



OPTIMALISASI WAKTU DAN BIAYA PROYEK DENGAN ANALISA CRASH PROGRAM

Apri Widiya Laksana, Heri Setiawan Prasetyo, M. Agung Wibowo^{*)}, Arif Hidayat^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Optimalisasi waktu dan biaya adalah usaha pemanfaatan waktu yang relatif singkat dengan biaya yang minimum untuk mencapai suatu pekerjaan dengan hasil dan keuntungan yang baik dengan tetap memperhatikan mutu dan kualitas suatu proyek. Dengan analisa Crash Program menggunakan penambahan jam kerja, dimaksudkan mengurangi waktu pekerjaan namun tetap mempertahankan jumlah produktivitas. Biaya langsung proyek akan meningkat dengan adanya penambahan jam kerja, akan tetapi berbanding terbalik untuk biaya tidak langsung proyek. Untuk itu, tujuan penulisan ini adalah mendapatkan titik optimal hubungan antara waktu dengan biaya proyek, sehingga diperoleh peningkatan biaya yang minimum untuk mempersingkat waktu pelaksanaan proyek. Crash Program merupakan salah satu metode penjadwalan untuk mempersingkat waktu penyelesaian suatu proyek. Dengan menggunakan CPM pada penjadwalan, diperoleh jalur kritis pada suatu proyek untuk menentukan suatu kegiatan yang dapat dipersingkat waktu pelaksanaannya.

kata kunci : *optimalisasi waktu dan biaya, analisa crash program, jalur kritis*

ABSTRACT

Optimization of time and cost is effort to use short time with minimum cost for reaching a job with good results and profits while still concern with quality of project. Crash Program analysis using addition of working hours, is intended to decrease working hours but it is still keeping the productivity number. The direct cost of the project will increase with the addition of working hours, but inversely proportional to the indirect cost of the project. Therefore, the purpose of this final project is to get optimization point between time and cost of the project, in order to get minimum cost to shorten project implementation time. Crash Program is one of scheduling method to shorten project implementation time. By using this program, earned critical path of a project to decide an acitivity that the implementation time can be shortened.

keywords: *optimization of time and cost, the program crash analysis, critical path*

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

PENDAHULUAN

Pada umumnya suatu proyek yang dikerjakan akan selalu memiliki resiko yang tinggi, resiko yang tinggi tersebutlah yang dijadikan dasar mengapa suatu perencanaan dan pelaksanaan dalam penyelesaian pekerjaan pada suatu pekerjaan proyek harus dilakukan secara tepat dan hati-hati. Selain itu suatu proyek juga akan terbatas atau dibatasi oleh biaya dan waktu yang digunakan dalam penyelesaian pekerjaannya. Karena hal tersebut maka perlu dilakukannya sebuah sistem atau cara untuk meningkatkan sebuah pengelolaan manajemen yang baik dan tepat sehingga dapat lebih diterima dengan baik oleh pihak konsumen. Sistem ini yang diharapkan dapat menentukan langkah-langkah urutan pelaksanaan pekerjaan suatu proyek dengan menggunakan metode mempersingkat waktu pelaksanaan proyek menggunakan analisa *crash program*.

TINJAUAN PUSTAKA

Hubungan Biaya Terhadap Waktu Pelaksanaan Proyek

Biaya langsung akan meningkat bila waktu pelaksanaan proyek dipercepat, namun biaya langsung ini akan meningkat juga bila waktu pelaksanaan proyek diperlambat. Biaya tidak langsung tidak tergantung pada kuantitas pekerjaan, melainkan tergantung pada jangka waktu pelaksanaan proyek. Bila biaya tidak langsung ini dianggap tetap selama umur proyek, maka biaya kumulatifnya akan naik secara linier menurut umur proyek yang dilaksanakan.

Kurva Biaya-Waktu Aktivitas Proyek

Dalam kurva ini menampilkan hubungan antara durasi normal dan durasi yang dipercepat pada sumbu datar dengan biaya langsung kegiatan pada durasi normal dan durasi yang dipercepat pada sumbu tegak. Dari kurva ini, kemiringan biaya (*cost slope*) yaitu biaya yang diperlukan untuk mempercepat durasi proyek untuk setiap waktu.

Kemiringan biaya (*cost slope*) :

Dimana :

Cc = Biaya crash

Nc = Biaya normal

Ct = Durasi crash

Nt = Durasi normal

$$\frac{C_c - N_c}{N_t - C_t}$$

Ada empat macam hubungan antara biaya dan waktu untuk suatu operasi kegiatan yaitu :

1. Hubungan linier

Penambahan biaya untuk setiap jangka waktu yang diperlukan adalah seragam untuk setiap interval waktu.

