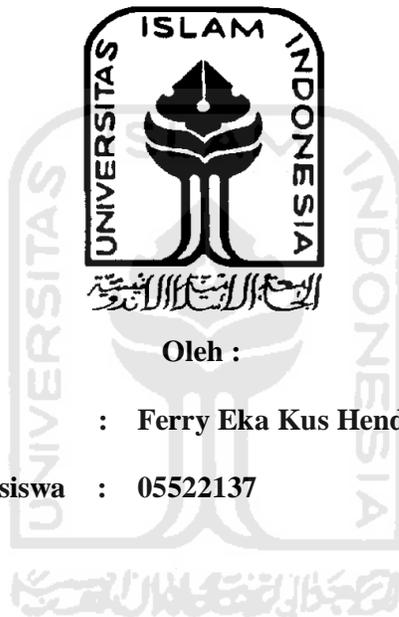


TUGAS AKHIR

OPTIMALISASI PELAKSANAAN PROYEK DENGAN METODE CPM DAN PERT (Studi kasus Pembangunan Tanggul Bronjong di DAS OPAK)

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Teknik Industri**



Oleh :

Nama : Ferry Eka Kus Hendratmoko
No. Mahasiswa : 05522137

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2012

LEMBAR PENGAKUAN

Demi Allah saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual, saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.



Yogyakarta, 17 April 2012



Ferry Eka Kushendratmoko

05 522 137



WASKITA

PT. WASKITA KARYA (Persero)

INDUSTRI KONSTRUKSI

DIVISI IV - CABANG D.I. YOGYAKARTA

Perum Taman Alamanda A-3, Jl. Kabupaten KM. 3.8, Trihanggo, Sleman, Yogyakarta 55294. Telp. (0274) 641 5338 Fax. (0274) 641 5337 • E-mail: wk-wt.diy@waskita.co.id • Homepage: www.waskita.co.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : 45/WK / DIV.IV / Merapi / 2012

Yang Bertandatangan dibawah ini :

Nama : Ir. Marsudi
Jabatan : Kepala Proyek
Proyek : Perbaikan Darurat Bencana Erupsi G. Merapi (Lanjutan – 2)

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa mahasiswa tersebut dibawah ini :

Nama : Ferry Eka Kushendratmoko
Nim : 05 522 137
Jurusan : Teknik Industri
Fakultas : Teknologi Industri
Universitas : Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

Telah melakukan penelitian di PT. WASKITA KARYA proyek Perbaikan Darurat Bencana Erupsi G. Merapi (Lanjutan – 2) berdasarkan surat nomor : 1004/Ka.Prodi/TA-TI/20/I/2012 tanggal 11 Januari 2012, dengan judul Penelitian “Optimalisasi Pelaksanaan Proyek dengan Metode CPM dan PERT (Studi Kasus Pembangunan Tanggul Bronjong di DAS OPAK)” pada Proyek Pekerjaan Perbaikan Darurat Bencana Erupsi G.Merapi (Paket-5) Lanjutan 2.

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 18 April 2012



Ir. Marsudi

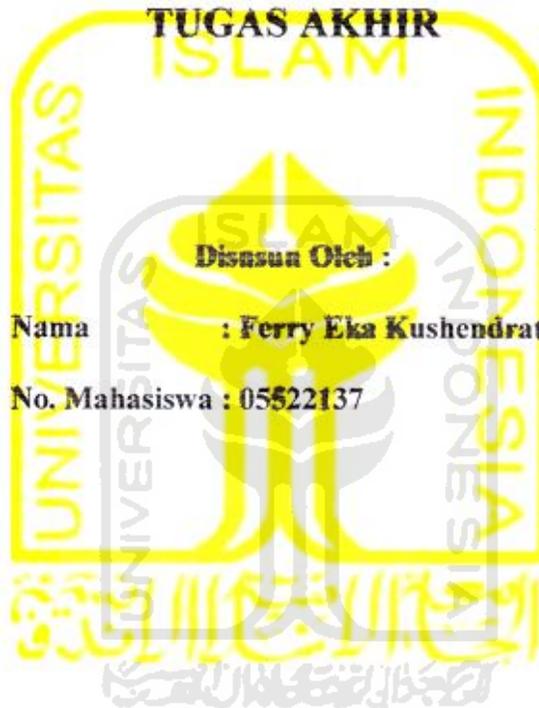
Kepala Proyek

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**OPTIMALISASI PELAKSANAAN PROYEK
DENGAN METODE CPM DAN PERT
(Studi Kasus Pembangunan Tanggul Bronjong di DAS OPAK)**

TUGAS AKHIR

ISLAM



Disusun Oleh :

Nama : Ferry Eka Kushendratmoko

No. Mahasiswa : 05522137

Yogyakarta, April 2012

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'A. Jalal', is positioned above the name of the supervisor.

Drs. HR. Abdul Jalal, MM.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
OPTIMALISASI PELAKSANAAN PROYEK
DENGAN METODE CPM DAN PERT
(Studi kasus Pembangunan Tanggul Bronjong di DAS OPAK)

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Ferry Eka Kushendratmoko
No. Mahasiswa : 05522137

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai
Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Teknik Industri
Yogyakarta, 1 Mei 2012

Tim Penguji

Drs. HR, Abdul Jalal, MM

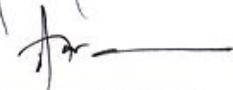
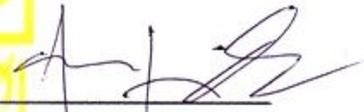
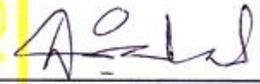
Ketua

Taufiq Immawan, ST, MM

Anggota I

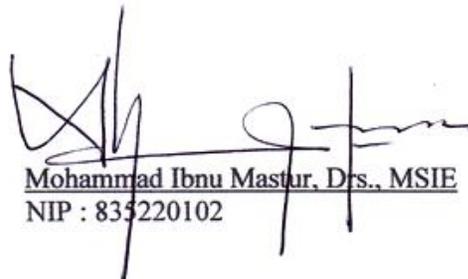
Sri Indrawati, ST., M. Eng.

Anggota II



Mengetahui,

Ka. Prodi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Mohammad Ibnu Mastur, Drs., MSIE
NIP : 835220102

1/5 2012

HALAMAN PERSEMBAHAN

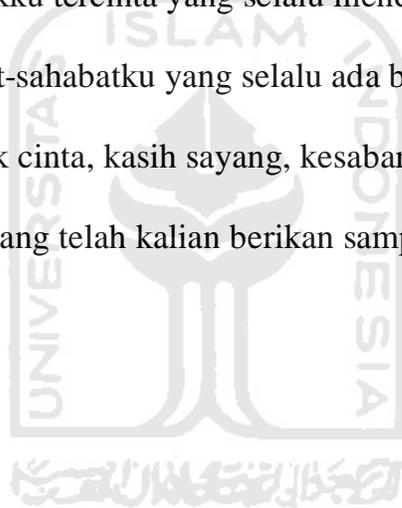
Kupersembahkan karya ini untuk :

Bapak dan Ibu tercinta yang telah memberikan segala cinta dan kasih sayang dan yang telah mengajari tentang arti hidup hingga membuat diriku menjadi pribadi yang tangguh

Adik-adikku tercinta yang selalu mendukungku

Sahabat-sahabatku yang selalu ada buat aku

Terima kasih untuk cinta, kasih sayang, kesabaran, pengertian dan perhatian yang telah kalian berikan sampai saat ini.



MOTTO

“Barangsiapa menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah mudahkan baginya jalan menuju Surga.” (HR. Muslim)

كُتِبَ عَلَيْكُمُ الْقِتَالُ وَهُوَ كُرْهٌ لَّكُمْ وَعَسَىٰ أَن تَكْرَهُوا شَيْئًا
وَهُوَ خَيْرٌ لَّكُمْ وَعَسَىٰ أَن تُحِبُّوا شَيْئًا وَهُوَ شَرٌّ لَّكُمْ وَاللَّهُ يَعْلَمُ
وَأَنْتُمْ لَا تَعْلَمُونَ ﴿١١٦﴾

Diwajibkan atas kamu berperang, padahal berperang itu adalah sesuatu yang kamu benci. Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui”. (Q.S. Al Baqarah :216)

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾

"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan". (Al Insyirah 5)

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum, Wr. Wb.

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan petunjuk sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “**Optimalisasi Pelaksanaan Proyek dengan Metode CPM dan PERT (Studikasis Pembangunan Tanggul Bronjongdi DAS OPAK)**” sesuai dengan waktu yang diharapkan.

Adapun tugas akhir ini dilaksanakan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan jenjang strata satu (S1) di Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Drs. HR. Abdul Jalal, MM selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang banyak memberi masukan dan bimbingan kepada penulis.
4. Bapak Ir. Marsudi dan Bapak Waskito Sunu selaku Kepala Proyek dan Kasie Teknik Pekerjaan Perbaikan Darurat Bencana Erupsi G. Merapi (paket-5) Lanjutan 2 PT. WASKITA KARYA yang telah memberikan izin penelitian dan semua karyawan PT. WASKITA KARYA yang telah menerima keberadaan penulis dengan baik.

5. Kedua orang tua yaitu Bapak Darisman dan Ibu Sriyatun, adik Bayu Anggriawan, adik Maryani dan seluruh keluarga yang telah memberikan kasih sayang, dukungan dan perhatiannya.
6. Semua pihak yang telah memberi semangat, dukungan dan segala masukan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Untuk itulah penulis menunggu masukan yang berguna untuk perbaikan selanjutnya.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi para pembacanya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Yogyakarta, 17 April 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGAKUAN	ii
SURAT KETERANGAN PERUSAHAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1. Proyek	8
2.2. Manajemen Proyek	13

2.3. CPM (Critical Part Method)	16
2.4. Jaringan Kerja.....	16
2.5. Lintasan Kritis	22
2.6. PERT.....	24
2.7. Perbedaan PERT dan CPM	27
2.8. Durasi Proyek	28
2.9. Analisis Optimasi.....	28
2.10. Penelitian Terdahulu	30
2.11. Kerangka Pemikiran.....	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1. Variabel Penelitian dan Definisi Opeasional.....	32
3.1.1. Variabel Penelitian.....	32
3.1.2. Definisi Operasional	32
3.2. Jenis dan Sumber Data.....	33
3.2.1. Jenis Data	33
3.2.2. Sumber Data	35
3.3. Metode Pengumpulan Data.....	35
3.4. Metode Analisis	36
3.4.1. Metode CPM	38
3.4.2. Metode PERT	40
3.5. Diagram Alir Penelitian (<i>Flow chart</i>)	43
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	44
4.1. Pengumpulan Data	44

4.1.1. Profil Perusahaan	44
4.1.2. Visi dan Misi Perusahaan.....	47
4.1.3. Nilai Budaya	47
4.1.4. Motto Perusahaan	48
4.1.5. Kebijakan Perusahaan	48
4.2.Pengolahan Data	48
4.2.1. Objek Penelitian.....	48
4.2.2. Analisis Data	49
4.2.3. Penyusunan Jaringan Kerja (<i>Network Planning</i>).....	49
4.2.4. Jalur Kritis (<i>Critical Path Method</i>).....	51
4.2.5. PERT (<i>Program Evaluation and Review Technique</i>).....	53
BAB V PEMBAHASAN	58
5.1 Analisis Penjadwalan Proyek Oleh PT. WASKITA KARYA	58
5.2 Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Metode CPM-PERT	59
BAB VI PENUTUP	61
6.1.Kesimpulan	61
6.2.Saran	62

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Manajemen Proyek dengan Manajemen Klasik	13
Tabel 4.1 Daftar Aktifitas Utama, Satuan, Volume dan Biaya Proyek.....	49
Tabel 4.2 Daftar Uraian Aktifitas Pekerjaan Proyek	50
Tabel 4.3 Daftar Aktifitas Utama pada Jalur Kritis.....	52
Tabel 4.4 Daftar aktifitas utama, waktu optimis, waktu pesimis, waktu realistik. Standar deviasi dan varian kegiatan	54
Tabel 4.5 Varian dan deviasi standar proyek pada lintasan kritis.....	55
Tabel 4.6 Daftar upah kerja lembur.....	56
Tabel 4.7 Perhitungan upah kerja lembur.....	57



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan Keperluan Sumber Daya Terhadap Waktu dalam Siklus Proyek	11
Gambar 2.2 kegiatan A pendahulu kegiatan B dan kegiatan B pendahulu kegiatan C	19
Gambar 2.3 Kegiatan A dan B merupakan pendahulu kegiatan C.....	19
Gambar 2.4 Kegiatan A dan B merupakan pendahulu kegiatan C dan D	19
Gambar 2.5 Kegiatan B merupakan pendahulu kegiatan C dan D.....	20
Gambar 2.6 Gambar yang salah bila kegiatan A, B dan C mulai dan	20
Gambar 2.7 Kegiatan A, B, dan C selesai pada kejadian yang sama	20
Gambar 2.8 Perbandingan dua pendekatan menggambarkan jaringan kerja...	21
Gambar 2.9 Notasi yang digunakan pada Node kegiatan	23
Gambar 2.10 Tiga macam taksiran waktu pada distribusi beta	26
Gambar 2.11 <i>Expected value</i> , Nilai tengah, a, m, b, dan distribusi beta.	27
Gambar 2.12 Empat parameter model CPM.....	29
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian (<i>Flow chart</i>)	43

ABSTRAK

Pemerintah melalui BNPB meakukan tanggap darurat untuk membantu korban bencana erupsi G. Merapi dengan Proyek Pekerjaan Darurat Bencana Erupsi G. Merapi yang dikerjakanoleh PT. WASKITA KARYA. Demi kelancaran jalannya sebuah proyek dibutuhkan manajemen yang akan mengelola proyek dari awal hingga proyek berakhir, yakni manajemen proyek. Keberhasilan ataupun kegagalan dari pelaksanaan proyek sering kali disebabkan kurangnya perencanaan kegiatan proyek serta pengendalian yang kurang efektif, sehingga kegiatan proyek tidak efisien, hal ini akan mengakibatkan keterlambatan, menurunnya kualitas pekerjaan dan membengkaknya biaya pelaksanaan. Perencanaan kegiatan-kegiatan proyek merupakan masalah yang sangat penting karena perencanaan kegiatan merupakan dasar untuk proyek bisa berjalan dan agar proyek yang dilaksanakan dapat selesai dengan waktu yang optimal. Proyek Pekerjaan Darurat Bencana Erupsi G. Merapi ini diperlukan analisis optimalisasi durasi proyek dan biaya sehingga dapat diketahui berapa lama suatu proyek tersebut dapat diselesaikan dengan berapa besar biaya yang dikeluarkan dan mencari adanya kemungkinan percepatan waktu pelaksanaan proyek dengan metode PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) dan CPM (*Critical Path Method* –Metode Jalur Kritis). Hasil analisis penelitian menunjukkan optimalisasi waktu pelaksanaan proyek selama 9 hari yang semula 174 hari menjadi 65 hari dengan percepatan durasi proyek. Percepatan durasi proyek ini dilakukan dengan penambahan jam kerja lembur pada aktifitas pemasangan bronjong dan pengisian batu kali, sehingga diperoleh penambahan biaya tenaga kerja Rp. 13.526.007,80. Biaya tenaga kerja tersebut berpengaruh terhadap biaya total pelaksanaan proyek yang semula Rp.3.978.727.827,73,- menjadi sebesar Rp. 3.992.253.835,53

