

TINJAUAN PENJADWALAN WAKTU DAN TENAGA KERJA PADA PEKERJAAN REHABILITASI DAN REKONSTRUKSI BERAT JEMBATAN SOKLAT

(Kecamatan Gentuma Raya Kabupaten Gorontalo Utara)

Ari Putra Rachman, Fazrin Djafar

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Bina Taruna Gorontalo

ariputrarachman@gmail.com¹, djafrin22@gmail.com²

ABSTRAK

Proyek dalam industri konstruksi merupakan kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumberdaya tertentu dan bertujuan untuk melaksanakan tugas yang sarasannya telah digariskan dengan jelas. Sehubungan dengan hal tersebut diperlukan suatu metode perencanaan proyek yang diharapkan dapat mengkoordinasi berbagai kegiatan dalam suatu pekerjaan sehingga proyek dapat diselesaikan dalam jangka waktu yang ditetapkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan waktu yang paling tepat, mengoptimalkan penggunaan tenaga kerja pada setiap item pekerjaan dan mengetahui kendala-kendala yang dihadapi dalam pelaksanaan proyek Rehabilitasi & Rekonstruksi Berat Jembatan Soklat. Metode yang dapat digunakan dalam mengatasi persoalan dalam perencanaan waktu dan tenaga kerja adalah dengan menggunakan *Crash Program*, serta menggunakan *CPM (critical path method)* atau biasa dikenal dengan *Diagram Network Planning*. Metode ini di buat untuk mendapatkan umur proyek normal serta lintasan kritis yang memperjelas kegiatan-kegiatan apa saja yang akan diperpendek. Dari hasil percobaan *crash program* sebanyak 3(tiga) kali didapat durasi pekerjaan terpendek 220 hari kalender yakni pada *crash program ke-3*.

Kata Kunci: **Optimalisasi, CPM (Critical Path Method), Crash Program.**

ABSTRACT

Projects in the construction industry are temporary activities that last for a limited period of time, with certain resource allocations and aim to carry out tasks whose targets have been clearly outlined. In connection with this, a project planning method is needed which is expected to coordinate various activities in a job so that the project can be completed within the specified timeframe. The purpose of this research is to plan the most appropriate time, optimize the use of labor for each work item and find out the obstacles faced in the implementation of the Soklat Bridge Heavy Rehabilitation & Reconstruction project. The method that can be used in overcoming problems in time and manpower planning is to use the Crash Program, and use CPM (critical path method) or commonly known as Network Planning Diagram. This method is made to get the normal project life and the critical path that clarifies what activities will be shortened. From the results of the crash program experiment for 3 (three) times, the shortest work duration was 220 calendar days, namely the 3rd crash program.

Keywords: **Optimization, CPM (Critical Path Method), Crash Program**

PENDAHULUAN

Proyek adalah suatu rangkaian kegiatan yang dikerjakan dalam waktu terbatas menggunakan sumber daya tertentu dengan harapan untuk memperoleh hasil yang terbaik

pada waktu yang akan datang. Sumber daya merupakan factor penentu dalam keberhasilan suatu proyek konstruksi. Sumber daya yang berpengaruh dalam proyek terdiri dari *man, materials, machine, money* dan *method*.

Pelaksanaan proyek pekerjaan Rehabilitasi & Rekonstruksi Berat Jembatan Soklat ini mengalami keterlambatan dalam menyelesaikan pekerjaan konstruksi yang ada hubungannya dengan jumlah tenaga kerja. Dalam penelitian ini diharapkan pada suatu masalah bagaimana mengatur jadwal dengan jumlah tenaga kerja yang cukup sehingga dapat menggunakan waktu efektif sehingga biaya yang dikeluarkan tidak besar. Agar mendapat waktu yang efektif, maka perlu adanya Tinjauan ulang terhadap penjadwalan waktu dengan meninjau kembali jumlah pekerja yang dipekerjakan pada proyek tersebut sehingga proyek tersebut dapat berjalan tepat waktu sebagaimana perencanaan awal dan tidak akan mempengaruhi mutu pekerjaan serta waktu kerja.

Sehubungan dengan hal tersebut, diperlukan suatu metode perencanaan proyek yang diharapkan dapat mengkoordinasi berbagai kegiatan dalam suatu upaya percepatan durasi proyek. Oleh karena itu diperlukan analisis optimalisasi durasi proyek sehingga dapat diketahui berapa lama suatu proyek tersebut diselesaikan dan mencari adanya kemungkinan percepatan waktu pelaksanaan proyek dengan CPM (Critical Path Method - Metode Jalur Kritis), serta dengan menggunakan metode Crash Program.