2. Hubungan multi linier dengan interval waktu berbeda.

Pada kasus ini penambahan biaya perhari seragam untuk setiap interval, tetapi berbeda untuk interval yang satu dengan yang lainnya, misalnya untuk interval pemendekan durasi dilakukan dengan penggantian peralatan loader yang kapasitasnya berbeda untuk suatu pekerjaan tanah, untuk interval lainnya dengan penambahan peralatan baru yang

akan menambah mobilisasi yang tidak ada pembiayaannya pada interval yang pertama.

3. Hubungan terpisah.

Antara biaya normal dan biaya dipercepat merupakan dua titik saling terpisah dan tidak bisa ditarik garis lurus antara kedua titik itu, tidak ada hubungan antara biaya normal dengan biaya crash atau tidak mempunyai *cost slope*. Kasus ini terjadi antara lain penggunaan dua metode pelaksanaan yang berbeda.

4. Hubungan non linier.

Penambahan biaya untuk setiap jangka waktu yang dipercepat adalah non linier untuk setiap interval waktu. Kasus ini terjadi misalnya bila dilakukan kombinasi alternatif-alternatif pemendekan durasi.

Analisa Waktu

1. Durasi normal kegiatan.

Durasi normal kegiatan adalah jangka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan pekerjaan dengan tingkat produktifitas kerja yang normal, yaitu sesuai dengan sumber daya dan kemampuan yang ada pada saat itu.

2. Durasi kegiatan dipercepat

Durasi kegiatan dipercepat adalah jangka waktu yang karena adanya alasan tertentu sehingga dilakukan percepatan dari jangka waktu normal kegiatan.

Analisa Biaya

Biaya proyek dikelompokkan menjadi dua komponen yaitu biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*).

1. Biaya langsung (*direct cost*)

Biaya langsung adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek atau dengan kata lain adalah biaya yang diperlukan untuk mendapatkan sumber daya yang akan dipergunakan untuk penyelesaian proyek.

2. Biaya tidak langsung (*indirect cost*)

Biaya tidak langsung adalah biaya yang berhubungan dengan pengawasan, pengarahan kerja dan pengeluaran umum di luar biaya konstruksi, biaya ini disebut juga sebagai biaya *overhead*. Biaya ini tidak tergantung pada volume pekerjaan tetapi juga tergantung pada jangka waktu pelaksanaan pekerjaan. Biaya tidak langsung akan naik apabila waktu pelaksanaan semakin lama karena biaya untuk gaji pegawai, biaya umum perkantoran tetap dan biaya-biaya lainnya juga tetap dibayar.

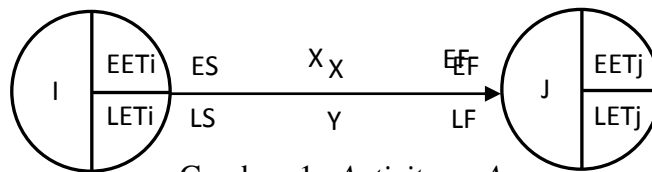
Proses Mempercepat Kurun Waktu

Dalam rangka untuk percepatan waktu kita akan membutuhkan informasi berikut ini untuk tiap-tiap pekerjaan, diantaranya :

1. Penaksiran biaya yang dibutuhkan masing-masing pekerjaan dalam situasi normal
2. Penyelesaian waktu proyek dalam kondisi percepatan, yaitu waktu paling singkat yang dapat dilakukan dibawah kondisi percepatan.
3. Penaksiran biaya pekerjaan dalam kondisi percepatan.

Critical Path Method (CPM)

Critical Pert Method (CPM) banyak digunakan di kalangan industri atau proyek-proyek komstruksi. *Critical Pert Method (CPM)* adalah suatu metode dengan menggunakan diagram anak panah untuk menentukan lintasan kritis, sehingga disebut juga metode lintasan kritis. Lintas kritis ini memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Makna lintasan kritis ini penting bagi pelaksanaan proyek, karena pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat, akan mengakibatkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Kadang dijumpai lebih dari satu jalur kritis dalam jaringan kerja.