Kata Kunci :Manajemen proyek, perencanaan, pengendalian, optimalisasi, metode CPM-PERT

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Gunung “Merapi” yang terletak diperbatasan antara Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu gunung berapi teraktif di Dunia. Gunung berapi ini memiliki siklus erupsi yang pendek yaitu $\pm 3 - 5$ tahun. Siklus tahunan tersebut menyebabkan penduduk yang menghuni sekitar lereng Gunung Merapi mengharuskan lebih waspada akan dampak erupsi primer secara langsung yakni bahaya awan panas, gas beracun, abu vulkanik, bahkan lava pijar dan juga bahaya sekunder pasca erupsi yaitu ancaman lahar dingin material muntahan gunung yang berlangsung pada saat musim penghujan tiba. Bahaya sekunder pasca erupsi Gunung Merapi tersebut tidak kalah bahayanya karena dapat merusak areal perkebunan, persawahan, pemukiman bahkan keselamatan jiwa penduduk dibantaran sungai yang berhulu dikaki Gunung Merapi. Erupsi Gunung Merapi yang terjadi pada akhir tahun 2010 yang lalu merupakan Erupsi terbesar sepanjang 100 tahun terakhir yang menyebabkan ribuan orang harus mengungsi ketempat yang lebih aman, banyak juga yang kehilangan tempat tinggal bahkan ratusan diantaranya meninggal dunia karena terkena awan panas. Setelah setahun berlalu kini ancaman Gunung Merapi masih saja terjadi, bukan karena bahaya primernya melainkan bahaya sekunder yaitu lahar dingin. Terlebih pada musim penghujan lahar dingin Merapi tersebut mengancam dikarenakan akibat dari curah hujan yang tinggi dikaki gunung sehingga menyebabkan hulu sungai tidak dapat lagi menampung aliran lahar dingin. Hal tersebut disebabkan daerah-daerah lereng dan kaki gunung telah gundul akibat pepohonan yang sedianya menampung curah hujan berganti dengan jutaan meter kubik material pasir dan batu. Sungai-sungai tersebut diantaranya adalah Sungai Putih di Magelang, Sungai Krasak, Sungai Mbojong, Sungai Kuning, Sungai Opak, Sungai Gendol di Daerah Istimewa Yogyakarta dan Sungai Woro di Klaten Jawa Tengah.

Untuk mengurangi dampak resiko ancaman bahaya banjir lahar dingin tersebut Pemerintah pusat melalui Badan Nasional Penanggulangan Bencana

(BNPB) melakukan Proyek antisipasi-antisipasi yang diantaranya adalah Proyek Normalisasi Sungai dan Proyek Pembangunan Tanggul dengan menggunakan Bronjong. Proyek-proyek tersebut dilakukan disungai-sungai yang berhulu dikaki Gunung Merapi. Dikhawatirkan apabila Proyek Normalisasi sungai dan Proyek Pembangunan tanggul dengan menggunakan Bronjong tersebut tidak segera dilakukan, makasungai-sungai tersebut tidak mampu menahan debit air yang membawa material muntahan gunung yang sangat besar. Nantinya dapat merusak areal perkebunan, persawahan dan pemukiman penduduk disekitaran sungai bahkan dapat membahayakan jiwa mereka apabila banjir tiba-tiba datang pada saat musim penghujan. Proyek Normalisasi sungai ini menggunakan alat berat yang bernama *Back Hoe* untuk mengeruk dasar sungai yang telah penuh dengan tumpukan material batu dan pasir dari gunung. Kemudian menjadikan tanggul-tanggul dikanan dan dikiri sungai. BNPB sendiri telah mengerahkan \pm 30 Unit alat berat berupa *Back Hoe* yang tersebar di 7 aliran sungai dan di beberapa titik lokasi. Selain menormalkan alur aliran sungai fingsi Proyek Normalisasi ini juga membangun tanggul buatan dari Kawat Bronjong. Proyek Pembangunan Tanggul dengan menggunakan kawat bronjong ini ditempatkan pada lokasi-lokasi rawan seperti alur sungai yang menikung dan sekitar pemukiman warga yang dilewati alur sungai, difungsikan agar dapat memperkuat tanggul dari tumpukan material batu dan pasir yang telah dibuat sebelumnya.

Proyek sendiri dapat diartikan sebagai kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu yang terbatas dengan mengalokasikan sumberdaya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau *deliverable* yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas (Soeharto,1999). Semakin maju peradaban manusia, semakin besar dan kompleks proyek yang dikerjakan dengan melibatkan penggunaan bahan-bahan (material), tenaga kerja, dan teknologi yang semakin canggih. Dalam pelaksanaan proyek pada umumnya memiliki batas waktu (*deadline*), artinya proyek tersebut harus dilaksanakan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Berkaitan dengan masalah proyek ini maka keberhasilan pelaksanaan sebuah proyek tepat pada waktunya merupakan tujuan yang penting baik bagi pemilik proyek maupun kontraktor sebagai pelaksana proyek.

Demi kelancaran jalannya sebuah proyek dibutuhkan manajemen yang akan mengelola proyek dari awal hingga proyek berakhir, yakni manajemen proyek. Bidang manajemen proyek tumbuh dan berkembang karena adanya kebutuhan dalam dunia industri modern untuk mengkoordinasi dan mengendalikan berbagai kegiatan yang kian kompleks. Manajemen proyek memiliki sifat istimewa, dimana waktu kerja manajemen dibatasi oleh jadwal yang telah ditentukan. Perubahan kondisi yang begitu cepat menuntut setiap pimpinan yang terlibat dalam proyek untuk dapat mengantisipasi keadaan, serta menyusun bentuk tindakan yang diperlukan. Hal ini dapat dilakukan bila ada konsep perencanaan yang matang dan didasarkan pada data, informasi, kemampuan dan pengalaman.

Keberhasilan ataupun kegagalan dari pelaksanaan seringkali disebabkan kurang terencananya kegiatan proyek serta pengendalian yang kurang efektif, sehingga kegiatan proyek tidak efisien, hal ini akan mengakibatkan keterlambatan, menurunnya kualitas pekerjaan dan membengkaknya biaya pelaksanaan. Keterlambatan pelaksanaan proyek sendiri adalah kondisi yang sangat tidak dikehendaki, karena hal ini dapat merugikan kedua belah pihak baik dari segi waktu maupun biaya. Dalam kaitannya dengan waktu dan biaya produksi, perusahaan harus bisa seefisien mungkin dalam penggunaan waktu disetiap kegiatan atau aktifitas, sehingga biaya dapat diminimalkan dari rencana semula.

Pada pembangunan sebuah tanggul misalnya, diperlukan adanya penanganan manajemen penjadwalan kerja yang baik, karena itu perlu ditagani dengan perhitungan yang cermat dan teliti. Suatu proyek dikatakan baik jika penyelesaian proyek tersebut efisien ditinjau dari segi waktu dan biaya sertamencapai efisiensi kerja baik manusia ataupun alat (Badri, 1997). Kebutuhan sumberdaya untuk masing-masing aktivitas proyek bisa berbeda sehingga ada kemungkinan ada fruktiasi kebutuhan sumberdaya. Fruktuasi kebutuhan ini akan berpengaruh terhadap anggaran, karena adakalanya sumberdaya tidak diberdayakan sedangkan biaya tetap keluar, yang disebut dengan biaya tetap (*fixed cost*).

Perencanaan kegiatan-kegiatan proyek merupakan masalah yang sangat penting karena perencanaan kegiatan merupakan dasar untuk proyek bisa berjalan dan agar proyek yang dilaksanakan dapat selesai dengan waktu yang optimal. Pada

tahapan perencanaan proyek, diperlukan adanya estimasi durasi waktu pelaksanaan proyek. Realita dilapangan menunjukkan bahwa waktu penyelesaian sebuah proyek bervariasi, akibat perkiraan waktu penyelesaian suatu proyek tidak bisa dipastikan akan dapat ditepati. Tingkat ketepatan estimasi waktu penyelesaian proyek ditentukan oleh tingkat ketepatan perkiraan durasi setiap kegiatan didalam proyek. Selain perkiraan ketepatan waktu, penegasan hubungan antar kegiatan suatu proyek juga diperlukan untuk perencanaan suatu proyek. Dalam mengestimasi waktu dan biaya sebuah proyek maka diperlukan optimalisasi. optimalisasi biasanya dilakukan untuk mengoptimalkan sumberdaya yang ada serta meminimalkan resiko namun tetap mendapatkan hasil yang optimal. Oleh karena itu dalam Proyek Normalisasi sungai dan Proyek Pembangunan tanggul dengan menggunakan Bronjong ini diperlukan analisis optimalisasi durasi proyek dan biaya sehingga dapat diketahui berapa lama suatu proyek tersebut dapat diselesaikan dengan berapa besar biaya yang dikeluarkan dan mencari adanya kemungkinan percepatan waktu pelaksanaan proyek dengan metode PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) dan CPM (*Critical Path Method – Metode Jalur Kritis*).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latarbelakang masalah yang telah dikemukakan diatas, maka dapat diidentifikasi permasalahan yang dihadapi antaralain :

- a. Bagaimana bentuk jaringan kerja atau *Network* proyek pembangunan tanggul bronjong penahan banjir lahar dingin Gunung Merapi dialiran sungai Opak Cangkringan Sleman?
- b. Berapa durasi optimal proyek pembangunan tanggul bronjong penahan banjir lahar dingin Gunung Merapi di aliran sungai Opak Cangkringan Sleman?
- c. Berapa total biaya proyek pembangunan tanggul bronjong penahan banjir lahar dingin Gunung Merapi di aliran sungai Opak Cangkringan Sleman dengan durasi proyek optimal?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan lebih fokus, maka perlu adanya batasan masalah antara lain :

- a. Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan tanggul bronjong penahan banjir lahar dingin Gunung Merapi aliran sungai Opak di wilayah Dusun Panggung Argomulyo Cagkringan Sleman Yogyakarta.
- b. Pelaksana proyek adalah PT. WASKITA KARYA.
- c. Data yang diambil adalah data internal dan eksternal perusahaan.
- d. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Critical Part Method* (CPM) dan PERT.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah diatas adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui jaringan kerja atau *Network* proyek pada pembangunan tanggul bronjong penahan banjir lahar dingin Gunung Merapi di aliran sungai Opak Cangkringan Sleman.
- b. Mengetahui durasi optimal pengerjaan pembangunan tanggul bronjong penahan banjir lahar dingin Gunung Merapi di aliran sungai Opak Cangkringan Sleman.
- c. Mengetahui total biaya proyek pembangunan tanggul bronjong penahan banjir lahar dingin Gunung Merapi di aliran sungai Opak Cangkringan Sleman dengan durasi proyek optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagi penulis
Untuk menambah wawasan dan pengetahuan tentang manajemen proyek serta mendapatkan gambaran sesungguhnya antara teori yang didapatkan dengan fakta di lapangan.
- b. Bagi Institusi

Diharapkan dapat menjadi masukan dan evaluasi bagi kontraktor dalam perencanaan kegiatan-kegiatan sehingga mendapatkan durasi waktu dan biaya yang optimal.

c. Bagi masyarakat umum

Diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi bacaan untuk menambah ilmu pengetahuan bagi para pembaca. Selain itu dapat digunakan sebagai acuan penelitian berikutnya mengingat masih banyaknya faktor-faktor yang belum masuk dalam penelitian ini.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar lebih terstruktur, tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan menguraikan secara singkat mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab Tinjauan Pustaka berisi uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan. Di samping itu juga berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian, dasar-dasar teori untuk mendukung kajian yang akan dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ketiga ini menguraikan bahan atau materi penelitian, alat, tata cara penelitian dan data yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai dan sesuai dengan bagan alir yang telah dibuat.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menguraikan data-data yang dihasilkan selama penelitian dan pengolahan data tersebut dengan metode yang telah ditentukan hasil analisis.

BAB V PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil penelitian berupa tabel hasil pengolahan data, grafik, persamaan atau model serta analisis yang menyangkut penjelasan teoritis

secara kualitatif, kuantitatif maupun statistik dari hasil penelitian dan kajian untuk menjawab tujuan penelitian.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran. Kesimpulan memuat pernyataan singkat dan tepat yang dijabarkan dari hasil penelitian serta pembahasan untuk membuktikan hipotesis atau menjawab permasalahan. Saran dibuat berdasarkan pengalaman dan pertimbangan penulis, ditujukan kepada para peneliti dalam bidang yang sejenis, yang ingin melanjutkan dan mengembangkan penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

- **Daftar Tabel**
- **Daftar Gambar**



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Proyek

Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumberdaya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau *deliverable* yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas. proyek merupakan bagian dari program kerja suatu organisasi yang sifatnya temporer untuk mendukung pencapaian tujuan organisasi, dengan memanfaatkan sumberdaya manusia maupun non sumberdaya manusia.

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

Menurut Subagya (2000) :

Proyek adalah suatu pekerjaan yang memiliki tanda-tanda khusus sebagai berikut, yaitu :

1. Waktu mulai dan selesainya telah direncanakan.
2. Merupakan suatu kesatuan pekerjaan yang dapat dipisahkan dari yang lain.
3. Biasanya volume pekerjaan besar dan hubungan antar aktifitas kompleks.

Heizer dan Render (2005), menjelaskan bahwa proyek dapat didefinisikan sebagai sederetan tugas yang diarahkan kepada suatu hasil utama. Kegiatan proyek dalam proses mencapai hasil akhirnya dibatasi oleh anggaran, jadwal, dan mutu yang harus dipenuhi, dibedakan dari kegiatan operasional. Hal tersebut

karena sifatnya yang dinamis, non rutin, multi kegiatan dengan intensitas yang berubah-ubah, serta memiliki siklus yang pendek.

Menurut Yamit (1998), setiap pekerjaan yang memiliki kegiatan awal dan memiliki kegiatan akhir, dengan kata lain setiap pekerjaan yang dimulai pada waktu tertentu dan direncanakan selesai atau berakhir pada waktu yang telah ditetapkan disebut proyek.

Berdasarkan pengertian-pengertian proyek di atas, maka ciri-ciri proyek antara lain :

1. Memiliki tujuan tertentu berupa hasil kerja akhir.
2. Sifatnya sementara karena siklus proyek relative pendek.
3. Dalam proses pelaksanaannya, proyek dibatasi oleh jadwal, anggaran biaya, dan mutu hasil akhir.
4. Merupakan kegiatan nonrutin, tidak berulang-ulang.
5. Keperluan sumberdaya berubah, baik macam maupun volumenya.