METODE PENELITIAN

Proyek ini terletak di Kecamatan Gentuma Raya Kabupaten Gorontalo Utara. Secara administrasi Jembatan Soklat terletak di Jalan Trans. Fungsi dari Rekonstruksi & Rehabilitasi Berat Jembatan Soklat yaitu untuk meniadakan debit atau volume arus sungai, menjadi transportasi utama menuju akses pemukiman warga, perkantoran, sekolah, dan bangunan lainnya.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode CPM (Critical Path Method) dan Crash Program. Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan adalah: a. Penelitian lapangan: Data yang diperoleh dengan melakukan peninjauan secara langsung ke proyek pembangunan yang menjadi obyek penelitian; b. Observasi: adalah pengamatan dan pencatatan secara teliti dan sistematis atas gejala-gejala (fenomena) yang sedang diteliti (Soeratno dan Arsyad, 2008); c. Wawancara: sebagai teknik pencarian dan pengumpulan informasi dilakukan dengan mendatangi secara langsung kepada pihak-pihak yang ada hubungannya dengan pekerjaan yang ada di lapangan untuk dimintai keterangan mengenai sesuatu yang diketahuinya (bisa mengenai suatu kejadian, fakta, maupun pendapat responden) (Subiyanto, 2000); d. Penelitian kepustakaan: Pengumpulan data yang dilakukan dengan membaca buku-buku literatur, jurnal-jurnal, internet, majalah, dan turun langsung di lapangan.

Sistem Pengawasan

Sistem pengawasan ataupun pengendalian sangat diperlukan dalam suatu proyek konstruksi. Menurut Mockler (1972) dalam Husen (2009), pengendalian dapat didefinisikan sebagai usaha yang sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran dan tujuan perencanaan, merancang sistem informasi, membandingkan pelaksanaan dengan standar-standar yang telah ditetapkan, menganalisa kemungkinan terjadinya penyimpangan, kemudian melakukan tindakan koreksi yang diperlukan agar sumber daya dapat digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran

dan tujuan. Selain agar mendapatkan produk yang memuaskan, pengendalian juga dimaksudkan untuk memastikan bahwa program dan aturan kerja yang telah ditetapkan dapat dicapai dengan penyimpangan atau kesalahan yang paling minimal.

Pengawas Konstruksi adalah penyedia jasa orang perseorangan atau badan usaha yang dinyatakan ahli yang profesional di bidang pengawasan jasa konstruksi yang mampu melaksanakan pekerjaan pengawasan sejak awal pelaksanaan pekerjaan konstruksi sampai selesai dan diserahterimakan (UU No. 18/1999 Tentang Jasa Konstruksi, BAB I Pasal 19). Keterlambatan dalam suatu proyek konstruksi dapat mengakibatkan peningkatan biaya dan waktu operasional pembangunan. Menurut Sandyavitri (2008) peningkatan pengawasan untuk meminimalkan risiko terhadap produktifitas pekerja sangat diperlukan, dengan cara antara lain: a. Meningkatkan pengawasan terhadap pelaksanaan proyek, misalnya dengan menambah tenaga kepala pekerja dan mandor); b. Melakukan evaluasi kemajuan tiap pekerjaan perminggu, sehingga cepat diketahui kemajuan dan keterlambatan yang telah dicapai dan dapat dilakukan antisipasi setelahnya.

Perencanaan Tenaga Kerja

Menurut Soeharto (1997), definisi indeks produktifitas dapat dirumuskan sebagai berikut.

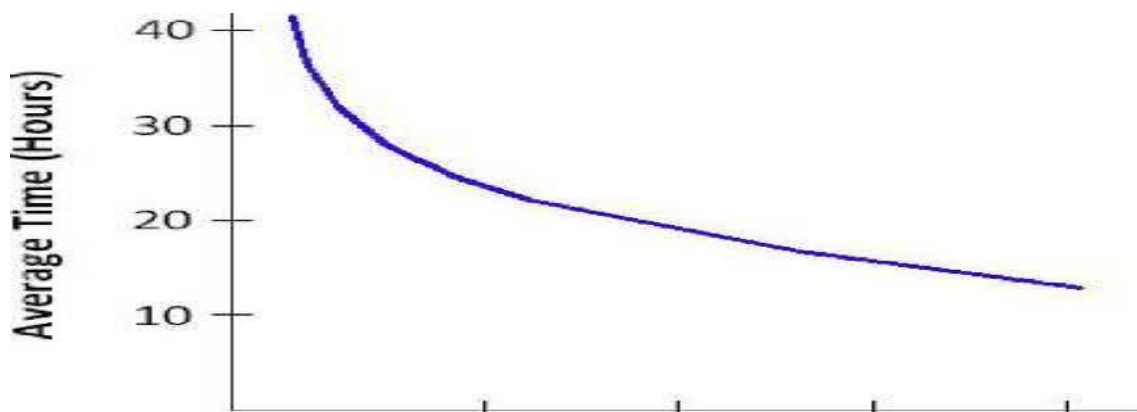
$$\text{Indeks Produktifitas} = \frac{\text{Jumlah Jam - Orang yang sesungguhnya digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan tertentu}}{\text{Jumlah Jam - Orang yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan identik pada kondisi standar}}$$

$$\text{Indeks Produktifitas} = \frac{\text{Jumlah Jam - Orang yang sesungguhnya digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan tertentu}}{\text{Jumlah Jam - Orang yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan identik pada kondisi standar}}$$