Gambar 1. *Activity on Arrow*

Dimana :

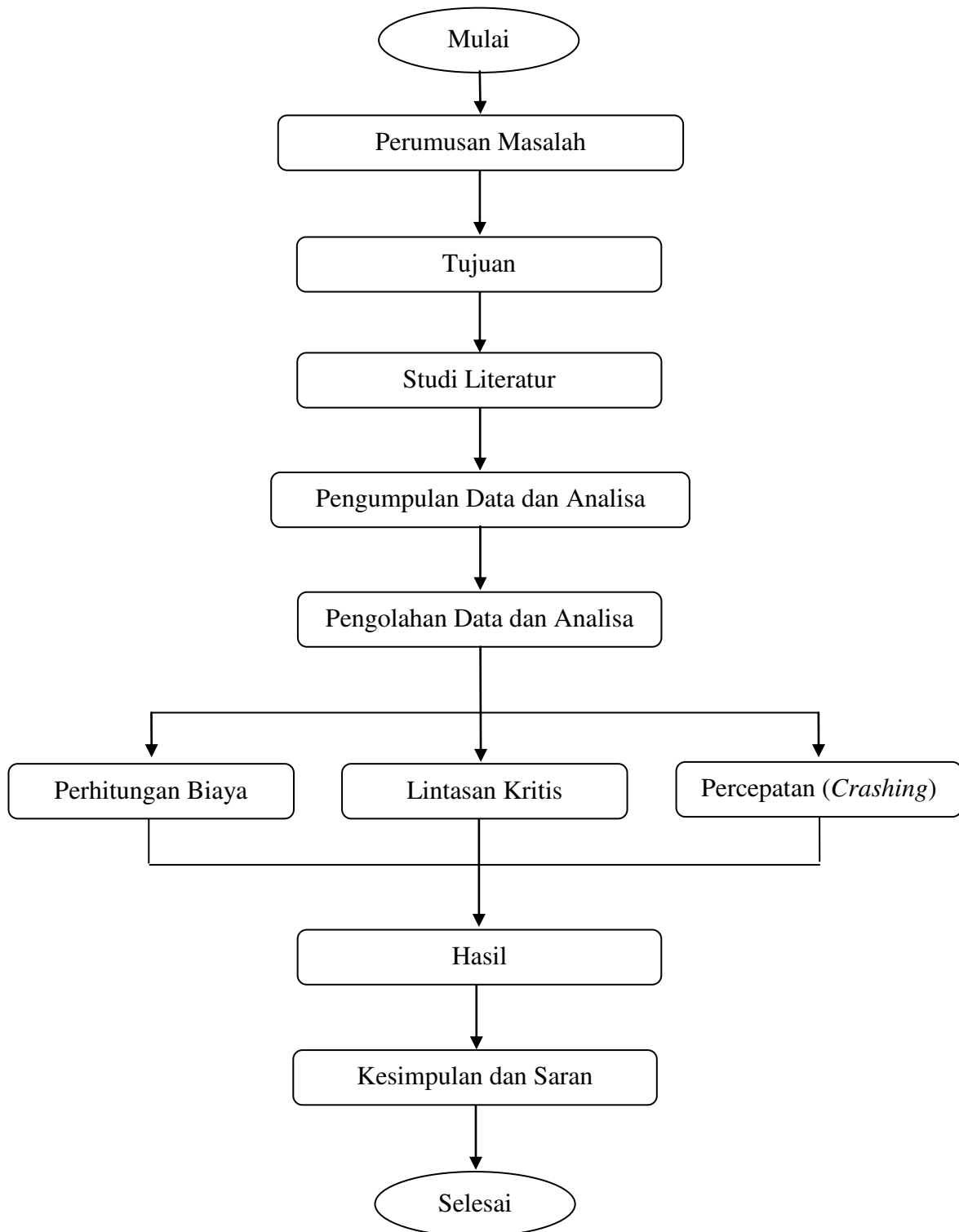
- I,J = Nomor node
- X = Nama Kegiatan
- EET = (*Earliest Event Time*) waktu mulai paling cepat dari kegiatan.
- LET = (*Latest Event Time*) waktu mulai paling lambat dari kegiatan.
- Y = Durasi untuk melaksanakan kegiatan antara *event* i dan *event* j.
- EST = (*Earliest Start Time*) waktu mulai paling cepat dari kegiatan.
- EFT = (*Earliest Finish Time*) waktu paling cepat akhir dari kegiatan.
- LST = (*Latest Start Time*) waktu mulai paling lambat untuk mulai dari kegiatan.
- LFT = (*Latest Finish Time*) waktu mulai paling lambat untuk akhir dari kegiatan.

