, it is called a critical-path. (Kelley, 1961, p. 317)

Dengan kata lain total waktu jalur kritis akan sama dengan umur proyek. Hal ini berarti jalur kritis adalah jalur yang memiliki waktu terpanjang dari semua jalur yang dimulai dari peristiwa awal sampai peristiwa yang terakhir dalam *activity network diagram*.

Oleh karena itu, jalur kritis menunjukkan kegiatan-kegiatan kritis di dalam proyek. Kelley (1961) menambahkan tentang maksud kegiatan-kegiatan kritis:

All the activities in a critical-path are limiting in the sense that a delay in any one of them will cause a comparable delay in the completion of the project. Therefore, they are called critical activities. (Kelley, 1961, p. 317)

Maksudnya, suatu kegiatan disebut dengan kegiatan kritis bila suatu *delay* atau penundaan waktu di kegiatan ini akan mempengaruhi waktu penyelesaian keseluruhan dari proyek. Oleh karena itu, kegiatan disebut tidak kritis bila kegiatan ini mempunyai *delay*. *Delay* pada kegiatan tidak kritis disebut *slack* atau *float time* (waktu mengambang).

Konsep float sangat berharga karena memberikan fleksibilitas atau “ruang manuver” pada penjadwalan untuk menyelesaikan tugas-tugas tertentu sehingga ada suatu periode waktu di mana kegiatan dapat meleset tetapi tidak mempengaruhi jalur kritis dan tanggal penyelesaian. Menurut Hendrickson & Tung (2008), terdapat tiga kategori *float*, yaitu:

- (i) **Free float** adalah banyaknya *delay* yang dapat ditugaskan untuk setiap satu kegiatan tanpa menunda kegiatan selanjutnya. *Free float*, FF_{ij} , untuk aktivitas (i,j) adalah:

$$FF_{ij} = E_j - E_i - D_{ij}.$$

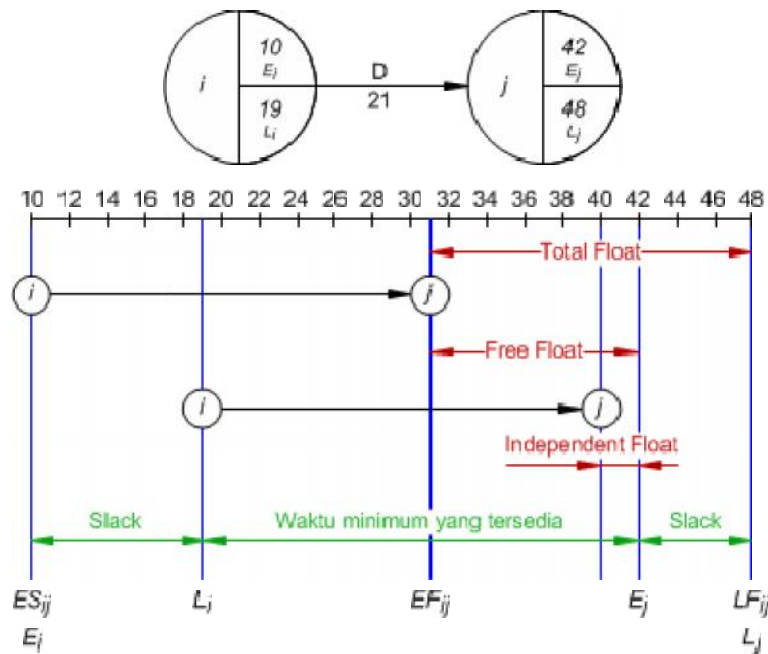
- (ii) **Independent float** adalah banyaknya *delay* yang dapat ditugaskan untuk setiap satu kegiatan tanpa menunda kegiatan selanjutnya atau membatasi penjadwalan kegiatan sebelumnya. *Independent float*, IF_{ij} , untuk kegiatan (i,j) dihitung sebagai berikut:

$$IF_{ij} = \begin{cases} 0 & E_j - L_i - D_{ij} \\ & \end{cases}$$

- (iii) **Total float** adalah maksimum banyaknya *delay* yang dapat ditugaskan untuk setiap kegiatan tanpa menunda keseluruhan proyek. *Total Float*, TF_{ij} , untuk setiap kegiatan (i,j) dihitung sebagai berikut:

$$TF_{ij} = L_j - E_i - D_{ij}$$

Secara grafis, ketiga macam *float time* dan *slack time* diilustrasikan pada contoh Gambar 5 berikut.

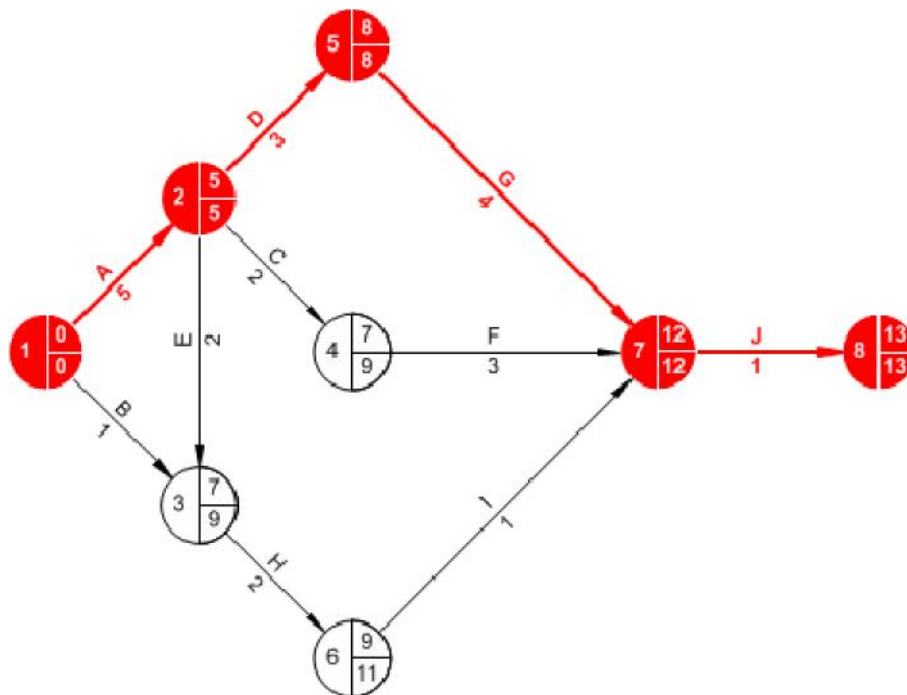


Gambar 5. Ilustrasi Contoh Float Time dan Slack Time

Delay kegiatan di jalur kritis akan menyebabkan *delay* waktu penyelesaian proyek, sedang *delay* di jalur tidak kritis mungkin tidak akan menunda waktu penyelesaian proyek sejauh *delay* tidak melebihi *slack* dan *float time* untuk masing-masing kegiatan tidak kritis

Dalam suatu *activity network diagram* mungkin saja kita menemui lebih dari satu jalur kritis, bahkan semua jalur memungkinkan untuk menjadi jalur kritis. Jalur kritis memiliki kepekaan sangat tinggi atas keterlambatan penyelesaian suatu proyek. Keterlambatan pada jalur ini akan memperlambat penyelesaian waktu proyek secara keseluruhan, meskipun kegiatan lain tidak mengalami keterlambatan. Kita dapat mempercepat penyelesaian proyek secara keseluruhan dengan mempercepat waktu penyelesaian kegiatan kritis. Jalur kritis dapat saja berubah sebagai akibat dari keterlambatan atau percepatan penyelesaian kegiatan.