Kondisi standar adalah kondisi rata-rata di mana Indeks Produktifitas diberi angka = 1,0. Jika Indeks Produktifitas > 1,0 berarti produktifitas tenaga kerja kurang dari standar. Sebaliknya, jika Indeks Produktifitas < 1,0 berarti produktifitas tenaga kerja melebihi standar yang ditetapkan (Soeharto, 1997). Faktor-faktor yang mempengaruhi produktifitas tenaga kerja lapangan antara lain (Soeharto, 1997): 1. Kondisi fisik lapangan dan sarana bantu. Kondisi geografis lokasi proyek, iklim, cuaca, tempat penampungan tenaga kerja serta sarana bantu yang berupa peralatan konstruksi sangat berpengaruh terhadap produktifitas tenaga kerja; 2. Supervisi, perencanaan dan koordinasi. Melihat lingkup tugas dan tanggung jawabnya terhadap pengaturan pekerjaan dan penggunaan tenaga kerja di lapangan, maka kualitas pengawas lapangan sangat besar pengaruhnya terhadap produktifitas secara menyeluruh; 3. Komposisi kelompok kerja. Perbandingan jam orang pengawas lapangan terhadap total jam orang kelompok kerja yang dipimpinnya menunjukkan indikasi besarnya rentang pengendalian yang dimiliki;

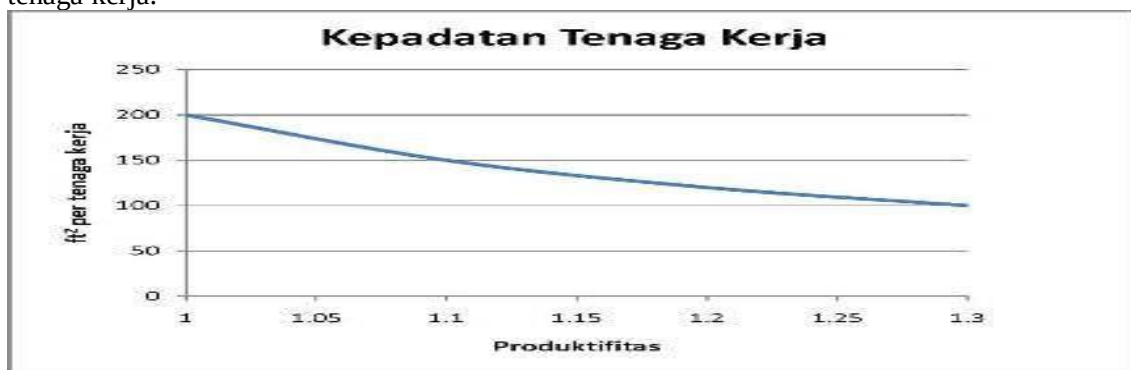
Kerja lembur. Walaupun bertujuan mengejar sasaran jadwal, kerja lembur dapat berakibat pada menurunnya efisiensi kerja.

Pengalaman pekerja. Seorang atau sekelompok tenaga kerja yang melakukan pekerjaan yang identik secara berulang-ulang diharapkan dapat menaikkan tingkat produktifitasnya untuk menyelesaikan pekerjaan berikutnya. Hal ini sesuai dengan konsep *Learning Curve* yang dapat dilihat pada grafik berikut ini.



Konsep *Learning Curve* memberikan informasi bahwa semakin lama seseorang bekerja pada satu jenis pekerjaan yang sama, maka keterampilannya akan semakin meningkat dan semakin sedikit waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu unit pekerjaan tertentu. Dengan adanya peningkatan pengalaman kerja maka terjadinya kesalahan akan berkurang, meningkatnya kualitas metode kerja, penggunaan peralatan yang lebih baik, produk yang dihasilkan lebih baik dari sebelumnya dan tentunya lebih efektif dalam memanfaatkan waktu (Maarif dan Tanjung, 2003).

1. Ukuran besar proyek. Semakin besar ukuran proyek, maka produktifitas pekerja akan cenderung menurun.
2. Kepadatan tenaga kerja. Yaitu jumlah luas tempat kerja bagi setiap tenaga kerja. Semakin tinggi jumlah pekerja per area atau semakin turunnya luas area per pekerja, maka kegiatan per area akan semakin sibuk, atau dengan kata lain kelancaran pekerjaan akan terganggu dan mengakibatkan penurunan produktifitas. Berikut ini adalah grafik yang menunjukkan kepadatan tenaga kerja.



Standar Kompetensi Kerja

Berdasarkan UU No. 18/1999 Tentang Jasa Konstruksi, pada BAB III Pasal 8 dan 9 disebutkan bahwa tenaga kerja yang melaksanakan pekerjaan perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan konstruksi harus memiliki sertifikat keahlian dan atau keterampilan kerja.

Dalam hal peningkatan kemampuan dan keterampilan tenaga kerja konstruksi, BPKSDM sebagai badan di bawah Kementrian Pekerjaan Umum berkewajiban dalam

rangka mengadakan pelatihan berbasis kompetensi kerja. Pelatihan berbasis kompetensi kerja adalah pelatihan kerja yang menitikberatkan pada penguasaan kemampuan kerja yang mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja sesuai dengan standar yang ditetapkan dan persyaratan di tempat kerja (<http://bpksdm.pu.go.id/database/skknj>, 2010).