Menurut Soeharto (1999), proyek dapat dikelompokkan menjadi :

a. Proyek Engineering-Konstruksi

Terdiri dari pengkajian kelayakan, desain engineering, pengadaan, dan konstruksi.

b. Proyek Engineering-Manufaktur

Dimaksudkan untuk membuat produk baru, meliputi pengembangan produk, manufaktur, perakitan, ujicoba fungsi dan operasi produk yang dihasilkan.

c. Proyek Penelitian dan Pengembangan

Bertujuan untuk melakukan penelitian dan pengembangan dalam rangka menghasilkan produk tertentu.

d. Proyek Pelayanan Manajemen

Proyek pelayanan manajemen tidak memberikan hasil dalam bentuk fisik, tetapi laporan akhir, misalnya merancang system operasi manajemen.

e. Proyek Kapital

Proyek capital merupakan proyek yang berkaitan dengan penggunaan dana capital untuk investasi.

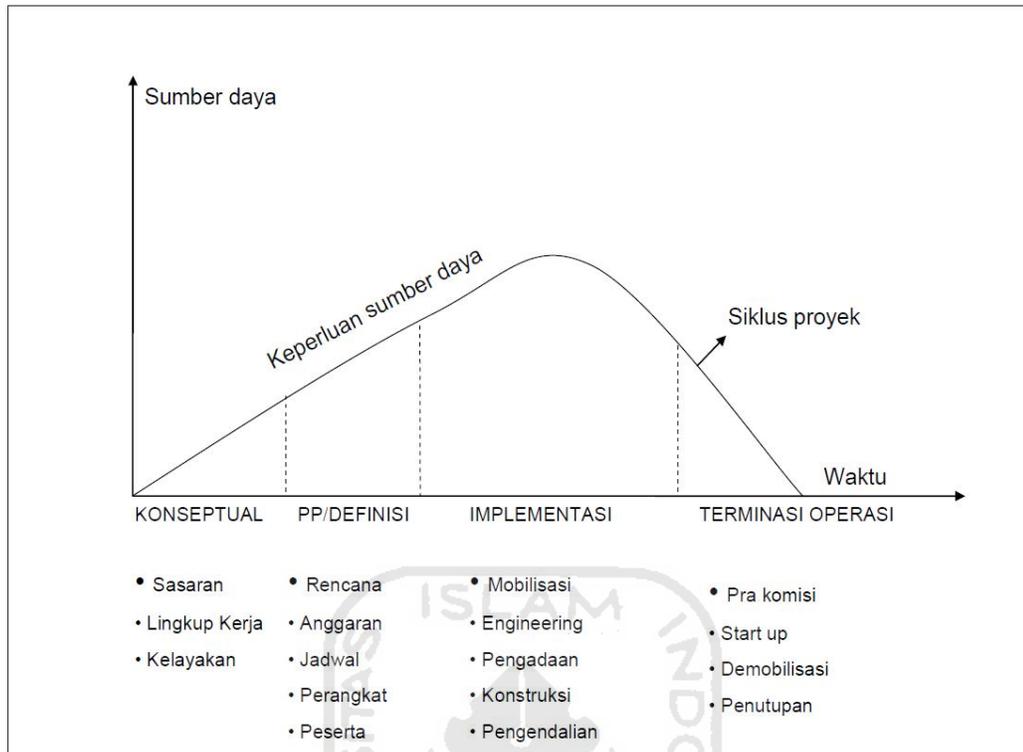
f. Proyek Radio-Telekomunikasi

Bertujuan untuk membangun jaringan telekomunikasi yang dapat menjangkau area yang luas dengan biaya minimal.

g. Proyek Konservasi Bio-Diversity

Proyek konservasi bio-diversity merupakan proyek yang berkaitan dengan usaha pelestarian lingkungan.

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



Gambar 2.1 Hubungan Keperluan Sumber Daya Terhadap Waktu dalam Siklus Proyek

Menurut Soeharto (1999), salah satu sistematika penahapan yang disusun oleh PMI (*Project Management Institute*) terdiri dari tahap-tahap konseptual, perencanaan dan pengembangan (PP/Definisi), implementasi, dan terminasi.

a. Tahap Konseptual

Dalam tahap konseptual, dilakukan penyusunan dan perumusan gagasan, analisis pendahuluan, dan pengkajian kelayakan, *Deliverable* akhir pada tahap ini adalah dokumen hasil studi kelayakan.

b. Tahap PP/Definisi

Kegiatan utama dalam tahap PP/definisi adalah melanjutkan evaluasi hasil kegiatan tahap konseptual, menyiapkan perangkat (berupa data, spesifikasi teknik, engineering, dan komersial), menyusun perencanaan dan membuat

keputusan strategis, serta memilih peserta proyek. *Deliverable* akhir pada tahap ini adalah dokumen hasil analisis lanjutan kelayakan proyek, dokumen rencana strategis dan operasional proyek, dokumen anggaran biaya, jadwal induk, dan garis besar kriteria mutu proyek.

c. Tahap Implementasi

Pada umumnya, tahap implementasi terdiri dari kegiatan desain-engineering yang rinci dari fasilitas yang hendak dibangun, pengadaan material dan peralatan, manufaktur dan pabrikasi, dan instalasi atau konstruksi. *Deliverable* akhir pada tahap ini adalah produk atau instalasi proyek yang telah selesai.

d. Tahap Terminasi

Kegiatan pada tahap terminasi antara lain mempersiapkan instalasi atau produk beroperasi (uji coba), penyelesaian administrasi dan keuangan lainnya. *Deliverable* akhir pada tahap ini adalah instalasi atau produk yang siap beroperasi dan dokumen pernyataan penyelesaian masalah asuransi, klaim, dan Utilitas.

e. Tahap Operasi atau Utilitas

Dalam tahap ini, kegiatan proyek berhenti dan organisasi operasi mulai bertanggung jawab atas operasi dan pemeliharaan instalasi atau produk hasil proyek.

2.2. Manajemen Proyek

H.Kerzner (dikutip oleh Soeharto, 1999), PMI (*Project Management Institute*) (dikutip oleh Soeharto, 1999) mengemukakan definisi manajemen proyek sebagai berikut :

“Menejemen proyek adalah ilmu dan seni yang berkaitan dengan memimpin dan mengkoordinir sumberdaya yang terdiri dari manusia dan material dengan menggunakan teknik pengelolaan moderen untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan yaitu lingkup, mutu, jadwal, biaya serta memenuhi keinginan para *stake holder*.”

Berbeda dengan definisi H.Kerzner (dikutip oleh Soeharto,1999), PMI (*Project Management Institute*) (dikutip oleh Soeharto,1999), mengemukakan definisi manajemen proyek sebagai berikut :

Manajemen proyek adalah ilmu dan seni yang berkaitan dengan memimpin dan mengkoordinir sumberdaya yang terdiri dari manusia dan material dengan menggunakan teknik pengelolaan modern untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan, yaitu lingkup, mutu, jadwal, dan biaya, serta memenuhi keinginan para stake holder.

Berikut ini perbedaan manajemen proyek dengan menejemen klasik menurut D.I. Cleland dan W.R. King (dikutip oleh Soeharto, 1999) :

Tabel 2.1 Perbedaan Manajemen Proyek dengan Manajemen Klasik

Fenomena	Wawasan Proyek (Manajemen Proyek)	Wawasan Fungsional (Manajemen KLasik)
Lini-staf dikotomi	Hierarki lini-staf serta wewenang dan tanggung	Fungsi lini mempunyai tanggung jawab tunggal

	jawab tetap ada sebagai fungsi penunjang.	untuk mencapai sasaran.
Hubungan atasan dengan bawahan	Manajer ke spesialis, kelompok dengan kelompok	Merupakan dasar hubungan pokok dalam struktur organisasi.
Struktur piramida	Unsur-unsur rantai hubungan vertical tetap ada, ditambah adanya arus kegiatan horizontal.	Kegiatan utama organisasi dilakukan menurut hierarki vertical.
Kerjasama untuk mencapai tujuan.	<i>Joint venture</i> para peserta, ada tujuan yang sama dan ada juga yang berbeda.	Kelompok dalam organisasi dengan tujuan tunggal.
Kesatuan komando.	Manajer proyek mengelola, menyilang lini fungsional untuk mencapai sasaran.	Manajer lini merupakan pimpinan tunggal dari kelompok yang bertujuan sama.
Wewenang dan tanggung jawab.	Terdapat kemungkinan tanggung jawab yang lebih besar dari otoritas resmi.	Tanggung jawab sepadan dengan wewenang, integritas, tanggungjawab, dan wewenang terpelihara.
Jangka waktu	Kegiatan manajemen proyek berlangsung dalam jangka pendek. Tidak cukup waktu untuk mencapai optimasi operasional proyek.	Terus menerus dalam jangka panjang sesuai umur instalasi dan produk. Optimalisasi dapat diusahakan maksimal.

Menurut Soeharto (1999), dalam manajemen proyek, penentuan waktu penyelesaian kegiatan ini merupakan salah satu kegiatan awal yang sangat penting dalam proses perencanaan karena penentuan waktu tersebut akan menjadi dasar bagi perencanaan yang lain, yaitu :

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

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

- a. Perencanaan, fase ini mencakup penetapan sasaran, mengidentifikasi proyek, dan organisasi timnya.
- b. Penjadwalan, fase ini menghubungkan orang, uang, dan bahan untuk kegiatan khusus dan menghubungkan masing-masing kegiatan satu dengan yang lainnya.
- c. Pengendalian, perusahaan mengawasi sumberdaya, biaya, kualitas, dan anggaran. Perusahaan juga merevisi atau mengubah rencana dan menggeser atau mengelola kembali sumberdaya agar dapat memenuhi kebutuhan waktu dan biaya.

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

- a. Tepat waktu (*on time*) yaitu waktu atau jadwal yang merupakan salah satu sasaran utama proyek, keterlambatan akan mengakibatkan kerugian, seperti penambahan biaya, kehilangan kesempatan produk memasuki pasar.

- b. Tepat anggaran (*on budget*), yaitu biaya yang harus dikeluarkan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan.
- c. Tepat spesifikasi (*on specification*) dimana proyek harus sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

2.3. CPM (*Critical Part Method*)

Menurut Levin dan Kirkpatrick (1972). Metode Jalur Kritis (*Critical Part Method- CPM*) yaitu metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek-proyek merupakan sistem yang paling banyak digunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Dengan CPM, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. CPM adalah model manajemen proyek yang mengutamakan biaya sebagai objek yang dianalisis (Siswanto, 2007). CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan.

2.4. Jaringan Kerja

Jaringan kerja atau *Network Planning* pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram *Network*. Dengan demikian dapat di kemukakan bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu

pekerjaan belum dapat dimulai apabila pekerjaan sebelumnya belum selesai dikerjakan. Symbol-simbol yang digunakan dalam menggambarkan suatu *network* adalah sebagai berikut (Hayun, 2005) :

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

antara berbagai kegiatan. *Dummy* disini berguna untuk membatasi mulainya kegiatan seperti halnya kegiatan biasa, panjang dan kemiringan *dummy* ini juga tak berarti apa-apa sehingga tidak perlu berskala. Bedanya dengan kegiatan biasa ialah bahwa kegiatan *dummy* tidak memakan waktu dan sumber daya, jadi waktu kegiatan dan biaya sama dengan nol.

- d. \longrightarrow (anak panah tebal), merupakan kegiatan pada lintasan kritis.

Dalam penggunaannya, symbol-simbol ini digunakan dengan mengikuti aturan-aturan sebagai berikut :

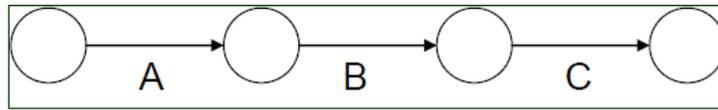
- a. Diantara dua kejadian (*event*) yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah.
- b. Nama suatu aktivitas dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor kejadian.
- c. Aktivitas harus mengalir dari kejadian bernomor rendah ke kejadian bernomor tinggi.
- d. Siagram hanya memiliki sebuah saat paling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

Adapun logika ketergantungan kegiatan-kegiatan ini dapat dinyatakan sebagai berikut :

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

Gambar 2.2

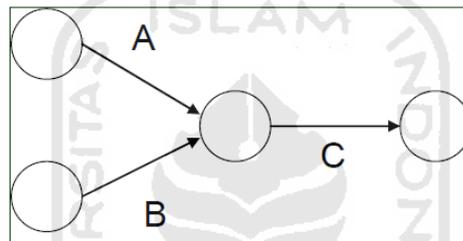
kegiatan A pendahulu kegiatan B dan kegiatan B pendahulu kegiatan C



- b. Jika kegiatan A dan B harus selesai sebelum kegiatan C dapat dimulai, maka dapat dilihat pada gambar berikut :

Gambar 2.3

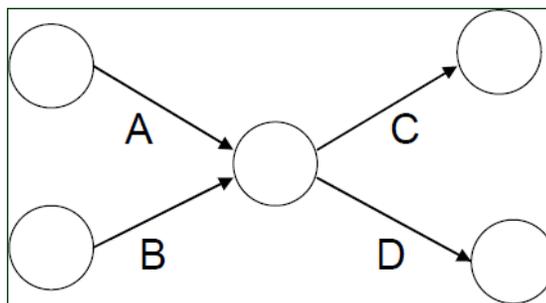
Kegiatan A dan B merupakan pendahulu kegiatan C



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

Gambar 2.4

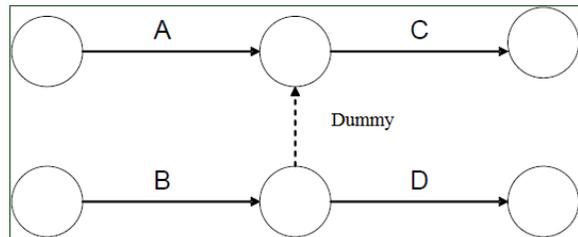
Kegiatan A dan B merupakan pendahulu kegiatan C dan D



- d. Jika kegiatan A dan B selesai sebelum kegiatan C dapat dimulai, tetapi D sudah dapat dimulai bila kegiatan B sudah selesai, maka dapat dilihat pada gambar berikut :

Gambar 2.5

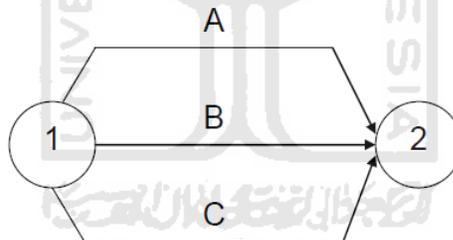
Kegiatan B merupakan pendahulu kegiatan C dan D



- e. Jika kegiatan A, B, dan C mulai dan selesai pada lingkaran kejadian yang sama, maka kita tidak boleh menggambarannya seperti pada gambar berikut :

Gambar 2.6

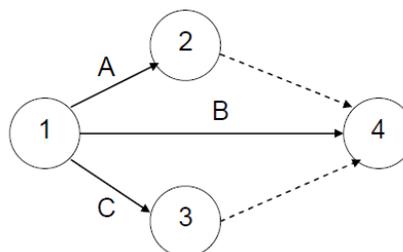
Gambar yang salah bila kegiatan A, B dan C mulai dan selesai pada kejadian yang sama



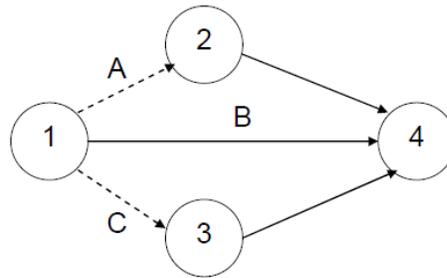
Untuk membedakan ketiga kegiatan itu, maka masing-masing harus digambarkan *dummy* seperti pada gambar berikut :

Gambar 2.7

Kegiatan A, B, dan C selesai pada kejadian yang sama



Atau,



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

Gambar 2.8

Perbandingan dua pendekatan menggambarkan jaringan kerja

	Activity on Node (AON)	Activity Meaning	Activity on Arrow (AOA)
(a)		A comes before B, which comes before C.	
(b)		A and B must both be completed before C can start.	
(c)		B and C cannot begin until A is completed.	
(d)		C and D cannot begin until A and B have both been completed.	
(e)		C cannot begin until both A and B are completed; D cannot begin until B is completed. A dummy activity is introduced in AOA.	
(f)		B and C cannot begin until A is completed. D cannot begin until both B and C are completed. A dummy activity is again introduced in AOA.	