Cara menentukan jalur kritis pada *activity network diagram* adalah dengan menelusuri jalur terpanjang dari awal sampai akhir proyek, yakni jalur yang melalui *node* dengan $EET = LET$, kemudian tandai jalur kritis tersebut dengan garis tebal atau berwarna. Perhatikan Gambar 6 di bawah ini, jalur yang ditandai dengan garis berwarna merah adalah jalur kritis untuk proyek dalam Tabel 1.



Gambar 6. Jalur Kritis dalam Activity Network Diagram

Gambar 6 di atas memperlihatkan *node* nomor 1, 2, 5, 7, dan 8 berada di jalur kritis. Selanjutnya perhatikan Tabel 2 di bawah ini yang memperlihatkan ES dan LS (Tabel 2.a) termasuk *float time* (Tabel 2.b) setiap kegiatan. Tampak kegiatan A, D, G, dan J berada di jalur kritis karena kegiatan-kegiatan tersebut tidak mempunyai waktu *delay* (perhatikan tanda cek pada Tabel 2.b).

Tabel Analisis Jalur Kritis

(a) Perhitungan earliest start dan latest start time

No.	Kegiatan (i, j)	Durasi, D_{ij}	EET		LET		Earliest start time, $ES_{ij} = E_i$	Latest start time, $LS_{ij} = L_j - D_{ij}$
			E_i	E_j	L_i	L_j		
1	A (1, 2)	5	0	5	0	5	0	0
2	B (1, 3)	1	0	7	0	9	0	8
3	C (2, 4)	2	5	7	5	9	5	7
4	D (2, 5)	3	5	8	5	8	5	5
5	E (2, 3)	2	5	7	5	9	5	7
6	F (4, 7)	3	7	12	9	12	7	9
7	G (5, 7)	4	8	12	8	12	8	8
8	H (3, 6)	2	7	9	9	11	7	9
9	I (6, 7)	1	9	12	11	12	9	11
10	J (7, 8)	1	12	13	12	13	12	12

(b) Perhitungan activity float time

No.	Kegiatan (i, j)	Durasi, D_{ij}	EET		LET		Free float, $FF_{ij} = E_j - E_i - D_{ij}$	Indp. float, $IF_{ij} = E_j - L_i - D_{ij}$	Total float, $TF_{ij} = L_j - E_i - D_{ij}$
			E_i	E_j	L_i	L_j			
1	A (1, 2)	5	0	5	0	5	0 ✓	0 ✓	0 ✓
2	B (1, 3)	1	0	7	0	9	6	6	8
3	C (2, 4)	2	5	7	5	9	0	0	2
4	D (2, 5)	3	5	8	5	8	0 ✓	0 ✓	0 ✓
5	E (2, 3)	2	5	7	5	9	0	0	2
6	F (4, 7)	3	7	12	9	12	2	0	2
7	G (5, 7)	4	8	12	8	12	0 ✓	0 ✓	0 ✓
8	H (3, 6)	2	7	9	9	11	0	0	2
9	I (6, 7)	1	9	12	11	12	2	0	2
10	J (7, 8)	1	12	13	12	13	0 ✓	0 ✓	0 ✓

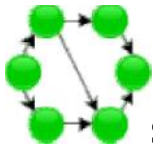
Activity network diagram yang erat kaitannya dengan metode CPM dan diagram PERT telah lama digunakan untuk tujuan memperlihatkan jalur penyelesaian suatu proyek, menemukan waktu penyelesaian proyek sesingkat mungkin, dan menggambarkan bagaimana kegiatan dapat serentak dilakukan dalam suatu proyek. Berikut hal-hal yang perlu diperhatikan dalam membuat *activity network diagram*:

1. Semua kegiatan dalam proyek, termasuk estimasi waktu yang dibutuhkan untuk setiap kegiatan, sebaiknya direncanakan dan dikomunikasikan bersama semua anggota *team* melalui mekanisme *brainstorming*. Estimasi waktu biasanya menggunakan pengalaman masa lalu atau perkiraan dari para praktisi.
2. Kegiatan terurut dari awal sampai akhir, tidak boleh ada duplikasi kegiatan. Jika penambahan suatu kegiatan terjadi, kegiatan tambahan ini harus teridentifikasi dan digambarkan.