Bentuk-bentuk Kejadian Waste

Waste atau pemborosan adalah pergerakan pekerja yang tidak menambah nilai dan tidak diperlukan dalam suatu proses (Ohno, 1988 dalam Formoso dkk, 2002). *Waste* dapat juga digambarkan sebagai segala aktifitas manusia yang menyerap sumberdaya dalam jumlah tertentu tetapi tidak menghasilkan nilai tambah, seperti kesalahan yang membutuhkan pembetulan, hasil produksi yang tidak diinginkan oleh pengguna, proses atau pengolahan yang tidak perlu, pergerakan tenaga kerja yang tidak berguna dan menunggu hasil akhir dari kegiatan-kegiatan sebelumnya (Womack dan Jones, 1996 dalam Formoso dkk, 2002).

Waste dalam bidang konstruksi dan manufaktur dapat berupa penundaan waktu, kurangnya keamanan, pengerjaan ulang (*rework*), biaya yang berlebihan, perjalanan atau perpindahan yang tidak perlu, jarak yang jauh, ketidaktepatan dalam pemilihan metode kerja atau manajemen peralatan dan kemampuan bangunan yang buruk (Alarcon, 1993; Ishiwata, 1997; Koskela, 1992; Serpell, 1995 dalam Lee dkk, 1999).

Menurut Spivey (1974) dan Gavilan & Bernold (1994) dalam Faniran & Caban (2007) *waste* di dalam konstruksi dapat bersumber dari: a. Kesalahan desain dan perinciannya; b. Perubahan desain; c. Kesalahan *procurement* (misalnya pemesanan yang berlebihan atau kekurangan); d. Penanganan material yang tidak tepat (selama fabrikasi, pengepakan, pemuatan atau pengantaran); e. Penyimpanan material yang tidak tepat; f. Ketenagakerjaan yang buruk; g. Cuaca yang tidak mendukung; h. Kecelakaan di lokasi kerja; i. Potongan atau serpihan yang tersisa dari pemotongan material; j. *Waste* yang disebabkan oleh pencurian atau kerusakan; k. Kurangnya pengendalian material di lokasi dan manajemen *waste*.

Besarnya Kerugian Akibat Waste

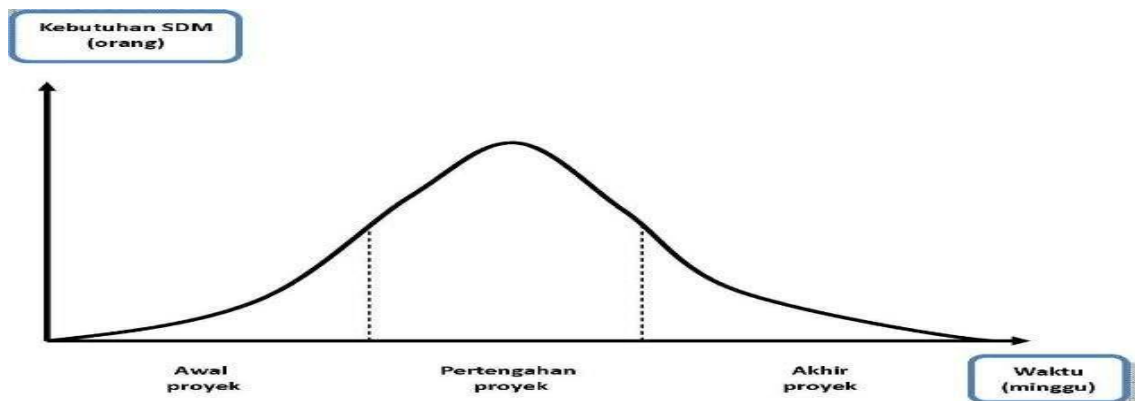
Kejadian *waste* pada suatu proyek konstruksi dapat disebabkan oleh tidak produktifnya tenaga kerja, sehingga dapat mengakibatkan kerugian bahkan kegagalan konstruksi. Secara tidak langsung kejadian *waste* dapat menambah jangka waktu pengerjaan dan pembiayaan. Misalnya pekerjaan berulang (*rework*), akibat kesalahan berulang mengakibatkan keterlambatan dalam waktu pelaksanaan, selain itu produk yang dihasilkan dari kesalahan pengerjaan akan terbuang sia-sia dan tidak bermanfaat (biaya tak terduga).

Teori yang digunakan untuk menghindari *waste* yaitu melakukan pengendalian waktu dan biaya, di mana hal tersebut merupakan salah satu syarat suatu proyek dikatakan berhasil. Untuk menganalisa pengendalian waktu kita dapat menggunakan Metode Optimasi, sedangkan untuk analisa pengendalian biaya, kita dapat menggunakan Metode SNI, yang mana dapat menganalisa semua biaya yang harus dikeluarkan dalam suatu proyek berdasarkan semua faktor yang ada (Duhita, 2001).