2.5. Lintasan Kritis

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

$$ES = \text{Max} \{ EF \text{ semua pendahulu langsung} \} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$EF = ES + \text{Waktu kegiatan} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$LF = \text{Min} \{ LS \text{ dari seluruh kegiatan yang langsung mengikutinya} \} \dots\dots (2.3)$$

$$LS = LF - \text{Waktu kegiatan} \dots\dots\dots (2.4)$$

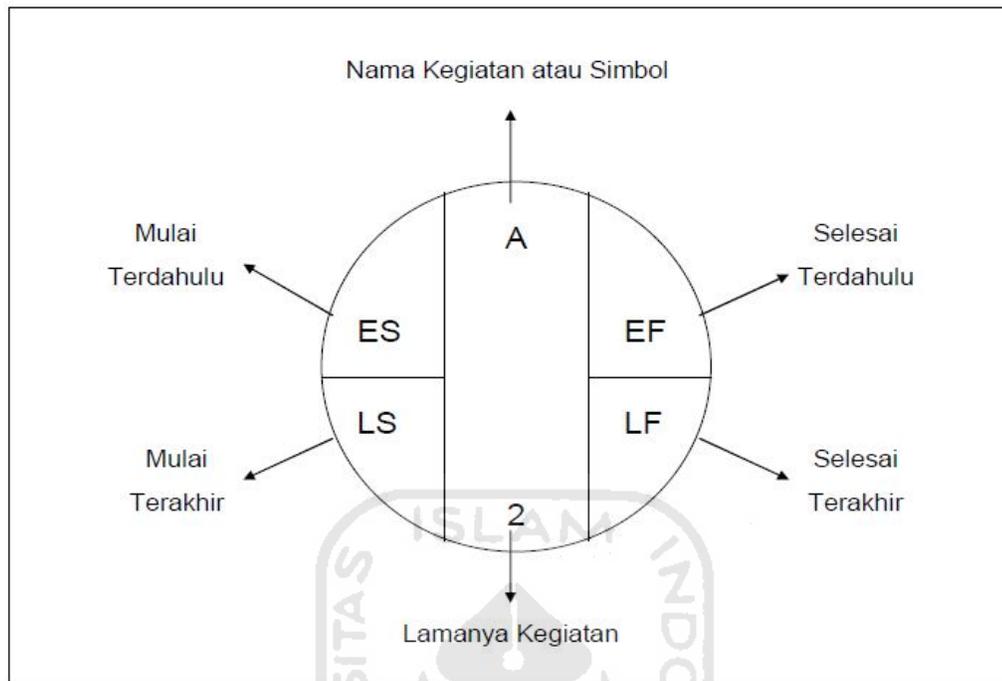
Setelah waktu terdahulu dan waktu terakhir dari semua kegiatan dihitung, kemudian jumlah waktu *slack* dapat di tentukan. *Slack* adalah waktu yang dimiliki oleh sebuah kegiatan untuk bisa diundur, tanpa menyebabkan keterlambatan proyek keseluruhan (Heizer dan Render, 2005).

$$Slack = LS - ES \dots\dots\dots (2.5)$$

Atau,

$$Slack = LF - EF \dots\dots\dots (2.6)$$

Gambar 2.9 Notasi yang digunakan pada Node kegiatan



Dalam metode CPM (*Critical Part Method* – Metode jalur kritis) dikenal dengan adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama.

Jalur kritis terdiri dari rangkaian kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek (Soeharto, 1999). Lintasa kritis (*Critical Path*) melalui aktivitas-aktivitas yang jumlah waktu pelaksanaannya paling lama. Jadi lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, digambar dengan anak panah tebal (Badri, 1997).

Menurut Badri (1997), manfaat yang didapat jika mengetahui lintasan kritis adalah sebagai berikut :

- a. Penundaan pekerjaan pada lintasa kritis akan menyebabkan seluruh pekerjaan proyek tertunda penyelesaiannya.

- b. Proyek dapat dipercepat penyelesaiannya, bila pekerjaan-pekerjaan yang ada pada lintasan kritis dapat dipercepat.
- c. Pengawasan dapat dikontrol melalui penyelesaian jalur kritis yang tepat dalam penyelesaiannya dan kemungkinan di *Trade Off* (pertukaran waktu dengan biaya yang efisien) dan *CrashProgram* (diselesaikan dengan waktu yang optimum dipercepat dengan biaya yang dipercepat pula) atau dipersingkat waktunya dengan tambahan biaya lembur.

Time Slack atau kelonggaran waktu terdapat pada pekerjaan yang tidak melalui lintasan kritis. Ini memungkinkan bagi manajer/pimpro untuk memindahkan tenaga kerja, alat dan biaya ke pekerjaan-pekerjaan di lintasan kritis agar efektif dan efisien.

Menurut Yamit (2000), kegunaan jalur kritis adalah untuk mengetahui kegiatan yang memiliki kepekaan sangat tinggi atas keterlambatan penyelesaian pekerjaan, atau disebut juga kegiatan kritis. Apabila kegiatan keterlambatan proyek maka akan memperlambat penyelesaian proyek secara keseluruhan meskipun kegiatan lain tidak mengalami keterlambatan.

2.6. PERT

PERT atau *Project Evaluation and Review Technique* adalah sebuah model Management Science untuk perencanaan dan pengendalian sebuah proyek (Soeharto, 1999). Teknik PERT adalah suatu metode yang bertujuan untuk mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan produksi, serta mengkoordinasikan berbagai bagian pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesainya proyek. Teknik ini memungkinkan dihasilkannya suatu

pekerjaan yang terkendali dan teratur, karena jadwal dan anggaran dari suatu pekerjaan telah ditentukan terlebih dahulu sebelum dilaksanakan.

Bila CPM memperkirakan waktu komponen kegiatan proyek dengan pendekatan deterministik satu angka yang mencerminkan adanya kepastian, maka PERT direkayasa untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidak pastian (*Uncertainty*) yang tinggi pada aspek kurun waktu kegiatan (Soeharto,1999).

Menurut Heizer dan Render (2005), dalam PERT digunakan distribusi peluang dengan tiga perkiraan waktu untuk setiap kegiatan, antarlain waktu optimis, waktu pesimis, dan waktu realistis.

Levin dan Kirkpatrick (1972), menjelaskan bahwa waktu optimis adalah perkiraan waktu yang mempunyai kemungkinan yang sangat kecil untuk dapat dicapai, kemungkinan terjadinya hanya 1 kali dari 100, waktu pesimis adalah suatu perkiraan waktu yang lain yang mempunyai kemungkinan sangat kecil untuk dapat direalisasikan, kemungkinan terjadinya juga hanya satu kali dari 100, sedangkan waktu realistis atau waktu yang paling mungkin adalah waktu yang berdasarkan perkiraan estimator. Perkiraan waktu optimis biasanya dinyatakan dengan huruf a, waktu realistis oleh huruf m, dan waktu pesimis oleh huruf b.

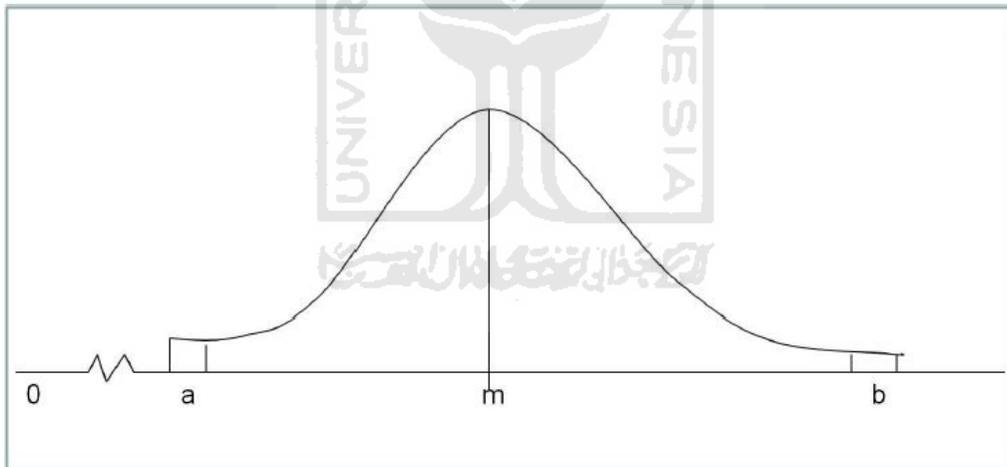
Menurut Soeharto (1999), mengingat besarnya pengaruh angka-angka a, m, dan bdalam metode PERT, maka beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan angka estimasi, diantaranya :

- a. Estimator perlu mengetahui fungsi a, m, dan b dalam hubungannyadengan perhitungan-perhitungan dan pengaruhnya dalam metode PERT.

- b. Didalam proses estimasi angka-angka a , m , dan b bagi masing-masing kegiatan, jangan sampai dipengaruhi atau dihubungkan dengan target kurun waktu penyelesaian proyek.
- c. Bila tersedia data-data pengalaman masa lalu (*historical record*), maka data demikian akan digunakan untuk bahan pembandingan dan banyak membantu untuk mendapatkan hasil yang lebih meyakinkan.

Dari kurva distribusi (gambar 2.10) dapat dijelaskan arti a , m , dan b . Kurva waktu yang menghasilkan puncak kurva adalah m . Kurva a dan b terletak dipinggir kanan dan kiri dari kurva distribusi, yang menandai batas waktu rentang kegiatan.

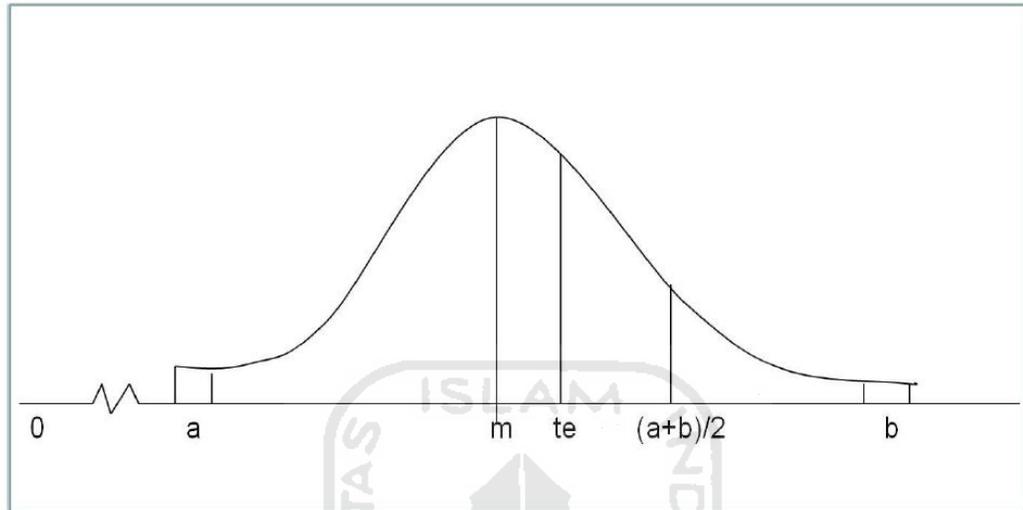
Gambar 2.10 Tiga macam taksiran waktu pada distribusi beta



Ketiga angka perkiraan waktu tadi, yaitu a , m , dan b dihubungkan menjadi satu angka yang disebut t_e atau kurun waktu yang diharapkan. Angka t_e adalah angka rata-rata jika kejadian tersebut dikerjakan berulang dalam jumlah yang besar. Dalam menentukan angka t_e dipakai asumsi bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa optimis (a) dan pesimis (b) adalah sama, sedangkan jumlah

waktu yang paling mungkin (m) adalah 4 kali lebih besar dari dua peristiwa lainnya(gambar 2.11).

Gambar 2.11 *Expected value*, Nilai tengah, a , m , b , dan distribusi beta.



2.7. Perbedaan PERT dan CPM

Pada prinsipnya yang menyangkut perbedaan PERT dan CPM adalah sebagai berikut :

- a. PERT digunakan pada perencanaan dan pengendalian proyek yang belum pernah dikerjakan, sedangkan CPM digunakan untuk menjadwalkan dan mengendalikan aktifitas yang pernah dikerjakan sehingga data, waktu dan biayasetiap unsur kegiatan telah diketahui oleh *evaluator*.
- b. Pada PERT digunakan tiga jenis waktu pengerjaan yaitu tercepat, terlama serta terlayak, sedangkan pada CPM hanya memiliki satu jenis informasi waktu pengerjaan yaitu waktu yang paling tepat dan layak untuk menyelesaikan suatu proyek.

- c. Pada PERT yang ditekankan tepat waktu, sebab dengan penyingkatan waktu maka biaya proyek turut mengecil, sedangkan pada CPM menekankan tepat biaya.
- d. Dalam PERT anak panah menunjukkan tata urutan (hubungan presedential), sedangkan pada CPM tanda panah adalah kegiatan.

2.8. Durasi Proyek

Durasi proyek adalah lama waktu yang dipergunakan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek. (Maharani dan Fajarwati, 2006).

Maharany dan Fajarwati (2006) menjelaskan bahwa faktor yang berpengaruh dalam menentukan durasi pekerjaan adalah volume pekerjaan, metode kerja (*Construction Method*), keadaan lapangan, serta keterampilan tenaga kerja yang melaksanakan pekerjaan proyek.

2.9. Analisis Optimasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, pengertian analisis optimasi dipecah menjadi dua, yaitu analisis dan optimasi. Analisis (analisis data) diartikan sebagai penelaahan dan penguraian atas data hingga menghasilkan simpulan-simpulan, sedangkan optimasi (optimalisasi) diartikan sebagai pengoptimalan, yaitu proses atau cara untuk menghasilkan sesuatu yang paling baik.