3. Evaluasi kembali estimasi waktu terpendek, terpanjang, dan rata-rata untuk setiap kegiatan, dan identifikasi jalur terpanjang melalui jaringan.
4. Gunakan diagram untuk melacak kemajuan atau progres setiap kegiatan. Pada saat proyek berlangsung, estimasi waktu dapat diperbarui sesuai dengan diperolehnya informasi dan asumsi baru. Tak hanya estimasi waktu, kita juga mungkin akan menemukan sebuah jalur kritis baru dan perubahan bentuk jaringan.

Activity Network Diagram (Bagian Pertama)

By [Eris Kusnadi](#)



Sistem adalah serangkaian bagian-bagian yang saling berhubungan dan bergantung sehingga interaksi dan saling pengaruh dari salah satu subsistem (bagian) akan mempengaruhi keseluruhan sistem (Huse & Bowditch, 1973, p. 28). Jenis sistem yang kompleks akan lebih mudah dipahami jika digambarkan dalam sebuah diagram daripada melalui bahasa tulisan. Diagram mampu memperlihatkan saling keterkaitan yang sebenarnya antara bagian-bagian yang dapat ditampilkan dalam sistem.

Dalam perangkat manajemen proyek, kita mengenal sebuah diagram yang disebut **activity network diagram** (diagram jaringan kerja). *Activity network diagram* merupakan salah satu dari tujuh alat perencanaan manajemen (*7 management and planning tools*) atau **7 New Quality Tools** sehingga dalam businessdictionary.com disebutkan bahwa *activity network diagram* adalah salah satu alat manajemen kualitas:

A quality management tool that charts the flow of activity between separate tasks. It graphically displays interdependent relationships between groups, steps, and tasks as they all impact a project. Bubbles, boxes, and arrows are used to depict these activities and the links between them (businessdictionary.com).

Dengan *activity network diagram* dapat dilakukan analisis terhadap jadwal waktu penyelesaian proyek, masalah yang mungkin timbul jika terjadi kelambatan, *probability* selesainya proyek, biaya yang diperlukan dalam rangka mempercepat penyelesaian proyek, dan sebagainya.

Terdapat beberapa versi *activity network diagram*, namun yang luas pemakaiannya adalah:

- **CPM (critical path method)**, merupakan teknik pertama *activity network diagram* yang diperkenalkan pertama kali tahun 1957 oleh M. R. Walker dari [DuPont Company](#) and J. E. Kelley, Jr. dari [Remington Rand Univac](#).^[1]
- **PERT (program evaluation and review technique)**, yang diperkenalkan tahun 1958 oleh [U.S. Navy Special Projects Office](#).
- **PDM (precedence diagram method)**, yang dikembangkan oleh J. W. Fondahl dari Stanford University pada awal dekade 1960-an.

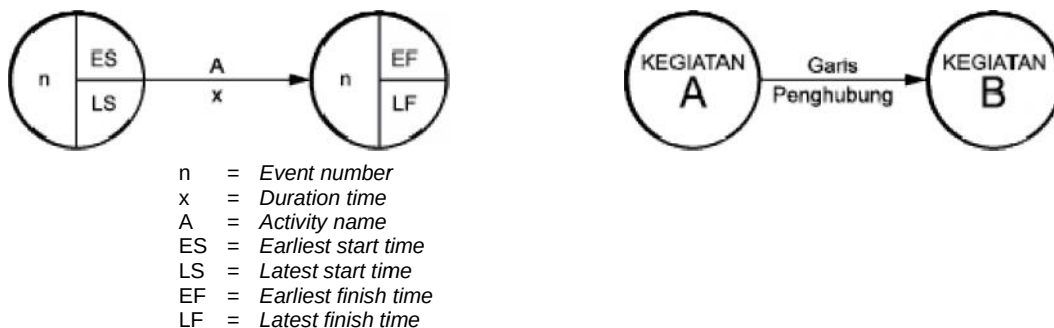
Perbedaan mendasar antara CPM dan PERT adalah terletak pada perkiraan waktu, CPM menaksir waktu dengan cara pasti (*deterministic*) sedangkan PERT dengan cara kemungkinan (*probabilistic*). Metode ketiga, PDM, memiliki jaringan kerja yang lebih sederhana karena kegiatan atau tugas-tugas digambarkan pada *node* (simpul atau sambungan