METODOLOGI

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data atau informasi dari suatu pelaksanaan konstruksi sangat bermanfaat untuk evaluasi optimasi durasi dan biaya secara keseluruhan. Data yang diperlukan adalah:

1. Data Sekunder
Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung. Data ini diambil dari data-data laporan perkembangan atau progres pekerjaan suatu proyek. Variabel yang sangat mempengaruhi dalam pengoptimasian durasi dan biaya pelaksanaan proyek ini adalah variabel waktu dan variabel biaya.
2. Literatur.
Literatur yang dimaksud, yaitu mengumpulkan, mengidentifikasi, serta mengelola data tertulis dari sistem kerja yang digunakan. Data ini sebagai input dalam proses studi banding untuk penelitian yang sedang dilakukan
3. Wawancara.
Wawancara kepada pihak yang terlibat dalam proyek untuk digunakan sebagai masukan dalam penelitian.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

DATA DAN ANALISA

Data Umum Proyek

Data umum dari Proyek Pelindung Tebing Sungai Randu Gunting dapat dijelaskan keterangannya sebagai berikut :

- Unit Kerja : Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana
- SNVT : Pelaksana Pengelolaan Sumber Daya Air Pemali Juana
- PPK : Sungai dan Pantai II
- Penyedia Jasa : CV. Putra Mas Indah
- Nama Pekerjaan : Pelindung Tebing Sungai Randu Gunting
- Tahun Anggaran : 2011
- Lokasi : Kabupaten Pati
- Waktu Pelaksanaan : 180 Hari Kalender

Sedangkan untuk data umum dari Pekerjaan Sungai Bodri III Kabupaten Kendal dapat dijelaskan keterangannya sebagai berikut :

- Kegiatan : Perbaikan dan Pembangunan Prasarana dan Sarana Pengendalian Banjir dan Pengaman Pantai
- Pekerjaan : Sungai Bodri III Kabupaten Kendal
- Tahun Anggaran : 2013
- Lokasi : Ds. Gemuh Blanten, Kabupaten Kendal

Uraian Pekerjaan

Uraian pekerjaan berisi tentang ruang lingkup pekerjaan dan volume pekerjaan dari masing-masing item pekerjaan. Fungsi dari ruang lingkup pekerjaan adalah untuk mengelompokkan dari masing-masing uraian pekerjaan tersebut menjadi sub-item yang lebih kompleks.

Tabel 1. Uraian Pekerjaan Pelindung Tebing Sungai Randu Gunting

No.	Uraian Pekerjaan	Volume
A.	Pekerjaan Persiapan	
1.	Pembersihan lapangan	330,00 m ²
2.	Kisdam	1,00 Ls
B.	Pekerjaan Proteksi Pilar Jembatan (1 Unit)	
1.	Beton K-225	3,32 m ³
2.	Pembesian	257,88 Kg
3.	Bekisting	9,90 m ²
4.	Plesteran	9,90 m ²
C.	Pekerjaan Pelindung Tebing 165 m	
1.	Galian tanah dengan orang	544,80 m ³
2.	Timbunan tanah kembali dipadatkan	198,00 m ³
3.	Pengadaan dan pemasangan geotekstile non woven, t = 2 mm	1.650,00 m ²
4.	Pengadaan dan pemasangan bronjong 2 x 1 x 0,5 m	1.485,00 Unit
5.	Pengadaan dan pemancangan trucuk bambu dengan Ø 15 x 400 cm	332,00 Btg

Sedangkan uraian pekerjaan dari Pekerjaan Sungai Bodri III, Kabupaten Kendal adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Uraian Pekerjaan Sungai Bodri III, Kabupaten Kendal

No	Uraian Pekerjaan	Volume
A.	Pekerjaan Persiapan	
1.	Mobilisasi dan demobilisasi	1,00 Ls
B.	Pekerjaan Konstruksi	
1.	Pengadaan dan pemancangan sheet pile beton K – 700, W.325, A.1000, L = 12 m	2.004,00 m
2.	Pengadaan dan pemancangan mini pile segi empat 40 x 40 cm, K - 500, L = 10 m	540,00 m
3.	Beton cap K – 250	89,45 m ³
4.	Pembesian	11.181,67 Kg
5.	Begisting	183,70 m ²
6.	Timbunan tanah mendatangkan jarak max. 250 m, dan dipadatkan	5.567,48 m ³

Daftar Harga Bahan

Daftar harga bahan adalah daftar harga suatu bahan yang digunakan langsung sebagai bahan untuk pembuatan konstruksi. Bahan konstruksi yang digunakan haruslah disesuaikan dengan spesifikasi bahan yang telah ditentukan dalam dokumen kontrak.