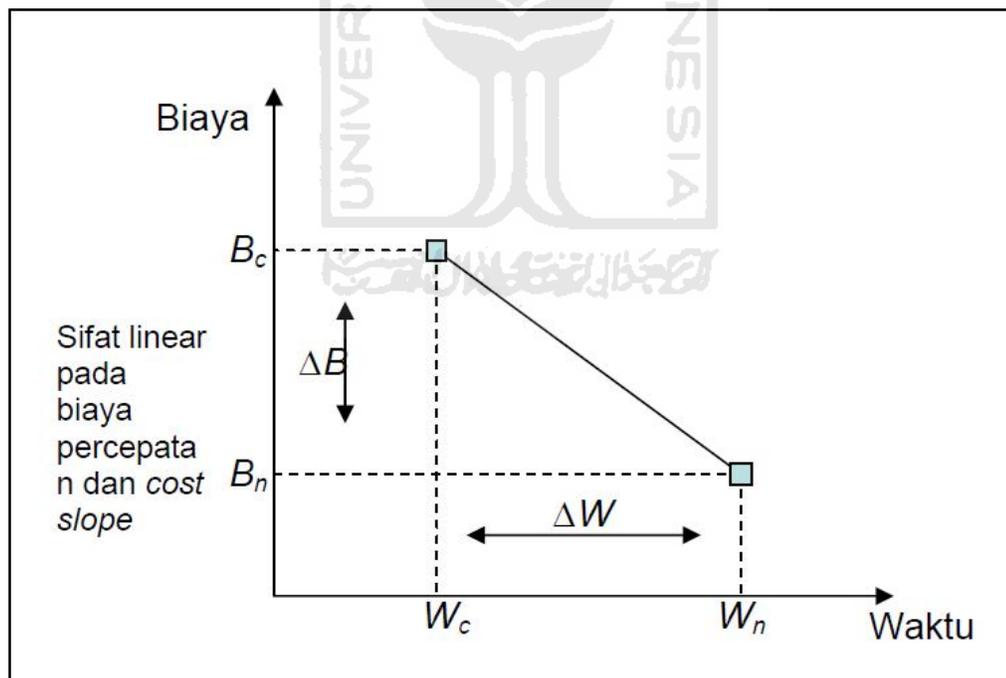
Dalam penelitian ini analisis optimasi diartikan sebagai suatu proses penguraian durasi proyek untuk mendapatkan percepatan durasi yang paling baik (optimal) dengan menggunakan berbagai alternatif tinjau dari segi biaya. Proses memperpendek waktu kegiatan dalam jaringan kerja untuk menguragi waktu pada

jalur kritis, sehingga waktu penyelesaian total dapat dikurangi disebut sebagai *crashing* proyek (Heizer dan Render, 2005).

Kondisi yang diobservasi model CPM antara lain kondisi penyelesaian proyek secara normal dan kondisi penyelesaian proyek yang dipercepat. Menurut Siswanto (2007), dari dua kondisi yang diobservasi, model CPM menurunkan empat macam parameter, yaitu :

- a. Waktu penyelesaian normal atau waktu normal (W_n)
- b. Biaya penyelesaian normal atau biaya normal (B_n)
- c. Waktu penyelesaian yang dipercepat atau waktu cepat (W_c)
- d. Biaya penyelesaian yang dipercepat atau biaya cepat (B_c)

Gambar 2.12 Empat parameter model CPM



Garis yang menghubungkan kedua titik (\square) disebut kurva waktu-biaya. menurut Suharto (1995), jika diketahui bentuk kurva waktu-biaya suatu kegiatan,

artinya dengan mengetahui beberapa slope atau sudut kemiringannya, maka bisa dihitung berapa besar biaya untuk mempersingkat waktu satu hari.

2.10. Penelitian Terdahulu

Metode analisis pada penelitian ini merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Anggara Hayun (2005) dalam “Perencanaan dan Pengendalian Proyek dengan Metode CPM-PERT : Studi Kasus Fly Over Ahmad Yani, Karawang ”, menemukan waktu optimal pelaksanaan proyek selama 184 hari dengan biaya Rp. 700.350.000,-. Setelah dilakukan percepatan waktu dengan menggunakan jaringan kerja, umur proyek berkurang selama 43 hari. Percepatan waktu ini membuat umur proyek menjadi lebih efisien.

Penelitian terdahulu terhadap studi waktu optimal dilakukan oleh Leny Maharani dan Fajarwati (2006) yang berjudul “Analisis Optimasi Percepatan Durasi Proyek Dengan Metode *Least Cost Analysis*”. Berdasarkan hasil analisis, dapat diketahui bahwa percepatan durasi pada pembangunan gedung laboratorium SD Model kabupaten Kuningan adalah 42 hari atau 24% dari durasi normal dengan penggunaan total biaya proyek sebesar Rp. 22.230.583,82,- atau 1,20% dari total biaya proyek normal. Penelitian ini hanya membahas pembangunan gedung laboratorium saja yang berdasarkan analisis biaya total proyek minimalnya sebesar Rp. 1.838.118.605,86,- dan durasi optimal 125 hari untuk lembur 4 jam dan 133 hari untuk lembur 2 jam dengan biaya proyek minimal Rp. 1.837.688.612,02,-.

Penelitian dengan metode CPM dan PERT, dilakukan oleh Ari Sandyavitri (2008) dalam “pengendalian dampak perubahan desain terhadap waktu dan biaya pekerjaan konstruksi ”. pendekatan durasi dilakukan dengan

empat alternatif cara, yaitu dengan cara lembur, kerja bergantian, penambahan tenaga kerja baru, dan dengan pemindahan sebagian tenaga kerja dari pelaksanaan kegiatan yang lain. Metode pendekatan durasi dilakukan pada kegiatan-kegiatan dilintasan kritis. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan peningkatan biaya sebesar Rp. 65.509.817,- akibat pendekatan durasi pelaksanaan pekerjaan dari 68 hari menjadi 53 hari dengan alternatif kerja bergantian (*Shift*).

2.11 Kerangka Pemikiran

Perencanaan dan pengendalian proyek merupakan pengaturan aktifitas-aktifitas melalui koordinasi waktu dalam menyelesaikan keseluruhan pekerjaan dan pengalokasian sumberdaya pada masing-masing aktifitas, agar keseluruhan pekerjaan dapat diselesaikan dengan waktu dan biaya yang efisien.

Manajemen proyek menetapkan dan mengkoordinasikan tujuan proyek serta merencanakan dan mengendalikan sumberdaya untuk mencapai efisiensi pelaksanaan proyek. Tujuan proyek biasanya dinyatakan dalam bentuk penghematan waktu dan biaya produksi.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

Metode penelitian merupakan suatu cara yang dilakukan dalam proses penelitian yaitu memperoleh fakta-fakta dan prinsip-prinsip dengan sabar, hati-hati dan matematis untuk mewujudkan kebenaran (ferdinand, 2006).

3.1.1 Variabel Penelitian

Variabel secara umum dibagi menjadi dua, yaitu variabel dependen dan variabel independen. Variabel independen merupakan tipe variabel yang menjelaskan dan mempengaruhi variabel lain, sedangkan variabel dependen adalah tipe variabel yang dijelaskan dan dipengaruhi oleh variabel independen

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel waktu optimal proyek sebagai variabel dependen, sedangkan variabel independennya, yaitu durasi proyek, hubungan ketergantungan antar kegiatan proyek, dan rencana anggaran biaya.

3.1.2 Definisi Operasional

Untuk mempermudah proses penganalisaan maka tiap variabel akan didefinisikan secara operasional. Definisi operasional merupakan penjabaran satu variabel penelitian kedalam indikator-indikator yang terperinci. Definisi operasional dari variabel penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Waktu optimal proyek

Waktu dalam hal ini adalah lamanya suatu rangkaian ketika proses berlangsung, yang merupakan penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah kegiatan untuk mencapai sasaran. Waktu optimal proyek adalah jumlah waktu penyelesaian proyek yang terbaik atau waktu yang relatif singkat.

b. Durasi proyek.

Durasi proyek adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh kegiatan proyek.

c. Hubungan ketergantungan antar kegiatan proyek.

Hubungan ketergantungan antar kegiatan proyek terkait dengan kegiatan mana yang harus didahulukan atau dikerjakan dan dapat dilihat pula bahwa suatu kegiatan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan.

d. Rencana anggaran biaya proyek.

Biaya proyek adalah anggaran yang dikeluarkan untuk pelaksanaan proyek. Dalam hal ini merupakan penggunaan dana untuk melaksanakan pekerjaan dalam kurun waktu tertentu. Dalam mengerjakan suatu proyek, aspek biaya diperhitungkan dengan membuat hubungan biaya dan waktu (*duration*) untuk setiap aktifitas yang dilakukan. Biaya dalam hal ini hanya biaya langsung saja, tidak termasuk biaya administrasi, supervisi dan lain-lain.

3.2 Jenis dan Sumber Data

3.2.1 Jenis Data

Jenis data dalam penelitian ini berupa :

- a. Data kualitatif, merupakan data yang hanya dapat diukur secara tidak langsung, data tidak dinyatakan dalam bentuk angka tetapi diuraikan dengan cara memberikan pengertian, penerangan, dan menafsirkan data yang diperoleh.

Dalam penelitian ini diperlukan data mengenai kegiatan proyek dan hubungan ketergantungan antar kegiatan. Hubungan ketergantungan sangat diperlukan karena dengan diketahuinya hubungan ketergantungan ini maka kegiatan yang harus didahulukan dapat dikerjakan dan dapat dijadikan dasar untuk melakukan kegiatan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu kegiatan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan.

- b. Data kuantitatif, yaitu data dengan menggunakan pengukuran-pengukuran dan pembuktian-pembuktian, khususnya pengujian hipotesis yang dirumuskan sebelumnya dengan menggunakan metode statistika untuk mengukur dan membuktikan penelitian.

Dalam penelitian ini data yang diperlukan adalah data mengenai waktu kegiatan, jadwal pelaksanaan proyek, biaya proyek, data perkiraan kebutuhan tenaga kerja proyek, dan data lain yang berhubungan dengan permasalahan penelitian.

- c. Data primer, yaitu data yang diperoleh secara langsung dari sumbernya, diamati dan dicatat untuk pertama kalinya.
- d. Data sekunder, merupakan data yang bukan diusahakan sendiri pengumpulannya oleh peneliti. Data sekunder diperoleh dari Biro Statistik, dokumen-dokumen Perusahaan atau organisasi, surat kabar dan majalah ataupun publikasi lainnya. Biasanya sudah dalam bentuk publikasi seperti

data yang diperoleh dari situs-situs internet dan data lainnya yang berhubungan langsung dengan objek yang diteliti sebagai sumber perhitungan sehingga menjadi data yang siap di gunakan.

3.2.2 Sumber Data

Dalam penelitian ini, penelitian dilakukan pada Proyek Pekerjaan Perbaikan Darurat Bencana Erupsi G. Merapi (paket-5) Lanjutan 2 yang berada di Sungai Opak Padukuhan Panggung, Argomulyo, Camgkringan, Sleman, Yogyakarta dengan mengambil bahan penelitian dari *Schedule* (jadwal) pelaksanaan proyek dan rencana anggaran biaya (RAB) proyek. Data tersebut diperoleh dari kontraktor pelaksana.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Dalam melakukan penelitian, data yang dikumpulkan akan digunakan untuk memecah masalah yang ada sehingga data tersebut harus benar-benar dapat dipercaya dan akurat. Dalam suatu penelitian ilmiah, metode pengumpulan data dimaksudkan untuk memperoleh bahan-bahan yang relevan, akurat, dan terpercaya. Metode pengumpulan data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah :

a. Observasi

Merupakan pengamatan dan pencatatan secara teliti dan sistematis atas gejala-gejala (fenomena) yang sedang diteliti.

b. Wawancara

Merupakan pengumpulan data dengan cara tanya jawab secara langsung tentang masalah yang terkait dengan penelitian baik dengan pihak perusahaan, pekerja proyek.

c. Kajian pustaka / literatur

Perlunya kajian pustaka / literatur dikarenakan masih dibutuhkannya informasi lain selain data dari penelitian lapangan yang didapat dari buku-buku referensi, jurnal, file dari internet ataupun informasi yang lain. Kajian pustaka ini digunakan untuk menapatkan gambaran mengenai teori dasar yang dapat diterapkan dalam penelitian yang sesungguhnya sehingga didapat hasil penelitian yang ilmiah.

3.4 Metode Analisis

Keadaan yang dihadapi disini adalah adanya perbedaan umur pelaksanaan proyek dengan umur rencana proyek yang telah ditetapkan. Umur rencana proyek biasanya lebih pendek daripada umur pelaksanaan proyek. Optimalisasi waktu dan biaya yang akan dilakukan adalah mempercepat durasi proyek dengan penambahan biaya yang seminimal mungkin. Salah satu cara untuk mempercepat durasi proyek dalam istilah asingnya adalah *Crashing*. Terminologi proses *Crashing* adalah dengan mereduksi durasi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. Proses *crashing* dipusatkan pada kegiatan yang berada pada lintasan kritis.

Percepatan durasi dapat dilakukan pada kegiatan-kegiatan yang dilalui oleh lintasan kritis. Ada beberapa cara untuk mempercepat suatu kegiatan.

Sehingga didapat alternatif terbaik sesuai dengan kondisi kontraktor pelaksana.

Cara-cara tersebut misalnya :

- a. Perubahan hubungan logika ketergantungan antar kegiatan.
- b. Menambah sumberdaya manusia.
- c. Melaksanakan kerja lembur
- d. Menambah atau mengganti peralatan
- e. Menambah ketersediaan material.

Hal tersebut tentunya akan menambah biaya. Penambahan biaya ini akan memberikan suatu besaran perbedaan biaya akibat percepatan waktu sesuai dengan banyak waktu percepatannya. Dalam hal ini optimalisasi waktu dibatasi oleh peningkatan biaya maksimal 1% dari total biaya proyek.

Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan pendekatan PERT dan CPM. Estimasi waktu penyelesaian waktu suatu proyek dapat diketahui dengan cara :

- a. *Single Duration Estimate* atau perkiraan waktu durasi tunggal untuk setiap kegiatan (pendekatan CPM)
- b. *Triple Duration Estimate*, yaitu cara perkiraan waktu yang didasarkan atas tiga jenis durasi waktu, yaitu optimis (a), waktu pesimis (b), dan waktu realistis (m) (pendekatan PERT).

Menurut Agustini dan Rahmadi (2004), prinsip penyusunan jaringan kerja pada metode PERT dan CPM adalah sama, namun terdapat perbedaan mendasar antara keduanya, yaitu terletak pada konsep biaya yang dikandung CPM yang tidak ada didalam metode PERT.

3.4.1 Metode CPM

Menurut Heizer dan Render (2006), CPM membuat asumsi bahwa waktu kegiatan diketahui pasti, hingga hanya diperlukan satu faktor waktu untuk setiap kegiatan. Pada CPM dipakai cara “deterministik”, yaitu memakai satu angka estimasi. Jadi, disini kurun waktu untuk menyelesaikan pekerjaan dianggap diketahui, kemudian pada tahap berikutnya, dilakukan pengkajian lebih lanjut untuk memperpendek kurun waktu, misalnya dengan menambah biaya atau *time cost trade-off* atau *crash program*. Menurut Soeharto (1999), dalam menganalisis proses *crashing* digunakan asumsi sebagai berikut :

- a. Jumlah sumber daya yang tersedia tidak merupakan kendala. Ini berarti dalam menganalisis program mempersingkat waktu, alternatif yang akan dipilih tidak dibatasi oleh tersedianya sumber daya.
- b. Bila diinginkan waktu penyelesaian lebih cepat, maka sumberdaya akan bertambah. Sumberdaya ini dapat berupa tenaga kerja, material peralatan, atau bentuk lainnya yang dapat dinyatakan dalam sejumlah dana.