jalur), bukan pada garis panah seperti pada CPM dan PERT. Metode menggambarkan kegiatan pada *node* disebut metode diagram **AON (activity on node)**, sedangkan metode menggambarkan kegiatan pada garis panah disebut metode diagram **AOA (activity on arrow)** atau *arrow diagramming method* (ADM).

Metode Diagram AOA dan AON

Ada dua metode untuk menggambarkan *activity network diagram* yaitu:

1. *Activity on arrow* (AOA), yang mana kegiatan digambarkan pada garis panah (*arrow*) dalam hal ini *node* merupakan suatu peristiwa (*event*).
2. *Activity on node* (AON), yang mana kegiatan digambarkan pada *node* dalam hal ini garis panah (*arrow*) merupakan hubungan logis antar kegiatan.



(a) Hubungan Peristiwa Kegiatan pada Activity On Arrow

(b) Hubungan Peristiwa Kegiatan pada Activity On Node

Gambar 1. Pendekatan dalam Menggambarkan Activity Network Diagram

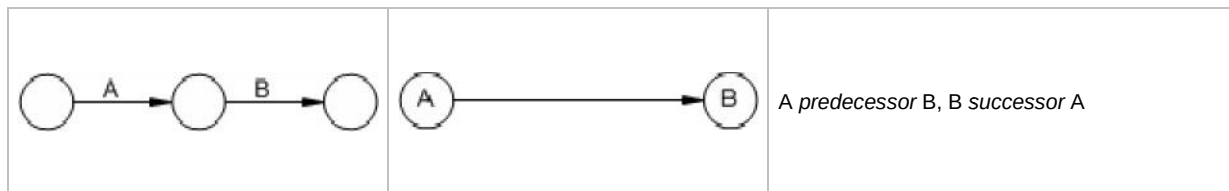
Menggambarkan diagram AOA sedikit lebih sulit dari diagram AON, begitupun pembaca yang belum berpengalaman akan lebih mudah memahami diagram AON ketimbang diagram AOA karena jaringan diagram AON memfokuskan pada kegiatan atau tugas-tugas (*tasks*) sementara diagram AOA pada peristiwa (*event*).

Untuk menggambarkan hubungan antar kegiatan dalam diagram AOA didasarkan pada hubungan kegiatan yang mendahului (*predecessor*) atau hubungan kegiatan yang mengikuti (*successor*) atau keduanya sekaligus sebagai kontrol.

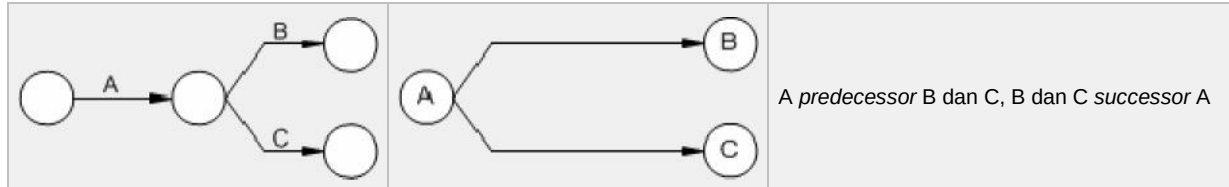
Tabel 1
Beberapa ketergantungan antar kegiatan