Meminimalisasi Kejadian Waste

Selain *master schedule*, penjadwalan tenaga kerja dalam proyek yang cukup besar sangat penting karena dapat memberikan hasil kerja serta efisiensi keuangan yang maksimal. Dalam mengatur jumlah alokasi tenaga kerja sepanjang durasi proyek diusahakan agar fluktuasinya tidak terlalu berlebihan dan cenderung berbentuk kurva distribusi normal. Harus dipertimbangkan pula kebutuhan maksimal per hari, per minggu atau per bulan agar persediaan tenaga kerja tidak melampaui kemampuan perusahaan (Husen, 2009).

Berikut ini adalah grafik yang menunjukkan tingkat kebutuhan tenaga kerja pada proyek. Pada awal proyek, jumlah tenaga kerja sedikit, kemudian jumlahnya akan naik terus menerus sesuai dengan jumlah volume pekerjaan, dan turun menjelang akhir proyek.



Perencanaan sistem manajemen lingkungan juga menjadi sangat penting, yang dikenal dengan 5 R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin)., yang merupakan cara tentang bagaimana seseorang memperlakukan tempat kerjanya secara benar. Bila tempat kerja tertata rapi, bersih dan tertib, maka kemudahan bekerja perorangan dapat diciptakan, dan dengan demikian 4 bidang sasaran pokok industri, yaitu efisiensi, produktifitas, kualitas dan keselamatan kerja dapat lebih mudah dicapai (Dwitama, 2006).

Penjadwalan Proyek

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi berbagai hal dapat terjadi yang bisa menyebabkan bertambahnya waktu pelaksanaan dan penyelesaian proyek menjadi terlambat. Penyebab keterlambatan yang sering terjadi adalah akibat terjadinya perbedaan kondisi lokasi, perubahan disain, pengaruh cuaca, kurang terpenuhinya kebutuhan pekerja, material atau peralatan, kesalahan perencanaan atau spesifikasi, dan pengaruh keterlibatan pemilik proyek (Owner).

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

atau *scheduling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek sehingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada.

Selama proses pengendalian proyek, penjadwalan mengikuti perkembangan proyek dengan berbagai permasalahannya. Proses *monitoring* serta *updating* selalu dilakukan untuk mendapatkan penjadwalan yang paling realistis agar lokasi sumber daya dan penetapan durasinya sesuai dengan sasaran dan tujuan proyek.

Jaringan Kerja

Metode jaringan kerja diperkenalkan menjelang akhir dekade 1950-an, oleh suatu tim engineer dan ahli matematika dari perusahaan Du-Pont bekerja sama dengan Rand Corporation, dalam usaha mengembangkan suatu kontrol sistem manajemen. Sistem ini dimaksudkan untuk merencanakan dan mengendalikan sejumlah kegiatan yang memiliki hubungan ketergantungan yang kompleks dalam masalah desain engineering, konstruksi, dan pemeliharaan. Usaha – usaha ditekankan untuk mencari metode yang dapat meminimalkan biaya, dalam hubungannya dengan kurun waktu penyelesaian suatu kegiatan. Sistem tersebut kemudian dikenal sebagai metode jalur kritis (Critical Path Method – CPM). Pada waktu yang hampir bersamaan, secara terpisah dinas angkatan laut Amerika Serikat mengembangkan pula Sistem kontrol manajemen dalam rangka mengelola proyek pembuatan peluru kendali polaris. Proyek ini melibatkan ribuan konsultan, design engineering, subkontraktor, supplier, dan berbagai jawatan pemerintah dan sosial. Sistem kontrol tersebut dinamakan Teknik evaluasi dan review proyek (*Project Evaluation and Review Technique* – PERT), telah berhasil sebagai sarana koordinasi dan mempercepat penyelesaian jadwal proyek lebih tua dua tahun (Ir. Iman Soeharto, Manajemen Proyek Edisi kedua).

Penjadwalan Sumber Daya

Untuk proyek yang cukup kompleks, pemilahan *schedule* sumber daya dari *master schedul*, dengan detailnya dilakukan *subschedule*, adalah langkah terbaik untuk memudahkan *monitoring*. Tujuan penjadwalan sumber daya adalah memastikan jumlah atau sumber daya dapat diketahui sejak awal dan tersedia bila dibutuhkan. Tetapi bila ketersediaan sumber daya terbatas, maka biasanya durasi proyek menjadi lebih lambat dari yang direncanakan. Sebaliknya, dengan menambah jumlah sumber daya cukup tetapi distribusi selama berlangsungnya proyek berfluktuasi, maka hal ini akan mengurangi tingkat efektifitas dan efisiensi penggunaan sumber daya. Bila jumlah sumber daya yang dimiliki terbatas dan ketersediaannya tidak mencukupi, sedangkan durasi adalah batasan kurun waktu proyek, maka penjadwalan dapat dilakukan dengan perataan sumber daya.