Sistematika dari proses penyusunan jaringan kerja (*network*) adalah sebagai berikut (Soeharto, 1999) :

- a. Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek, menguraikan, memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek.
- b. Menyusun kembali komponen-komponen pada butir 1, menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai logika ketergantungan.
- c. Memberikan perkiraan kurun waktu bagi masing-masing kegiatan yang dihasilkan dari penguraian lingkup proyek.
- d. Mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) dan *float* pada jaringan kerja.

Untuk menentukan waktu penyelesaian proyek, maka harus diidentifikasi apa yang disebut jalur kritis. Jalur (*path*) merupakan serangkaian aktifitas berhubungan yang bermula dari node awal ke node akhir/penyelesaian. Untuk menyelesaikan proyek, semua jalur harus dilewati. Oleh karena itu, harus ditentukan jumlah waktu yang dibutuhkan berbagai jalur tersebut. Jalur panjang yang dilewati menentukan total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Jika aktivitas pada jalur terpanjang tersebut ditunda, maka seluruh proyek akan mengalami keterlambatan. Aktifitas jalur terpanjang merupakan aktifitas jalur kritis, dan jalur terpanjang tersebut disebut jalur kritis.

Setelah jalur kritis diketahui, langkah selanjutnya adalah melakukan percepatan proyek. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan waktu percepatan dan menghitung biaya tambahan untuk percepatan setiap kegiatan.
- b. Mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan mengutamakan kegiatan kritis yang memiliki slope biaya terendah. Apabila upaya percepatan dilakukan pada aktifitas-aktifitas yang tidak berada pada lintasan kritis, maka waktu penyelesaian keseluruhan tidak akan berkurang.
- c. Susun kembali jaringan kerjanya.
- d. Ulangi langkah kedua dan berhenti melakukan upaya percepatan apabila terjadi penambahan lintasan kritis. Apabila terdapat lebih dari satu lintasan kritis, maka upaya percepatan dilakukan serentak pada semua aktifitas yang berada pada lintasan kritis. Usahakan agar tidak terjadi penambahan atau pemindahan jalur kritis apabila diadakan percepatan durasi pada salah satu kegiatan.

- e. Upaya percepatan dihentikan apabila aktivitas-aktivitas pada lintasan kritis telah jeuh seluruhnya (tidak mungkin ditekan lagi).
- f. Hitung biaya keseluruhan akibat persepatan untuk mengetahui total biaya proyek yang dikeluarkan.

Aspek biaya dalam penjadwalan proyek diperhitungkan karena adanya hubungan ketergantungan antara durasi waktu dengan biaya. Biaya yang dihitung adalah biaya langsung.

3.4.2 Metode PERT

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

Pada PERT, penekanan diarahkan kepada usaha mendapatkan kurun waktu yang paling baik (kearah yang lebih akurat). PERT menggunakan unsur *probability*. Dalam Siswato (2007), disebutkan bahwa PERT, melalui distribusi beta, menggunakan taksiran-taksiran waktu untuk menentukan waktu penyelesaian kegiatan agar lebih realistis. Menurut Hayun (2005), disebutkan bahwa PERT, *triple duration estimate* merupakan dasar perhitungan untuk PERT yang mempunyai asumsi dasar bahwa suatu kegiatan dilakukan berkali-kali, maka *actual time* akan membentuk distribusi beta dimana *optimistic* (waktu optimis) dan *pessimistic duration* (waktu pesimis) merupakan buntut (*tail*), sedangkan *most likely duration* (waktu realistis) adalah mode dari distribusi beta tersebut. Kemudian diasumsikan pendekatan dari durasi rata-rata yang disebut *expected return* (t_e) dengan rumus sebagai berikut :

$$t_e = \frac{a+4m+b}{6} \quad \text{.....} \quad (3.1)$$

t_e = *expected duration*

a = waktu optimis

m = waktu realistis

b = waktu pesimis

Dengan menggunakan konsep t_e , maka jalur kritis dapat diidentifikasi. Pada jalur kritis berlaku $slack = 0$ (Soeharto, 1999).

Rentang waktu pada tiga angka estimasi PERT menandai derajat ketidakpastian dalam estimasi kurun waktu. Besarnya ketidakpastian tergantung pada besarnya angka a dan b, dirumuskan sebagai berikut :

Deviasi standar kegiatan :

$$s = \frac{1}{6} (b - a) \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

S = deviasi standar kegiatan

a = waktu optimis

b = waktu pesimis

Untuk variasi kegiatan dirumuskan sebagai berikut :

$$V(te) = s^2 = \left[\frac{b-a}{6} \right]^2 \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

V(te) = Varians kegiatan

S² = deviasi standar kegiatan

a = waktu optimis

b = waktu pesimis

Untuk mengetahui kemungkinan mencapai target jadwal dapat dilakukan dengan menghubungkan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target T(d) yang dinyatakan dengan rumus :

$$Z = \frac{T(d) - TE}{s} \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

Z = angka kemungkinan mencapai target

T(d) = target jadwal

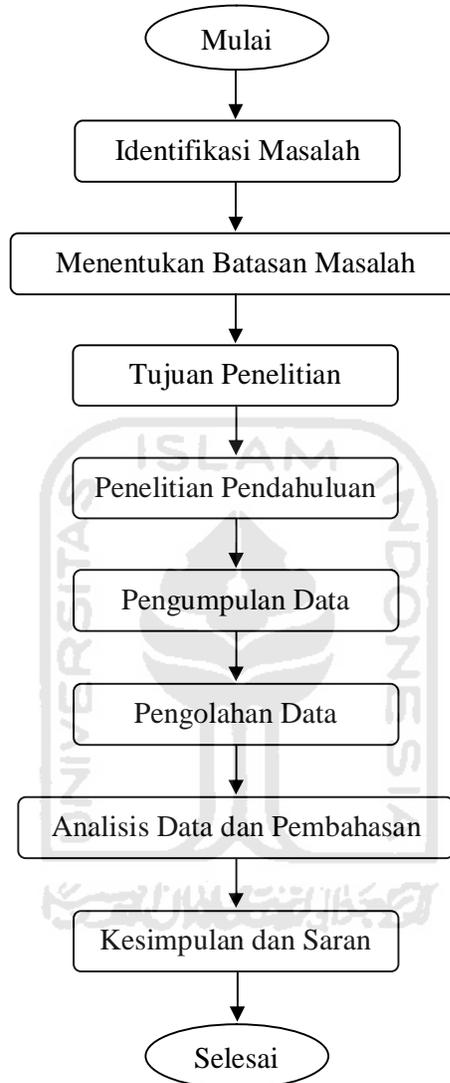
TE = jumlah waktu kegiatan kritis

S = deviasi standar kegiatan

Angka Z merupakan angka probabilitas yang prosentasenya dapat dicari dengan menggunakan tabel distribusi normal kumulatif Z.

3.5 Diagram Alir Penelitian (*Flow chart*)

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian (*Flow chart*)



BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil Perusahaan

Maju dengan karya bermutu adalah sebuah motto yang kelihatannya sederhana namun memerlukan kerjakeras dan tekad yang kuat untuk mewujudkannya. PT. WASKITA KARYA perusahaan konstruksi meyakini bahwa sebuah kemajuan perusahaan harus disertai dengan sebuah komitmen untuk menghasilkan sebuah karya-karya yang bermutu. Tahun 1961 menjadi tonggak sejarah berdirinya PT. WASKITA KARYA dan dalam waktu yang singkat menjadi salah satu perusahaan negara terdepan di Indonesia. Duabelas tahun kemudian tepatnya pada tahun 1973 PT. WASKITA KARYA memiliki status hukum sebagai sebuah perusahaan kontraktor umum PERSERO untuk memberikan keleluasaan memasuki pasar jasa konstruksi yang lebih luas.

Setiap individu menyatukan langkah bekerja bersama untuk mewujudkan visi menjadi Badan Usaha terkemuka dalam industri konstruksi. PT. WASKITA KARYA dalam membangun bangsa sudah menunjukkan karya nyata dan kinerja yang luar biasa, produk dan jasa konstruksi yang bermutu, berdaya saing tinggi dan terus berkomitmen memberikan pelayanan terbaik dalam pelayanan bagi pembangunan bangsa. Sebagai perusahaan BUMN dalam industri konstruksi PT. WASKITA KARYA terus berusaha maju dengan karya bermutu. Untuk menjadi badan usaha terkemuka, tahun 1980 PT. WASKITA KARYA mengawali sebuah pembangunan proyek berteknologi canggih melalui aliansi usaha dimana terjadi transfer teknologi dari perusahaan asing terkemuka.

Proyek-proyek raksasa bersekala besar Nasional dan Internasional yang ditangani dan berhasil memberikan kontribusi besar bagi terwujudnya PT. WASKITA KARYA sebagai perusahaan konstruksi yang terkemuka. Dengan karya yang dapat dinikmati bangsa, PT. WASKITA KARYA dipercaya membangun gedung pencakar langit yang diperuntukkan bagi keperluan komersil maupu Industri dengan standart yang diakui oleh dunia. Pembangunan prosek-proyek sipil yang menciptakan sarana dan prasarana yang dimanfaatkan oleh jutaan orang indonesia menjadikannya sebagai salah satu perusahaan konstruksi yang memberikan layanan lengkap dan menyeluruh.

Disiplin yang tinggi dan kendali mutu yang terus menerus dari segenap management dan jajaran pendukung, dibuktikan dengan diperolehnya sertifikasi ISO 9001 : 2008 dalam sistem pengelolaan proses, ISO 14001 : 2004 untuk sistem management lingkungan dan sertifikasi OSHAS 18001 : 2007 dalam sistem management K3. Kepercayaan yang diberikan kepada PT. WASKITA KARYA selama lima dasawarsa (50 tahun) secara pasti memberikan dampak dalam skala Nasional bagi pembangunan dan pertumbuhan perekonomian bangsa.

Telah berkiprah selama lebih dari 50 tahun PT. WASKITA KARYA yakin bahwa semua ini adalah prestasi yang gemilang dari management yang didukung segenap jajaran karyawan yang bekerja bersama dalam tim yang kuat dan terpadu. Mereka tidak hanya dinilai dan dilihat sebagai karyawan, tetapi merupakan rekan kerja yang menjadi asset perusahaan dalam menghasilkan karya-karya yang bermutu. Sebagai rekanan, maka segenap jajaran karyawan terus dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dilapangan sesuai dengan kebutuhan dilapangan dalam keterampilan dan kemampuan setiap individu.

Dengan terus mengembangkan kemampuan ditunjang dengan etos kerja yang sehat, maka PT. WASKITA KARYA menjadi perusahaan konstruksi yang kokoh menerima setiap tantangan. Peranan yang dipercayakan kepada setiap individu akan berdampak kepada kinerja perusahaan yang maksimal. Dengan terus mengembangkan segala potensi sumberdaya yang ada dan siap bekerja keras, maka PT. WASKITA KARYA tetap maju dengan karya yang bermutu. Setiap proyek yang diminta oleh *customers* untuk ditangani, merupakan hasil kerjasama yang dibangun atas dasar kepercayaan, komitmen dan profesionalitas yang tinggi. PT. WASKITA KARYA akan terus menjaga dan meningkatkan bentuk kerjasama dengan *customers* dalam mewujudkan produk dan jasa konstruksi yang bermutu serta memiliki daya saing.

Kinerja perusahaan PT. WASKITA KARYA semakin menunjukkan trend yang sangat baik untuk menuju cita-cita menjadi perusahaan yang membanggakan dimasa yang akan datang. Sejalan dengan visi perusahaan untuk menjadi badan usaha yang kerkemuka dalam industri konstruksi dan ditunjang oleh teaga-tenaga yang profesional dan berpengalaman dibidangnya, PT. WASKITA KARYA siap menjadi perusahaan yang terdepan dalam bidang jasa konstruksi. PT. WASKITA KARYA sampai dengan sekarang mengalami pertumbuhan bisnis yang sangat baik, yaitu dibuktikan dengan meningkatnya pendapatan perusahaan. Perubahan paradigma yang dijalankan telah mulai menunjukkan hasil sehingga dapat membangun momentum yang lebih baik dan mempercepat pertumbuhan peningkatan laba perusahaan.

PT. WASKITA KARYA akan terus meembangkan diri dalam segala aspek baik yang menyangkut pelayanan maupun peningkatan sumberdaya manusianya. Berbagai tantangan harus dihadapi dengan tindakan yang tepat dan

inovatif. Segenap manajemen dan jajaran pendukungnya siap menjadi isan yang kreatif, dinamis, tangguh dan berkomitmen tinggi

4.1.2. Visi dan Misi Perusahaan

Dalam menjalankan manajemen perusahaan, PT. WASKITA KARYA mempunyai visi dan misi, yaitu :

a. Visi Perusahaan

Menjadi perusahaan jasa konstruksi terbaik yang memberikan nilai tambah bagi stakeholders.

b. Misi Perusahaan

Meningkatkan nilai perusahaan yang kompetitif dan berkualitas dengan :

1. Sumber Daya Manusia yang berkompeten
2. Sinergi dengan pelanggan, mitra kerja, dan lembaga keuangan, serta
3. Berorientasi pada keselamatan, kesehatan dan peduli lingkungan.

4.1.3 Nilai Budaya

Nilai budaya perusahaan sering disebut dengan “SAFETY”, yang memiliki arti :

1. Sustainable : berkesiambungan.
2. Agile : fleksibel, adaptif.
3. Fair : adil, kesetaraan
4. Excellence : BMW
5. Team work : kerjasama lintas fungsi

6. Integrity : jujur

4.1.4 Motto Perusahaan

Adapun Motto PT. WASKITA KARYA adalah “Maju dengan Karya Bermutu”.

4.1.5 Kebijakan Perusahaan

PT. WASKITA KARYA sebagai Badan Usaha Jasa Konstruksi selalu mengendalikan resiko terhadap keselamatan/kesehatan kerja, lingkungan, mutu dan pengamanan dengan cara menerapkan sistem manajemen WASKITA untuk memenuhi kepuasan *Stakeholders*. Sebagai bentuk komitmen tersebut, manajemen selalu :

1. Mematuhi peraturan perundangan dan persyaratan lain yang berlaku
2. Meningkatkan kinerja secara berkesinambungan
3. Mencegah cedera, sakit akibat kerja, pencemaran lingkungan dan terjadinya insiden keamanan yang berdampak pada proses bisnis perusahaan.
4. Memberikan pelatihan, menyediakan tempat dan sarana kerja yang sehat, aman dan nyaman kepada seluruh *stakeholders*.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Objek Penelitian

Objek penelitian pada penelitian ini adalah Proyek Pekerjaan Perbaikan Darurat Bencana Erusi Gunung Merapi (paket-5) Lanjutan 2 yang berlokasi di daerah aliran Sungai Opak yang berada di Padukuhan Panggung, Argomulyo,

Cangkringan, Sleman, Yogyakarta. Proyek ini merupakan tanggap darurat pasca bencana erupsi Gunung Merapi yang terjadi tahun 2010 yang lalu. Normalisasi dan Pembangunan Tanggul ini merupakan proyek BNPB yang dikerjakan oleh PT. WASKITA KARYA sebagai kontraktor pelaksana.