Daftar Harga Upah

Daftar harga upah adalah batasan harga yang digunakan untuk membayar atau menggaji tenaga kerja yang dipergunakan secara langsung tenaganya dalam suatu proyek yang sedang dilaksanakan/dijalankan.

Analisa Teknik

Analisa teknik merupakan dasar atau uraian dari perhitungan dalam menentukan durasi dan jumlah tenaga kerja yang akan dipakai untuk suatu penyelesaian pekerjaan. Koefisien yang dipakai haruslah didasarkan (tidak melebihi) daripada koefisien sumber daya setempat (lokasi proyek tersebut dilaksanakan/dikerjakan). Koefisien tersebut biasanya ditetapkan oleh Dinas Pekerjaan Umum setempat dan terdapat dalam *Bugerlijke Openbare Werken (BOW)*.

Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Aspek teknologi pada saat ini sangatlah berperan dalam penyelesaian suatu proyek konstruksi. Penggunaan metode yang tepat, praktis, cepat dan aman serta penggunaan teknologi (alat kerja) sangatlah membantu dalam penyelesaian pekerjaan. Dengan pemanfaatan teknologi (alat kerja), metode yang tepat serta sistem manajemen yang baik, sehingga dimungkinkan target waktu, biaya dan mutu sebagaimana telah direncanakan atau ditetapkan dalam perencanaan dapat tercapai. Metode pelaksanaan merupakan penjabaran tata cara dan teknik-teknik pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Pada dasarnya metode

pelaksanaan merupakan penerapan konsep rekayasa yang berpijak pada keterkaitan antara persyaratan dalam dokumen lelang, keadaan teknis dan ekonomis dilapangan, dan seluruh sumber daya termasuk juga pengalaman dari pihak kontraktor.

Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan yang dapat memeberikan sebuah informasi tentang jadwal dari perencanaan dan kemajuan suatu proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan, dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk menyelesaikan proyek. Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat lebih terperinci dan sangat detail. Hal ini dimaksudkan untuk membantu evaluasi pelaksanaan proyek.

Analisa Biaya Pekerjaan

Biaya Langsung (Direct Cost)

Biaya langsung adalah elemen biaya yang memiliki kaitan langsung dengan volume pekerjaan yang tertera dalam item pembayaran atau menjadi komponen permanen hasil akhir proyek.

Tabel 3. Biaya Langsung (*Direct Cost*) Pekerjaan Pelindung Tebing Sungai Randu Gunting

No	Uraian Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)
A.	Pekerjaan Persiapan	
1.	Pembersihan lapangan	123.750,00
2.	Kisdam	999.000,00
B.	Pekerjaan Proteksi Pilar Jembatan (1 Unit)	
1.	Beton K-225	2.894.956,00
2.	Pembesian	2.844.544,50
3.	Bekisting	3.830.700,00
4.	Plesteran	228.918,50
C.	Pekerjaan Pelindung Tebing 165 m	
1.	Galian tanah dengan orang	8.568.000,00
2.	Timbunan tanah kembali dipadatkan	3.384.000,00
3.	Pengadaan dan pemasangan geotekstile non woven, t = 2 mm	20.646.500,00
4.	Pengadaan dan pemasangan bronjong, 2 x 1 x 0,5 m	350.925.057,14
5.	Pengadaan dan pemancangan trucuk bambu dengan Ø 15 x 400 cm	5.659.500,00

Sedangkan Biaya Langsung (*Direct Cost*) dari Pekerjaan Sungai Bodri III, Kabupaten Kendal adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Biaya Langsung (*Direct Cost*) Pekerjaan Sungai Bodri III, Kabupaten Kendal

No	Uraian Pekerjaan	Biaya (Rp)
A.	Pekerjaan Persiapan	
1.	Mobilisasi dan demobilisasi	37.715.265,00
B.	Pekerjaan Konstruksi	
1.	Pengadaan dan pemancangan sheet pile beton K – 700, W.325, A.1000, L = 12 m	1.702.724.000,00
2.	Pengadaan dan pemancangan mini pile segi empat 40 x 40 cm, K - 500, L = 10 m	347.447.500,00
3.	Beton cap K – 250	33.056.041,60
4.	Pembesian	152.082.280,50
5.	Begisting	25.753.175,00
6.	Timbunan tanah mendatangkan jarak max 250 m, dan dipadatkan	205.922.500,00

Biaya Tidak Langsung (Indirect Cost)

Biaya tidak langsung merupakan elemen biaya yang tidak terkait langsung dengan besaran volume komponen fisik hasil akhir proyek, tetapi memiliki kontribusi terhadap penyelesaian kegiatan proyek.