AOA/CPM	AON/PDM	Keterangan
---------	---------	------------

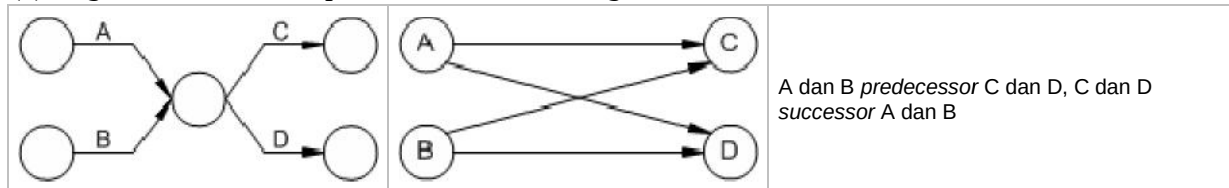
(a) Kegiatan B dimulai setelah kegiatan A selesai



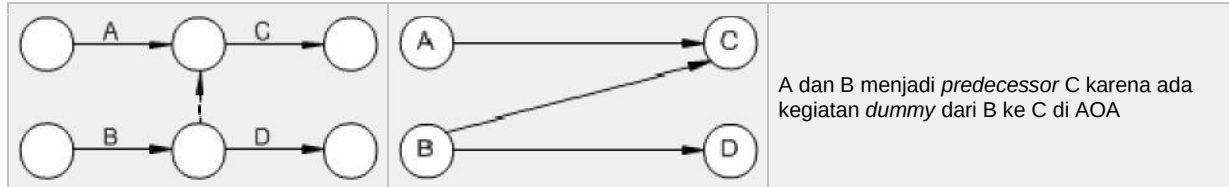
(b) Kegiatan B dan C dapat dimulai setelah kegiatan A selesai



(c) Kegiatan C dan D dapat dimulai setelah kegiatan A dan B selesai



(d) Hubungan ketergantungan dengan memakai dummy pada AOA



Pada Tabel 1 di atas, kita melihat adanya kegiatan *dummy* pada diagram AOA, sementara pada diagram AON tidak akan pernah dijumpai kegiatan *dummy*. Apa yang dimaksud dengan kegiatan *dummy*? Mengapa hanya digunakan dalam diagram AOA?

Dummy dalam Diagram AOA

Ketika suatu diagram AOA dibuat, kita mungkin akan menemukan masalah penting yang terkait dengan fungsi garis panah. Garis panah dalam diagram AOA selain berfungsi untuk menunjukkan urutan juga berfungsi sebagai simbol kegiatan dan durasinya. Dalam beberapa kasus jaringan, garis panah ini sering menimbulkan ketidakjelasan urutan dan kerancuan penyebutan suatu kegiatan.

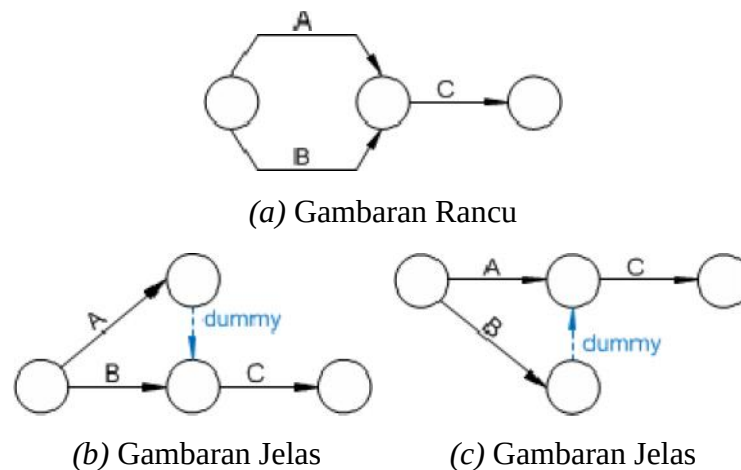
Untuk menghindari masalah tersebut, para pengembang diagram AOA membuat konsep kegiatan 'dummy' yang disimbolkan dengan garis panah putus-putus (- - - >). Kegiatan *dummy* merupakan kegiatan semu yang durasinya nol (tidak membutuhkan sumber daya), yang diselipkan ke dalam jaringan untuk menjaga logika pada jaringan.