4.2.2 Analisis Data

Pada Penelitian ini akan ditentukan jalur kritis dan *network planning* untuk menganalisis optimalisasi durasi percepatan proyek yang memberikan kontribusi waktu penyelesaian tercepat sehingga didapatkan biaya total proyek yang paling rendah. Metode yang digunakan adalah CPM (*critical path method*) dan PERT (*program evaluation and review technique*).

4.2.3 Penyusunan Jaringan Kerja (*Network Planning*)

Berdasarkan Rencana Anggaran Biaya, *Time Schedule* dan Observasi di lapangan, maka dapat diketahui aktifitas proyek Normalisasi Sungai dan pembangunan tanggul dengan menggunakan kawat bronjong Sungai Opak Cangkringan yang mencakup beberapa kegiatan Utama. Tabel 4.1 dibawah ini menunjukkan daftar aktifitas utama, durasi dan biaya proyek.

Tabel 4.1 Daftar Aktifitas Utama, Satuan, Volume dan Biaya Proyek

No.	Daftar Aktifitas Utama	Volume (m ³)	Biaya
I.	Pekerjaan Normalisasi	70.791,78	Rp. 2.615.614.835,23
II	Pekerjaan Pemasangan Bronjong	2.940,00	Rp. 1.363.112.992,50
Jumlah		73731,78	Rp. 3.978.727.827,73

Dari data kegiatan utama diatas maka langkah selanjutnya adalah membagi keseluruhan aktifitas utama menjadi kegiatan-kegiatan yang berarti menurut struktur pemecahan kerja. Tabel 4.2 berikut ini adalah daftar Uraian aktifitas seluruh pekerjaan proyek, yang mencakup proyek Normalisasi maupun proyek Pemasangan Kawat Bronjong dengan durasi waktu pengerjaannya.

Tabel 4.2 Daftar Uraian Aktifitas Pekerjaan Proyek

No.	Daftar Aktifitas Utama	Durasi (hari)	Biaya
I.	PEKERJAAN NORMALISASI		Rp. 2.615.614.835,23
	PEKERJAAN PERSIAPAN		
A.	Mob/Demob Alat Berat Kelokasi	2	
	PEKERJAAN STRUKTUR		
B.	Galian Pasir dan Batu Lahar Dingin	25	
C.	Perapian Tanah Timbunan (<i>finishing</i>)	7	
II	PEKERJAAN PEMASANGAN BRONJONG		Rp. 1.363.112.992,50
	PEKERJAAN PERSIAPAN		
D.	Pengadaan Kawat Bronjong	3	
E.	Pengadaan Batu Kali	4	
F.	Pengadaan Geotextile	2	
	PEKERJAAN STRUKTUR		
G.	Galian Pasir Berbatu (pondasi)	4	
H	Pemasangan Geotextile	2	
I	Perakitan Kawat Bronjong	2	
J	Pemasangan Bronjong	10	

K	Pengisian Batu Kali	10	
L	<i>Finishing</i>	3	
Jumlah		74	Rp. 3.978.727.827,73

Total waktu pengerjaan proyek adalah 74 hari dengan total biaya proyek sebesar Rp. 3.978.727.827,73,-. Sebelumnya aktivitas utama proyek harus dipecah menjadi komponen-komponen kerja yang rinci untuk keperluan analisis jalur kritis. Menurut Soeharto (1999), tujuan memecah lingkup proyek menjadi komponen-komponennya antara lain untuk meningkatkan akurasi perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek.

Setelah komponen-komponen aktifitas proyek diketahui, maka selanjutnya dapat disusun jaringan kerjanya (*network planning*). Dalam proyek ini *network planning* disusun dengan pendekatan AON (*activity-on-node*). AON (*activity-on-node*) digunakan untuk menggambarkan jaringan proyek, aktifitas kegiatan yang digambarkan dengan titik, dan didalamnya terdapat keterangan waktu dan sumber daya. Berdasarkan data *Time schedule* dari perusahaan di atas, maka gambar prnyusunan jaringan kerja (*network planning*) proyek disajikan dalam *lampiran 1*.

4.2.4 Jalur Kritis (*Critical Path Method*)

Jalur kritis adalah jalur yang terdiri dari kegiatan kritis. Jika dilihat dari prosedur menghitung umur proyek, maka total waktu jalur kritis sama dengan umur proyek. Oleh karena itu jalur kritis dapat didefinisikan sebagai jalur yang memiliki waktu terpanjang dari semua jalur yang dimulai dari peristiwa awal hingga peristiwa yang terakhir (Yamit : 1998). Berdasarkan penyusunan

Network Planning diatas, maka dapat diketahui jalur kritis dari pelaksanaan Proyek Normalisasi dan Pemasangan Kawat Bronjong, yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.3 Daftar Aktifitas Utama pada Jalur Kritis

Even	Uraian Aktifitas Utama	Waktu (hari)					Ket.
		ES	EF	LS	LF	Slack	
A.	Mob/Demob Alat Berat Kelokasi	0	2	0	2	0	Kritis
B.	Galian Pasir dan Batu Lahar Dingin	2	27	2	27	0	Kritis
C.	Perapian Tanah Timbunan (<i>finishing</i>)	27	34	27	34	0	Kritis
D.	Pengadaan Bronjong	0	3	43	46	43	Tidak
E.	Pengadaan Batu Kali	38	42	38	42	0	Kritis
F.	Pengadaan Geotextile	0	2	42	44	42	Tidak
G.	Galian Pasir Berbatu (pondasi)	34	38	34	38	0	Kritis
H.	Pemasangan Geotextile	42	44	42	44	0	Kritis
I.	Perakitan Kawat Bronjong	44	46	44	46	0	Kritis
J.	Pemasangan Bronjong	46	56	46	56	0	Kritis
K.	Pengisian Batu Kali	56	66	56	66	0	Kritis
L.	<i>Finishing</i>	66	69	66	69	0	Kritis

Dengan melihat nilai EF (*earliest finish*) dan LF (*latest Fiish*) yang tidak mempunyai kelonggaran waktu ($slack = 0$), maka jalur kritis pada Proyek Normalisasi dan Pemasangan Bronjong adalah :

1. aktifitas (A)– aktifitas (B)
2. aktifitas (B) – aktifitas (C)

3. aktifitas (C) – aktifitas (G)
4. aktifitas (G) – aktifitas (E)
5. aktifitas (E) – aktifitas (H)
6. aktifitas (H) – aktifitas (I)
7. aktifitas (I) – aktifitas (J)
8. aktifitas (J) – aktifitas (K)
9. aktifitas (K) – aktifitas (L)

Sedangkan aktifitas yang tidak berada pada lintasan kritis memiliki kelonggaran waktu (*slack* \neq 0). Dengan metode jalur kritis (*critical path method*) tersebut, maka total waktu penyelesaian proyek menjadi 69 hari. Hal ini dapat diketahui dari nilai akhir LF (*latest finish*) dan ES (*earliest start*). Gambar *Network planning* jalur kritis pelaksanaan Proyek disajikan dalam lampiran 2.

4.2.5. PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

Menurut Heizer dan Render (2005), Dalam PERT kita menggunakan distribusi peluang berdasarkan tiga perkiraan waktu untuk setiap kegiatan, yaitu :

1. Waktu optimis (*optimistic time*) “a”

Merupakan waktu yang dibutuhkan oleh sebuah kegiatan jika semua hal berlangsung sesuai dengan rencana. Dalam memperkirakan nilai ini, biasanya terdapat peluang yang kecil (katakanlah, 1/100) bahwa waktu kegiatan akan $<$ a.

2. Waktu pesimis (*pessimistic time*) “b”

Merupakan waktu yang dibutuhkan sebuah kegiatan dengan asumsi kondisi yang ada sangat tidak diharapkan. Dalam memperkirakan nilai ini, terdapat peluang yang juga sangat kecil (juga, 1/100) bahwa waktu kegiatan akan $> b$.

3. Waktu realistis (*most likely time*) “m”

Merupakan perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah kegiatan yang paling mungkin.

Saat menggunakan PERT, kita sering berasumsi bahwa perkiraan waktu kegiatan mengikuti distribusi peluang beta (*beta probability distribution*). Distribusi kontinyu ini sering sesuai dalam menjelaskan nilai yang diharapkan dan juga varian untuk waktu penyelesaian kegiatan. Untuk menentukan waktu kegiatan proyek yang diharapkan (*expected activity time*) t_e . Daftar aktifitas utama, waktu optimis, waktu pesimis, waktu realistis. Standar deviasi dan varian kegiatan dapat ditunjukkan dalam tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Daftar aktifitas utama, waktu optimis, waktu pesimis, waktu realistis.

Standar deviasi dan varian kegiatan

Node	Daftar Aktifitas Utama	Waktu (hari)			te	s	V(te)
		a	m	b			
I.	PEKERJAAN NORMALISASI						
	PEKERJAAN PERSIAPAN						
A.	Mob/Demob Alat Berat Kelokasi	1	2	5	2.33		0.45
	PEKERJAAN STRUKTUR						
B.	Galian Pasir dan Batu Lahar Dingin	20	25	30	25.00		2.79
C.	Perapian Tanah Timbunan (<i>finishing</i>)	5	7	10	7.16		0.69

II	PEKERJAAN PEMASANGAN BRONJONG						
	PEKERJAAN PERSIAPAN						
D.	Pengadaan Kawat Bronjong	2	3	5	3.16		0.25
E.	Pengadaan Batu Kali	2	4	8	4.33		1.00
F.	Pengadaan Geotextile	1	2	5	2.33		1.45
	PEKERJAAN STRUKTUR						
G.	Galian Pasir Berbatu (pondasi)	2	4	8	4.33		1.00
H.	Pemasangan Geotextile	1	2	6	2.50		0.69
I.	Perakitan Kawat Bronjong	1	2	7	2.67		1.00
J.	Pemasangan Bronjong	7	10	15	10.33		1.77
K.	Pengisian Batu Kali	7	10	16	10.50		2.25
L.	<i>Finishing</i>	1	3	6	3.16		0.69

Tabel 4.5 Varian dan deviasi standar proyek pada lintasan kritis.

Node	Uraian Aktifitas pada Lintasan Kritis	V(te)
A.	Mob/Demob Alat Berat Kelokasi	0.45
B.	Galian Pasir dan Batu Lahar Dingin	2.79
C.	Perapian Tanah Timbunan (<i>finishing</i>)	0.69
E.	Pengadaan Batu Kali	1.00
G.	Galian Pasir Berbatu (pondasi)	1.00
H.	Pemasangan Geotextile	0.69
I.	Perakitan Kawat Bronjong	1.00
J.	Pemasangan Bronjong	1.77

K	Pengisian Batu Kali	2.25
L	<i>Finishing</i>	0.69
	Varian Proyek $\sum V(te)$	12.33
	Deviasi standar proyek $\sqrt{\sum V(te)}$	3.51

$$Z = \frac{(\text{batas waktu-waktu penyelesaian yang diharapkan})}{\text{deviasi standar proyek } (\sigma p)}$$

$$= \frac{(74-65)}{3.51}$$

$$= 2.56$$

merujuk pada Kurva Distribusi Normal, nilai Z atau peluang 2.56 berarti ada peluang 0,9949 atau 99,49% penyelesaian proyek dapat dicapai pada 65 hari.

4.2.6 Percepatan Durasi Proyek atau Proyek *Crashing*

Dalam penelitian ini dilakukan percepatan proyek selama 4 hari, oleh karena itu digunakan alternatif percepatan durasi proyek yaitu dengan penambahan jam kerja (lembur). Perhitungan upah lembur mengacu pada Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomer Kep. 102/MEN/VI/2004 tentang waktu kerja lembur dan upah kerja lembur.

Tabel 4.6 Daftar upah kerja lembur

No.	Keterangan	Kepala Tukang	Mandor	Tukang	Pekerja
1.	Upah harian 08.00 – 16.00 (8 jam)	Rp. 45.000,-	Rp. 40.000,-	Rp. 40.000,-	Rp. 35.000,-

2.	Upah Lembur				
	16.00 – 17.00 (1 jam)	Rp 9.754,34	Rp 8.670,53	Rp 8.670,53	Rp 7.586,70
	17.00 – 20.00 (3 jam)	Rp 39.017,34	Rp 34.682,10	Rp 34.682,10	Rp 30.346,80
	Total Upah Lembur	Rp 48.771,68	Rp 43.352,63	Rp 43.352,63	Rp 37.933,50
3.	Upah Harian + Upah Lembur	Rp 93.771,68	Rp 83.352,63	Rp 83.352,63	Rp 72.933,50

Berdasarkan tabel diatas maka perhitungan upah lembur pekerja selama 4 hari adalah :

Tabel 4.7 Perhitungan upah kerja lembur

No.	Keterangan	Jumlah Tenaga Kerja	Upah Lembur	Jumlah Lembur (Hari)	Jumlah Upah Lembur
1.	Kepala Tukang	4	Rp 48.771,68	4	Rp. 780.346,88
2.	Mandor	1	Rp 43.352,63	4	Rp. 173.410,52
3.	Tukang	20	Rp 43.352,63	4	Rp. 3.468.210,40
4.	Pekerja	60	Rp 37.933,50	4	Rp. 9.104.040,00
Total Upah Lembur					Rp. 13.526.007,80

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Penjadwalan Proyek Oleh PT. WASKITA KARYA.

Hasil analisis penjadwalan Proyek Pekerjaan Perbaikan Darurat Bencana Erupsi G. Merapi (paket-5) Lanjutan 2 di Daerah Aliran sungai Opak kecamatan Cangkringan Sleman yang dikerjakan oleh PT. WASKITA KARYA berdasarkan data *time schedule* dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) diperoleh keterangan bahwa penyelesaian Proyek Normalisasi dan Pembangunan Tanggul Bronjong Sungai Opak memerlukan waktu 75 hari. Mencakup dua aktifitas utama yaitu pekerjaan Normalisasi aliran sungai akibat banjir lahar dingin Gunung Merapi dan Pembangunan Tanggul dengan Peamasangan Kawat Bronjong sebagai penahan dari aliran lahar dingin yang dapat merusak persawahan maupun area pemukiman warga yang terdapat disekitar alur sungai Opak.