Tabel 5. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*) Pekerjaan Pelindung Tebing Sungai Randu Gunting

No	Uraian	Keterangan	Biaya (Rp)
1	Insentif atau Gaji Lokal	Per/bulan	925.000,00
2	Sewa Mess Direksi	Per/bulan	700.000,00
3	Upah Harian	Per/bulan	900.000,00
4	Pengukuran	(2 Kali)	375.000,00
5	Administrasi	Per/bulan	850.000,00
6	Administrasi Kontrak	Per/bulan	425.000,00
7	Biaya Umum	Per/bulan	1.000.000,00
8	Alat Bantu	Per/bulan	250.000,00
9	Transportasi	Per/bulan	1.000.000,00
10	Keamanan	Per/bulan	500.000,00
11	PHO	(1 Kali)	1.000.000,00
12	FHO	(1 Kali)	1.000.000,00

Tabel 6. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*) Pekerjaan Sungai Bodri III, Kabupaten Kendal.

No	Uraian	Keterangan	Biaya (Rp)
1	Insentif atau Gaji Lokal	Per/bulan	1.250.000,00
2	Sewa Mess Direksi	Per/bulan	900.000,00
3	Upah Harian	Per/bulan	1.350.000,00
4	Pengukuran	(2 Kali)	400.000,00
5	Administrasi	Per/bulan	850.000,00
6	Administrasi Kontrak	Per/bulan	425.000,00
7	Biaya Umum	Per/bulan	1.000.000,00
8	Alat Bantu	Per/bulan	250.000,00
9	Transportasi	Per/bulan	1.000.000,00
10	Keamanan	Per/bulan	500.000,00
11	PHO	(1 Kali)	1.000.000,00
12	FHO	(1 Kali)	1.000.000,00

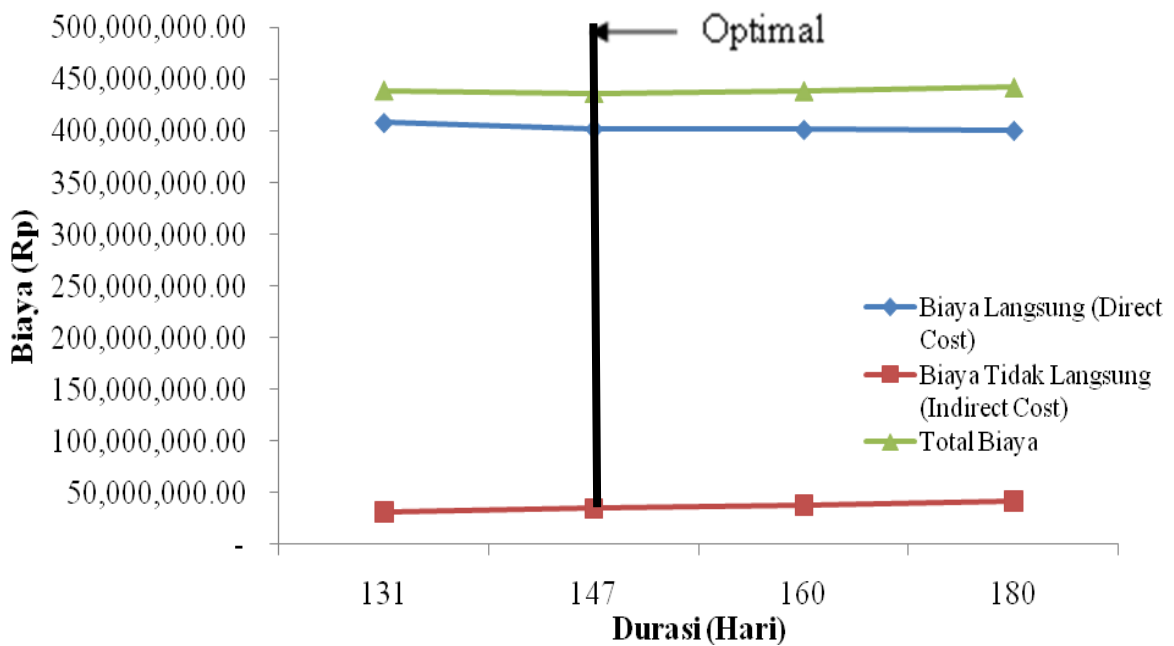
Dari uraian perhitungan di atas didapatkan perhitungan mengenai analisa biaya yang diperhitungkan juga terhadap percepatan waktu yang terjadi.