Menurut Herjanto (2008), terdapat dua jenis kegiatan dummy, yaitu *grammatical dummy* dan *logical dummy* (p. 363).

Gramatical dummy

Gramatical dummy adalah *dummy* yang digunakan untuk menghindari kerancuan penyebutan suatu kegiatan jika ditemukan dua atau lebih kegiatan yang berasal dari peristiwa yang sama dan berakhir pada peristiwa yang sama pula, contoh: tiga kegiatan A, B, dan C pada Gambar 2.a, yang mana A dan B dimulai dan berakhir pada waktu yang sama, dan C tidak dapat dimulai setelah A dan B selesai. Kondisi A dan B dimulai dan berakhir pada waktu yang sama ini sulit dibedakan oleh algoritma penjadwalan pada komputer karena yang dibaca oleh komputer adalah peristiwa/*node*.

Meskipun diagram AOA dan AON populer digunakan, banyak paket *software* manajemen proyek, seperti Microsoft Project atau Primavera, menggunakan diagram AON karena kesederhanaannya^[2]. Komputer mengidentifikasi setiap kegiatan pada diagram AOA sesuai dengan sepasang angka yang tercantum dalam *node* di awal garis panah dan *node* di ujung garis panah. Oleh karena itu, kita perlu bantuan *dummy*, seperti ditunjukkan Gambar 2.b dan Gambar 2.c, sehingga jelas dapat dibedakan penyebutan dari masing-masing kegiatan. Untuk analisis manual tanpa komputer, penggunaan *grammatical dummy* dapat diabaikan sehingga contoh seperti Gambar 2.a bisa saja digunakan.



Gambar 2. Contoh Penggunaan Grammatical Dummy

Berikut dua panduan yang perlu diingat agar kita tidak lupa menambahkan *grammatical dummy* dalam diagram AOA:

1. Setiap kegiatan harus mempunyai identitas tersendiri yang dinyatakan oleh nomor *node* awal dan nomor *node* akhir. Jika lebih dari satu kegiatan dengan nomor pasangan *node* yang sama, maka *grammatical dummy* harus ditambahkan,

contoh:

Kegiatan A identitasnya 1-2 (dari *node* no. 1 ke *node* no. 2)

Kegiatan B identitasnya 1-3

Kegiatan C identitasnya 2-3

Kegiatan D identitasnya 2-3

Kegiatan E identitasnya 2-4

Kegiatan C dan D tidak diperbolehkan karena memiliki identitas yang sama, maka harus ditambahkan *dummy*.

2. Tidak boleh ada arus berbalik arah atau *loop* dalam diagram AOA. Pastikan *node* di ujung garis panah selalu memiliki nomor *node* lebih besar dari *node* di awal garis panah.