Berdasarkan data Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari Perusahaan, Proyek Normalisasi ini dilakukan disepanjang alur sungai Opak yang terdapat di sisi Timur Padukuhan Panggung, dikarenakan area tersebut sangat rawan terkena banjir lahar dingin. Volume pekerjaan Normalisasi ini sangat besar yakni mencapai 70.791,78m³ material yang ada di sungai. Pekerjaan itu membutuhkan biaya sebesar Rp. 2.615.614.835,23,-. Setelah pekerjaan Normalisasi selesai kemudian dilanjutkan dengan pekerjaan Pembangunan Tanggul menggunakan Kawat Bronjong yang diisi dengan Batu Kali. Pembangunan Tanggul Bronjong ini dimaksudkan agar tanggul dari Pekerjaan Normalisasi dapat lebih kuat menahan derasnya arus aliran lahar sehingga tidak mudah tererosi. Volume Pekerjaan Pembangunan Tanggul Bronjong ini mencapai 2.940,00 m³ dengan

membutuhkan biaya sebesar Rp. 1.363.112.992,50,-. Total biaya Proyek secara keseluruhan adalah Rp. 3.978.727.827,73,-.

5.2 Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Metode CPM-PERT

Dengan menggunakan metode CPM dapat diketahui diagram jaringan kerja yang membagi keseluruhan proyek menjadi kegiatan-kegiatan yang berarti menurut struktur pecahan kerjanya sehingga dapat diketahui Lintasan Kritis atau waktu penyelesaian proyek tersebut selama 69 hari. dari waktu 69 hari di lintasan kritis tersebut maka dilakukan percepatan durasi proyek selama 4 hari agar pekerjaan proyek sesuai dari *DeadLine Schedule* dari BNPB. Percepatan durasi proyek tersebut dilakukan dengan alternatif penambahan jam kerja lembur. Jika dibandingkan antara hasil perhitungan yang dilakukan oleh PT.WASKITA KARYA dengan perhitungan menggunakan metode CPM, maka diperoleh hasil yang lebih menguntungkan dengan menggunakan metode CPM. Hal ini akan memberikan keuntungan dari segi waktu penyelesaian proyek yang lebih cepat selama 9 hari. Akibat penambahan jam kerja lembur tersebut, maka dibutuhkan penambahan biaya upah tenaga kerja. Dengan tenaga kerja sebanyak 85 orang diantaranya yaitu 4 orang kepala tukang dengan upah kerja lembur Rp. 48.771,68 per hari, 1 orang mandor dengan upah Rp. 43.352,63 per hari, 20 orang tukang dengan upah Rp. 43.352,63 per hari, 60 orang pekerja dengan upah Rp. 37.933.50 per hari, maka biaya tambahan yang dikeluarkan dalam proyek Normalisasi dan Pembangunan Tanggul Bronjong Penahan Banjir Lahar Dingin Gunung Merapi di Sungai Opak dengan metode CPM-PERT adalah sebagai berikut :

- a. 4 orang kepala tukang x Rp. 48.771,68 x 4 hari = Rp. 780.346,88
- b. 1 orang mandor x Rp. 43.352,63 x 4 hari = Rp. 173.410,52

- c. 20 orang tukang x Rp. 43.352,63 x 4 hari = Rp. 3.468.210,40
- d. 60 orang pekerja x Rp. 37.933,50 x 4 hari = Rp. 9.104.040,00

Sehingga dengan metode CPM-PERT diperoleh percepatan durasi waktu Proyek selama 9 hari dan penambahan biaya menjadi Rp. 3.978.727.827,73 + Rp. 13.526.007,80 = Rp. 3.992.253.835,53



BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Bentuk jaringan kerja atau *network planning* Proyek Pekerjaan Perbaikan Darurat Bencana Erupsi G. Merapi (paket-5) Lanjutan 2 di Daerah Aliran Sungai Opak Padukuhan Panggung Cangkringan adalah pekerjaan (A) Mob/Demob alat berat kelokasi durasi waktu 2 hari, pekerjaan (B) Galian pasir dan batu lahar dingin durasi waktu 25 hari, pekerjaan (C) Perapian tanah timbunan durasi waktu 7 hari, pekerjaan (G) Galian pasir berbatu durasi waktu 4 hari, pekerjaan (E) Pengadaan Batu kali durasi 4 hari, pekerjaan (H) pemasangan geotextile durasi 2 hari, pekerjaan (I) perakitan kawat bronjong durasi 2 hari, pekerjaan (J) Pemasangan bronjong durasi 10 hari pekerjaan (K) pengisian batu kali durasi 10 hari dan pekerjaan (L) finishing dengan durasi 3 hari.
2. Berdasarkan analisis yang dilakukan dengan metode CPM-PERT maka didapat durasi optimal Pelaksanaan Proyek selama 65 hari.
3. Dengan optimalisasi waktu maka diperoleh penambahan biaya akibat percepatan durasi proyek dengan penambahan jam kerja lembur sebesar Rp. 13.526.007,80. Biaya tenaga kerja tersebut berpengaruh terhadap biaya total pelaksanaan proyek yang semula Rp. 3.978.727.827,73,- menjadi sebesar Rp. 3.992.253.835,53

6.2 SARAN

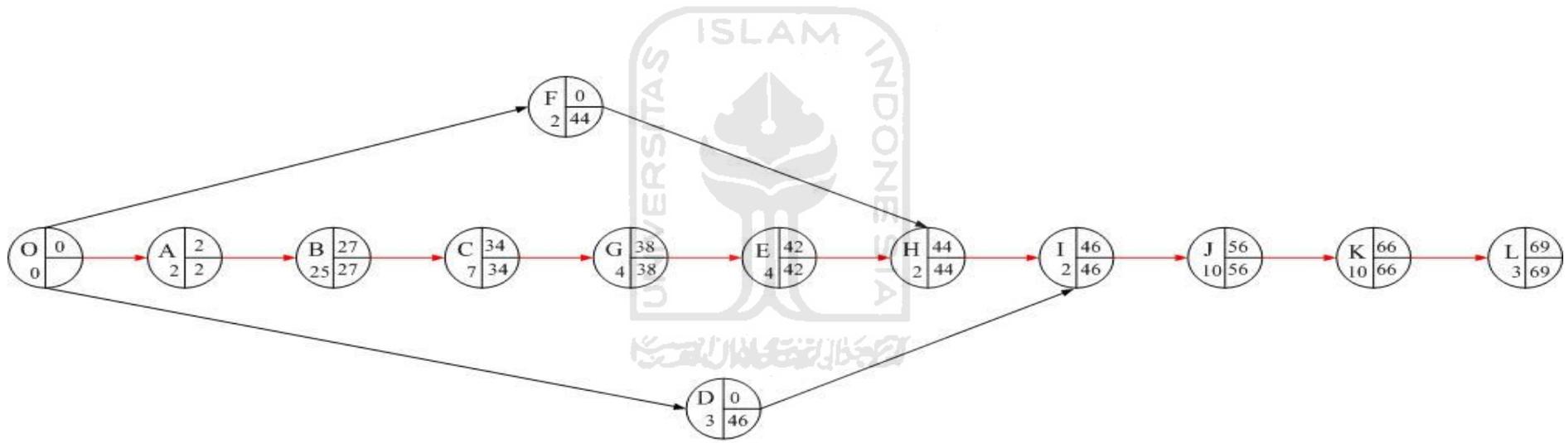
1. Dalam membuat daftar rencana kegiatan dan *network* supaya dibuat se jelas mungkin sehingga tidak menyebabkan terjadinya kesalahan agar semua syarat yang diinginkan dapat dipenuhi.
2. Dengan hasil penelitian ini disarankan PT.WASKITA KARYA mempertimbangkan untuk menggunakan Metode PERT-CPM dalam membuat penjadwalan proyek sehingga dapat lebih menghemat waktu dan biaya.
3. Dalam penelitian ini optimalisasi hanya dilakukan berdasarkan waktu dan biaya tenaga kerja saja, alangkah lebih baik untuk penelitian selanjutnya dapat digunakan optimalisasi faktor2 lain seperti penambahan jam kerja lembur, dll



Daftar Pustaka

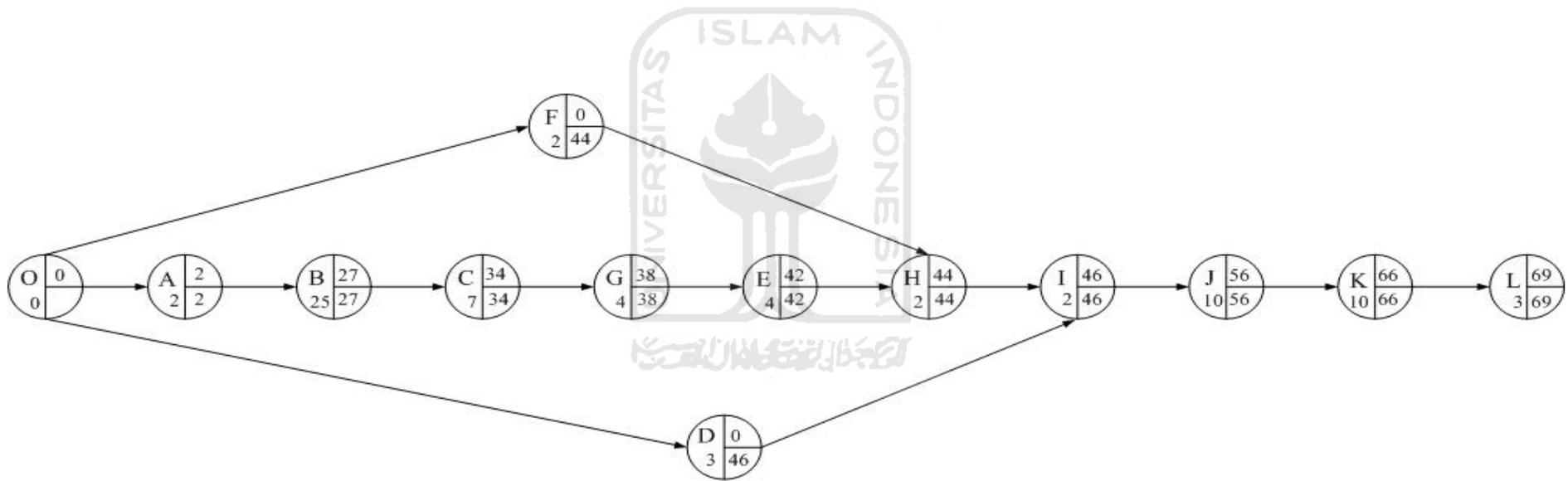
- Badri, S. 1997. *Dasar-dasar Network Planning*. Jakarta: PT. Rika Cipta.
- Handoko, T.H. 1999. *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi, Edisi Pertama*. Yogyakarta: BPFE .
- Hartawan, Harry. N.d. “*Analisis Keterlibatan Manajemen Proyek dalam Proses Perencanaan dan Pengendalian Proyek Selama Pelaksanaan Konstruksi*”. <http://www.digilib.ui.ac.id/opac/themes/libri2/detail.jsp?id:80787.www.google.com>. Diakses 9 februari 2010.
- Hayun, Anggara. 2005. “*Perencanaan dan Pengendalian Proyek dengan Metode PERT-CPM : Studi Kasus Fly Over Ahmad Yani, Karawang*.” *Journal The Winners*, Vol . 6, No. 2, h. 155-174.
- Hezer, Jay dan Barry Render. 2005. *Operation Management:Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Levin, Richard I dan Charles A Kirkpatrick. 1972. *Perencanaan dan Pengawasan dengan PERT dan CPM*. Jakarta: Bhratara.
- Maharany, Leny dan Fajarwati. 2006. “*Analisis Optimasi Percepatan Durasi Proyek Dengan Metode Least Cost Analysis*.” *Utilitas*, Vol. 14, No. 1, h. 133-130.
- Sandyavitri, Ari. 2008. “*Pengendalian Dampak Perubahan Desain Terhadap Waktu dan Biaya Pekerjaan Konstruksi*”. *Jurnal Teknik Sipil*, h. 57-70. Diakses tanggal 6 mei 2010, dari PDF Search Engine.
- Soeharto, Imam. 1995. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- _____. 1999. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Subagyo, P, Asri, M, Handoko. 2000. *Dasar-dasar Operation Reseach*. Yogyakarta
- Yamit, Yulian. 1998 . *Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta : Ekoniska UII.

Lampiran



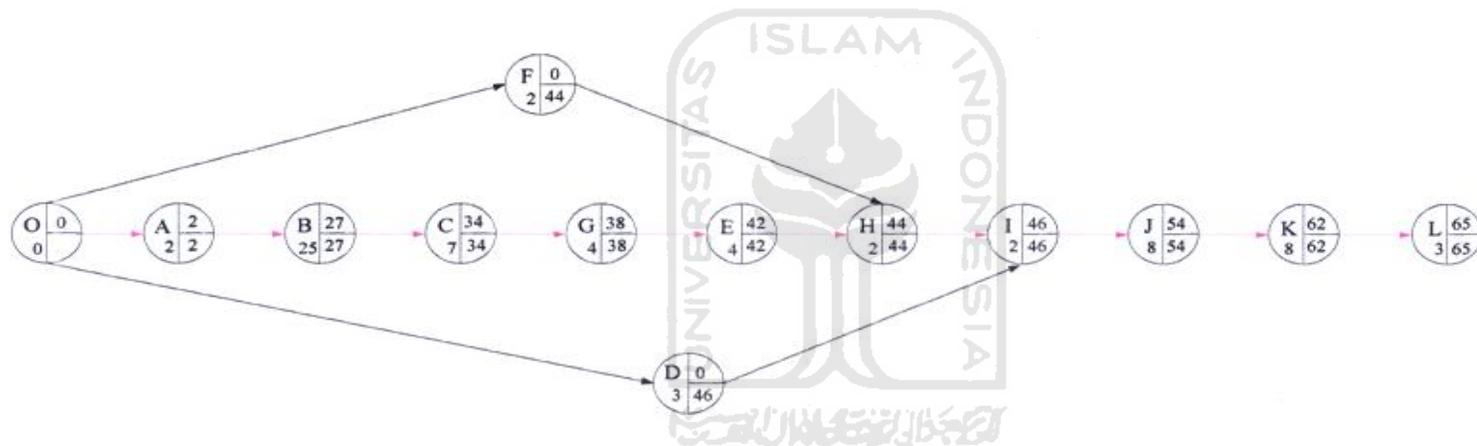
Gambar Network Planning Lintasan Kritis Proyek

Lampiran



Gambar Network Planning Proyek

Lampiran



Gambar Network Planning dengan PERT

NORMAL DISTRIBUTION TABLE

Entries represent the area under the standardized normal distribution from $-\infty$ to z , $\Pr(Z < z)$
 The value of z to the first decimal is given in the left column. The second decimal place is given in the top row.

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998
3.6	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.7	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.8	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Values of z for selected values of $\Pr(Z < z)$							
z	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576
$\Pr(Z < z)$	0.800	0.850	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995

Lampiran

Foto Dokumentasi Kegiatan



Sebelum Normalisasi



Proses Galian Pasir dan Batu Lahar Dingin



Proses Pembuatan Tanggul Pasir dan Batu



Proses Galian Pasir Berbatu (pondasi)



Proses Pemasangan Geotextile



Proses Perakitan Kawat Bronjong



Pemasangan Bronjong



Pengisian Batu Kali





Pekerjaan Proyek 100%