Metode Crash Program

Waktu crash yang dihitung dalam penelitian ini adalah waktu pelaksanaan, apabila *crash* diterapkan pada suatu proyek konstruksi, kemungkinan akan terjadi kenaikan biaya. Kenaikan biaya tersebut disebabkan oleh adanya penambahan tenaga kerja, alat dan penambahan jam kerja (lembur). Untuk mendapatkan crash dengan kenaikan biaya minimum, maka dapat dilakukan dengan meningkatkan efisiensi alat dan produktifitas tenaga kerja. *Crash* tidak selalu meningkatkan biaya proyek. Hal ini terjadi apabila pengurangan biaya tidak langsung lebih besar dibandingkan dengan

penambahan biaya langsung.

Metode-metode yang dilakukan dalam percepatan waktu (*crashing*) antara lain:

1. *Crashing* dengan kerja lembur Kerja lembur adalah penambahan jam kerjadari waktu kerja yang telah ditetapkan untuk setiap harinya. Jam efektif lembur adalah jam kerja lembur yang telah direduksi karena adanya penurunan produktivitas. Pada sistem lembur, produktivitas tenaga kerja akan mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti kelelahan yang mengakibatkan berkurangnya konsentrasi dalam bekerja atau hari yang mulai gelap juga dapat mempengaruhi pandangan dan ketelitian kerja. Durasi *crash* dihitung dengan memperhatikan jumlah jam kerja normal sama dengan jumlah jam total efektif kerja lembur. Artinya dengan kerja lembur, waktu dapat dipercepat akan tetapi secara keseluruhan, waktu penyelesaian proyek akan sama dengan waktu penyelesaian kondisi normal. Perbedaannya adalah jam kerja efektif lembur direduksi karena adanya penurunan produktivitas. Durasi *crash* bersifat maksimal bila suatu pekerjaan yang dilemburkan dihitung dengan rumus :

$$\frac{(D_n \times h)}{(h + (h_o \times e))}$$

Ri = Dimana:

Dc = Durasi crash
 Dn = Durasi Normal
 h = Jam kerja normal
 per hari
 ho = Jam kerja lembur per hari
 e = efektifitas lembur

Harga e untuk ho = 1, ho = 2, ho = 3, ho = 4 berturut – turut adalah 0,9;0,8;0,7 dan 0,6. karena perhitungan diatas menghasilkan harga Dc tidak berarti semua hari dilaksanakan dengan kerja lembur. Untuk menghitung jumlah kerja biasa dari jumlah hari kerja lembur dari durasi *crash* yaitu dengan rumus :

$$V = \frac{D_c}{P_e}$$

Dimana :

V = Volume Pekerjaan Pe = Produktifitas Lembur

2. *Crashing* dengan tambahan tenaga Metode pelaksanaan yang dilakukan dalam percepatan waktu (*crash*) antara lain dengan penambahan tenaga kerja. Dengan penambahan tenaga kerja ini, maka waktu pelaksanaan kegiatan akan lebih singkat, dengan biaya untuk tenaga kerja ini adalah kapasitas lahan proyek untuk menampung sejumlah tenaga kerja, keamanan tenaga tersebut dan biaya upah tenaga kerja.

3. *Crashing* dengan penambahan atau penggantian alat Menambah peralatan yang telah digunakan dalam suatu proyek dapat mempersingkat

waktu pelaksanaan proyek. Untuk mengatur jenis dan jumlah alat yang dipakai sehingga dapat diperoleh efisiensi yang tinggi, maka perlu diperhatikan diantaranya kapasitas alat tersebut dan volume kerjanya. Dalam pelaksanaan proyek sedapat mungkin dihindari alat yang menganggur, diusahakan alat tersebut paling murah biayanya atau multifungsi, sehingga dapat melakukan pekerjaan lain, dan alat yang dipakai berpengaruh terhadap alat lain dan tim.

Untuk meningkatkan produktivitas kerja dengan waktu penyelesaian yang tetap atau untuk mempercepat penyelesaian suatu pekerjaan dapat dilakukan dengan cara menambah alat. Dalam menambah alat perlu dipertimbangkan perbandingan kapasitas alat yang ditambah. Istilah-istilah yang ditemukan dalam hubungan waktu dan biaya suatu kegiatan diantaranya, Durasi Normal (*Normal Duration/Dn*), yaitu durasi yang diperlukan untuk melakukan kegiatan dari permulaan sampai selesai, dengan cara yang dianggap normal. Biaya normal (*Normal Cost/Cn*), yaitu jumlah biaya total yang terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan dengan durasi normal. Durasi dipercepat (*Crash Duration/Dc*), yaitu durasi waktu dipersingkat untuk melaksanakan suatu kegiatan sepanjang dapat dilaksanakan. Biaya untuk waktu dipercepat (*Crash Cost/Cc*), yaitu diperlukan untuk melaksanakan kegiatan dengan durasi dipercepat. Pertambahan biaya (*Cost Slope*). Pertambahan biaya dari setiap kegiatan persatuan waktu, akibat percepatan waktu yang dihasilkan terhadap kegiatan tersebut.