Tabel 7. Analisa Perhitungan Biaya Pekerjaan Pelindung Tebing Sungai Randu Gunting.

No	Uraian	Biaya Normal (Rp)	Biaya <i>Crashing</i> 1 (Rp)
		(180 Hari)	(160 Hari)
1	Biaya Langsung (<i>Direct Cost</i>)	400.104.926,14	400.994.640,43
2	Biaya Tidak Langsung (<i>Indirect Cost</i>)	42.000.000,00	37.633.333,33
3	Total Biaya (<i>Total Cost</i>)	442.104.926,14	438.627.973,76

No	Uraian	Biaya <i>Crashing</i> 2 (Rp)	Biaya <i>Crashing</i> 3 (Rp)
		(147 Hari)	(131 Hari)
1	Biaya Langsung (<i>Direct Cost</i>)	401.796.926,14	407.914.426,14
2	Biaya Tidak Langsung (<i>Indirect Cost</i>)	34.795.000,00	31.301.666,67
3	Total Biaya (<i>Total Cost</i>)	436.591.926,14	439.591.092,81

Dari hasil di atas didapatkan sebuah grafik hubungan antara waktu dan biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*).

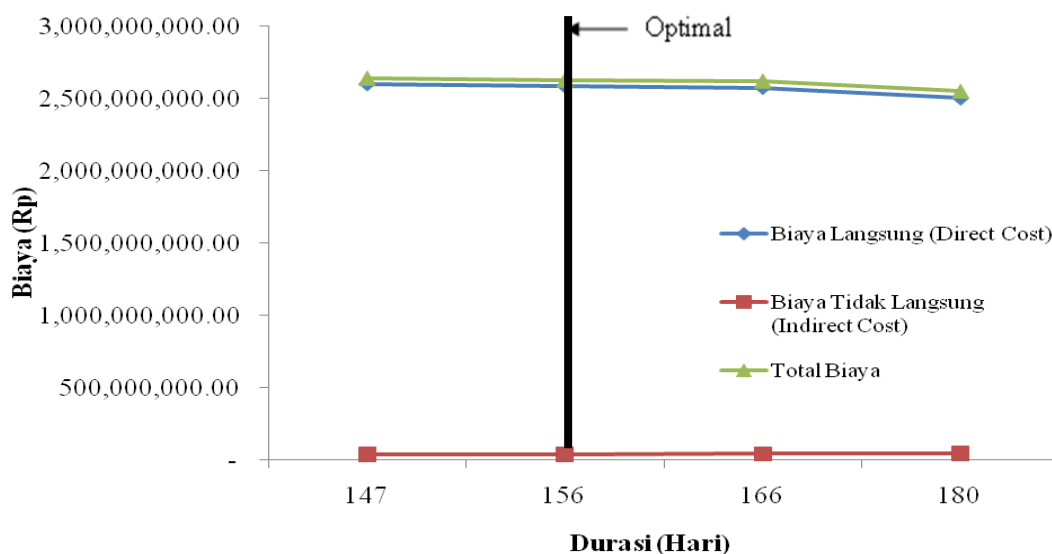


Gambar 3. Grafik Hubungan Waktu dan Biaya Pekerjaan Pelindung Tebing Sungai Randu Gunting

Tabel 8. Analisa Perhitungan Biaya Pekerjaan Sungai Bodri III, Kabupaten Kendal

No	Uraian	Biaya Normal (Rp) (180 Hari)	Biaya Crash 1 (Rp) (166 Hari)
1	Biaya Langsung (<i>Direct Cost</i>)	2.504.700.762,10	2.578.998.262,10
2	Biaya Tidak Langsung (<i>Indirect Cost</i>)	47.950.000,00	44.438.333,33
3	Total Biaya	2.552.650.762,10	2.623.436.595,43

No	Uraian	Biaya Crash 2 (Rp) (156 Hari)	Biaya Crash 3 (Rp) (147 Hari)
1	Biaya Langsung (<i>Direct Cost</i>)	2.588.488.619,24	2.603.931.119,24
2	Biaya Tidak Langsung (<i>Indirect Cost</i>)	41.930.000,00	39.672.500,00
3	Total Biaya	2.630.378.619,24	2.643.603.619,24



Gambar 5. Grafik Hubungan antara Waktu dan Biaya Pekerjaan Sungai Bodri III, Kabupaten Kendal.

KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pembahasan di dalam penulisan ini. Adapun kesimpulannya adalah sebagai berikut :

- a. Hasil pelaksanaan proyek yang optimal dapat diperoleh dengan perencanaan yang baik.
- b. Pada proses mempercepat durasi proyek tidak dapat dilakukan untuk kegiatan yang tidak berada pada jalur kritis.
- c. Untuk mempercepat durasi proyek dengan menggunakan penambahan jam kerja terjadi peningkatan biaya yang tajam khususnya pada jam ke-3 (lembur 3 jam) kegiatan proyek, dikarenakan pada pelaksanaan lembur pada jam ke-3 disyaratkan pemberian konsumsi sehingga biaya tersebut haruslah sangat diperhitungkan.
- d. Penambahan biaya langsung disebabkan oleh adanya beberapa faktor, diantaranya adalah sebagai berikut :
 1. Peningkatan jumlah produktivitas dengan jam kerja lembur untuk para pekerja
 2. Peningkatan jumlah produktivitas dengan jam kerja lembur untuk alat berat yang digunakan dalam pelaksanaan.
- e. Pada Pekerjaan Pelindung Tebing Sungai Randu Gunting, Kabupaten Pati, diperoleh kesimpulan pada penjadwalan proyek yang dianggap paling optimal untuk pelaksanaan proyek selama 147 hari kalender, dengan biaya sebesar Rp. 436.591.926,14.
- f. Pada Pekerjaan Sungai Bodri III Kabupaten Kendal, diperoleh kesimpulan pada penjadwalan proyek yang dianggap paling optimal untuk pelaksanaan proyek selama 156 hari kalender dengan biaya sebesar Rp. 2.630.378.619,24.

SARAN

Mengingat batasan yang ada dalam penelitian ini, dari analisis data dan pembahasan hasil serta kesimpulan yang telah dikemukakan di atas, maka perlu dilakukan tindak lanjut sebagai berikut :

- a. Penerapan dan penggunaan metode perencanaan penjadwalan proyek harus disesuaikan dengan karakteristik dan sifat proyek.

- b. Percepatan durasi proyek pada waktu pelaksanaan proyek sebaiknya dilakukan lebih awal agar tidak terjadi kehilangan kesempatan untuk mempercepat durasi proyek pada suatu kegiatan yang mempunyai penambahan biaya yang kecil.
- c. Perlu diperhitungkan penurunan jumlah produktivitas tenaga kerja pada kegiatan yang dilakukan percepatan waktu.
- d. Perlu memperhatikan kualitas dari hasil pelaksanaan proyek yang dipercepat durasinya, sehingga mutu dari pekerjaan tersebut tetap terjaga dengan baik.
- e. Perlu memperhatikan dan diperhitungkan juga apabila terjadi hal yang tidak terduga seperti keterlambatan material proyek, faktor cuaca yang dapat mempengaruhi produktivitas dari pekerjaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Wibowo., Jati Utomo, 2010, *Bahan Ajar Planning and Scheduling*, Fakultas Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang.
- Gubernur Jawa Tengah, 2011, *Upah Minimum Pada 35 Kabupaten Di Dprovinsi Jawa Tengah*, Semarang.
- Gubernur Jawa Tengah, 2013, *Upah Minimum Pada 35 Kabupaten Di Dprovinsi Jawa Tengah*, Semarang.
- Hamdan Dimiyati, Kadar Nurjaman, 2014, *Manajemen Proyek*, Pustaka Setia, Bandung.
<http://haslianecivil.blogspot.com/2012/05/definisi-biaya-langsung-biaya-tak.html>
<http://nakmami.wordpress.com/2011/10/17/pengertian-biaya-dan-klasifikasi-biaya/>
<http://trionohungkul.blogspot.com/2012/11/manajemen-konstruksi.html>
- Iman Soeharto, 1997, *Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional*, Erlangga, Jakarta.
- Jati Utomo, dkk, 2003, *Manajemen Konstruksi*, Jurusan Sipil Universitas Diponegoro, Semarang
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2012, *Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum*, Balitbang PU, Jakarta
- Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi, 2004, *Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja lembur*, Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi, Jakarta
- Taufiqur Rachman, 2012, *Bahan Kulliah Manajemen Proyek*, Universitas Esa Unggul, Jakarta Barat.
- Wulfram I Ervianto, 2002, *Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*, Andi, Yogyakarta.