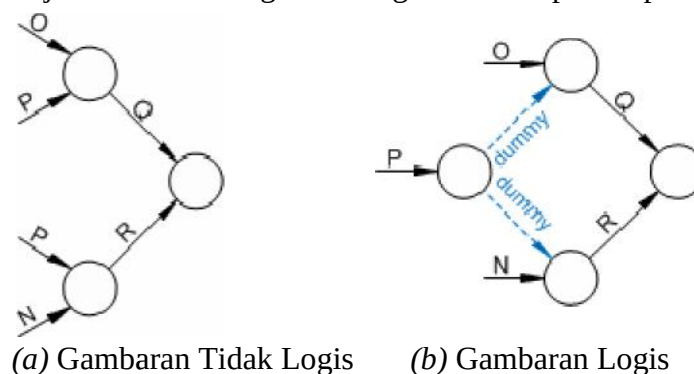
Logical Dummy

Logical dummy dipergunakan untuk memperjelas hubungan antar kegiatan. Perhatikan penggambaran diagram yang salah dalam kolom 3 pada Tabel 2, diagram tersebut dapat dibaca C dan D dapat dimulai setelah A dan B selesai. Padahal maksud sesungguhnya adalah D dapat dimulai setelah A dan B selesai, sedangkan C hanya membutuhkan A sebagai *predecessor*. Untuk menggambarkan logika ini, kita memerlukan *dummy* untuk memperjelas maksud tersebut, seperti ditunjukkan pada kolom 4 Tabel 2.

Tabel 2
Contoh penggunaan *logical dummy*

Kegiatan	Predecessor	Salah	Benar
A	—		
B	—		
C	A		
D	A, B		

Contoh lain diperlihatkan Gambar 3. Kegiatan Q dan R berakhir pada *node* yang sama dan keduanya punya *predecessor* yang sama yaitu P, namun Q punya *predecessor* lain yaitu O (yang bukan *predecessor* R), sementara R punya *predecessor* lain yaitu N (yang bukan *predecessor* Q). Artinya Q dan R tidak berbagi semua set *predecessor* yang sama. Jika digambarkan tanpa kegiatan *dummy*, seperti pada Gambar 3.a, maka diagram akan terlihat tidak logis karena P memiliki identitas rangkap. Oleh karena itu, dua kegiatan *dummy* perlu disisipkan agar menunjukkan urutan kegiatan dengan benar seperti diperlihatkan Gambar 3.b.



Gambar 3. Contoh Penggunaan Logical Dummy

Kemudahan Diagram AON vs. Popularitas Diagram AOA

Kegiatan *dummy* tidak diperlukan dalam diagram AON, dan siapapun akan bilang diagram AON nampak lebih rapih dan mudah ketimbang diagram AOA. Hal ini juga mungkin

menjadi alasan mengapa semua paket *software* manajemen proyek menggunakan diagram AON. Bahkan para akademisi sudah menyarankan untuk mengurangi dominasi diagram AOA dalam buku-buku pengantar *operational research / management science* (misalnya, Sniedovich, 2005).

Diagram AOA jarang digunakan di luar bidang akademik karena tingkat kesulitan AOA lebih tinggi di banding AON, seperti yang dikatakan Shogan (1988) bahwa pembangunan jaringan AOA memerlukan lebih banyak waktu dan usaha karena memerlukan wawasan dan kreativitas agar kegiatan *dummy* secara tepat digunakan dalam jaringan (Sniedovich, 2005, p.52). Lalu mengapa kita masih mempertimbangkan penggunaan diagram AOA beserta kegiatan *dummy*-nya?

Jika dibandingkan dengan diagram AON, diagram AOA lebih mudah dan cepat digambarkan dalam bentuk sketsa tangan sehingga cocok dengan prinsip *7 New Quality Tools* yang menggunakan mekanisme *brainstorming*. Diagram AOA sangat berguna selama sesi *brainstorming* atau perencanaan *team* di awal suatu proyek karena dapat menghemat waktu berharga pada *meeting* perencanaan awal yang biasa dihadiri oleh karyawan-karyawan yang sibuk.

Selain bermanfaat dalam sesi *brainstorming*, diagram AOA masih sangat umum digunakan dalam manajemen proyek. Dari perspektif akademik diagram AOA masih berguna, terutama untuk tujuan optimasi, karena sebagian besar formula-formula *linear programming* untuk mencari jalur kritis (*critical path*) didasarkan pada diagram AOA.

Selanjutnya dengan menggunakan diagram AOA, kita akan membahas bagaimana cara menjadwalkan proyek di *posting* [bagian kedua](#).