Untuk menganalisis percepatan durasi proyek menurut Ahuja (1994) terdapat langkah – langkah yang perlu sebagai berikut:

1. Menentukan durasi normal dengan menggunakan jaringan kerja dan biaya proyek normal.
2. Menentukan lintasan kritis durasi proyek normal dari lintasan kritis.
3. Menentukan durasi normal dan durasi dipercepat serta biaya normal dan biaya yang dipercepat untuk semua kegiatan.
4. Menghitung dan menentukan *cost slope* dari setiap kegiatan.

Mengurangi durasi kegiatan-kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan kritis yang mempunyai kombinasi nilai *cost slope* terkecil. Setiap kegiatan kritis tersebut dipercepat sampai waktu percepatan yang dikehendaki tercapai atau lebih terbentuk lintasan kritis yang baru.

1. Setelah terbentuk lintasan kritis yang baru waktu kegiatan kritis tersebut dipersingkat sehingga mempunyai nilai *cost slope* terkecil. Apabila terdapat lintasan kritis, maka perlu untuk mempersingkat kegiatan-kegiatan pada lintasan kritis secara bersamaan, jika hal tersebut dapat diperlambat untuk mengurangi biaya proyek.
2. Pada setiap langkah, periksa apakah waktu tenggang (*float*) dalam setiap kegiatan, jika ada maka kegiatan tersebut dapat diperlambat untuk mengurangi biaya proyek.
3. Pada saat siklus percepatan waktu, dihitung biaya proyek dari durasi proyek yang baru, menentukan dan plot titik-titik tersebut ke grafik biaya – waktu proyek.
4. Lanjutkan sampai tidak ada lagi kemungkinan percepatan yang dapat dilakukan hal ini disebut dengan titik percepatan.
5. Plot biaya tidak langsung proyek keadaan grafik biaya dan waktu yang sama.

6. Jumlahkan biaya langsung dan biaya tidak langsung untuk biaya total proyek pada setiap durasi waktu.
7. Gunakan kurva biaya total proyek tersebut untuk menentukan waktu optimum untuk (penyelesaian dengan biaya terendah), biaya proyek sesuai jadwal yang dikehendaki.

Hampir semua proyek menemui situasi kritis ketika kinerja proyek tidak mungkin dicapai dalam batas-batas waktu dan biaya yang telah direncanakan, jika proyek berjalan lancar sesuai dengan rencana, *trade-off* mungkin tidak diperlukan. *Trade-off* merupakan sebuah usaha terus menerus sepanjang siklus hidup proyek yang berkesinambungan dipengaruhi oleh lingkungan internal dan eksternal. Reputasi perusahaan, kondisi pasar serta keuntungan yang diharapkan merupakan pertimbangan perlunya *trade-off* sebelum pihak I manajemen mengambil keputusan untuk mengatasi kondisi kritis di lapangan.

Kondisi yang paling sering terjadi pada suatu proyek konstruksi adalah dengan membatasi waktu pelaksanaan dan biaya yang dihasilkan, sehingga *trade-off* yang dilakukan adalah terhadap waktu dan biaya proyek, dengan mempercepat waktu pelaksanaan proyek. *Trade-off* ini juga disebut dengan percepatan waktu (*crashing*). Pelaksanaan proyek dalam hal kontraktor dapat memutuskan untuk melakukan percepatan waktu apabila memiliki alasan-alasan khusus di antaranya:

1. Pelaksanaan proyek sudah tidak sesuai dengan jadwal rencana semula sehingga dilakukan percepatan waktu untuk menghindari denda.
2. Permintaan dari pemilik proyek untuk menyelesaikan proyek tersebut sebelum jadwal rencana semula agar investasi untuk proyek tersebut dapat segera kembali.
3. Kontraktor juga menangani proyek lain, sedangkan sumber daya tersedia antara lain tenaga kerja dan peralatan terbatas, sehingga kontraktor harus memikirkan kemungkinan untuk mempercepat proyek yang sedang bekerja dibandingkan dengan menyediakan sumber daya untuk proyek yang lain.

Langkah yang diambil dalam mempersingkat waktu pelaksanaan proyek adalah dengan membuat penjadwalan ulang (*reschedulling*) dengan menyempurnakan logika ketergantungan dari kegiatan – kegiatan pada jaringan kerja sehingga diperoleh waktu yang lebih singkat dengan penerapan metode *Precedence Diagram Methode* (PDM). Apabila usaha ini sudah dilakukan namun belum dapat mencapai target waktu yang diharapkan, maka dilakukan pengurangan durasi dari kegiatan-kegiatan yang bersifat kritis dengan melakukan kerja lembur atau penambahan sumber daya. Pengurangan durasi kegiatan ini dapat dilaksanakan dengan cara penambahan tenaga kerja, jam kerja, dan penambahan atau penggantian peralatan yang lebih produktif, penggantian material dengan material yang pengerjaannya lebih cepat tanpa mengurangi mutu, serta penyempurnaan metode pelaksanaan konstruksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Informasi Proyek

Rehabilitasi dan Rekonstruksi Berat Jembatan Soklat dilaksanakan oleh **PT. DARMA YUDA** dengan jangka waktu selama 240 hari kalender dan biaya sebesar **2.412.200.000,00**, mengalami keterlambatan waktu dan diperpanjang menjadi 300 hari kalender. Tujuan dari pada proyek dapat menyelesaikan pelaksanaan proyek

Rehabilitasi dan Rekonstruksi Berat Jembatan Soklat dengan efektif dan efisien sehingga dapat menekan total waktu dan jumlah tenagakerja.

Data Tenaga Kerja

Salah satu pendukung terwujudnya pekerjaan proyek yang tepat waktu adalah faktor tenaga kerja, dalam pembahasan ini data tenaga kerja dan durasi proyek terdiri dari 8 (delapan) divisi pekerjaan berdasarkan tinjauan kontrak dan berdasarkan pengamatan lapangan. Berikut ini adalah tabel tinjauan tenaga kerja berdasarkan tinjauan penulis:

PENJADWALAN KEMBALI PERHITUNGAN JUMLAH PEKERJA & DURASI

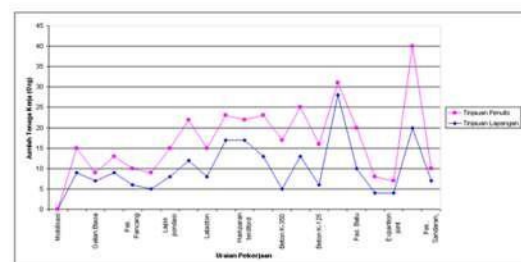
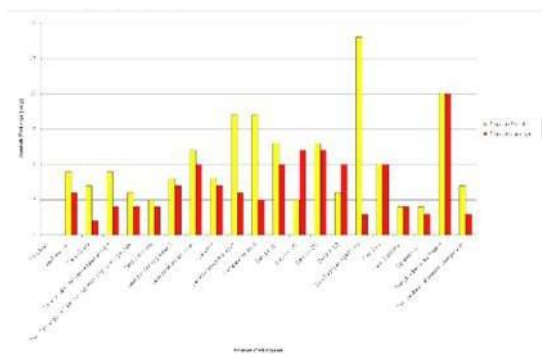
de	Uraian Pekerjaan	Koef. TK	Volume	Satuan	Jumlah Tenaga kerja (Orang)	Du (H)
A	Mobilisasi	1,0000	1,00	Ls		
B	Kayu Perancah	7,8750	80,00	M ²	9	
1	Galian Biasa	0,4498	1318,00	M ³	7	
2	Galian struktur dengan kedalaman 0 – 2 m	0,5335	331,50	M ³	9	
3	Pek. Pancang pipa 3" pendukung beton dinding tebing sungai	0,4200	146,24	M ¹	6	
1	Timbunan biasa	1,0350	1572,50	M ³	5	
2	Lapis pondasi agg. Kelas C	0,0393	55,00	M ³	8	
1	Lapis perekat (Tack Coat)	0,0361	380,00	Liter	12	
2	Lataston (HRS)	0,0129	760,00	M ²	8	
3	Lapis penetrasi (macadam)	1,200	960,00	M ²	17	
4	Hamparan Terdford	6,8273	960,00	M ²	17	
5	Batu pinggir	5,2209	204,00	M ¹	13	
1	Beton K-350	0,1273	72,90	M ³	5	
2	Beton K-250	15,1667	179,20	M ³	13	
3	Beton K-125	8,4000	140,62	M ³	6	
4	Baja tulangan U-24 polos	6,5333	7242,70	Kg	28	
5	Pasangan Batu	11,6667	194,40	M ³	10	
6	Karet elastomer	5,6000	12,00	Bh	4	
7	Expantion Joint	0,7000	44,00	M ¹	4	
8	Tiang bor beton dia. 500mm	12,0000	260,00	M ¹	20	
3	Pek. Sandaran jembatan, aksesoris, & pengecatan.	0,1400	1,00	Set	7	

Dilanjutkan dengan tabel berdasarkan pekerjaan yang terlaksana di lapangan:

Urut	Uraian Pekerjaan	Koef. TK	Volume	Satuan	Jumlah Kelompok kerja (Orang)	Durasi (H)
A	Mobilisasi	1,0000	1,00	Ls	1	
B	Kayu Perancah	5,2000	80,00	M ²	6	
1	Galian Biasa	0,1285	1318,00	M ³	2	
2	Galian struktur dengan kedalaman 0 – 2 m	0,2371	331,50	M ³	4	
3	Pek. Pancang pipa 3" pendukung beton dinding tebing sungai	0,2800	146,24	M ¹	4	
1	Timbunan biasa	0,0828	1572,50	M ³	4	
2	Lapis pondasi agg. Kelas C	0,0344	55,00	M ³	7	
1	Lapis perekat (Tack Coat)	0,0301	380,00	Liter	10	
2	Lataston (HRS)	0,0113	760,00	M ²	7	
3	Lapis penetrasi (macadam)	1,200	960,00	M ²	6	
4	Hamparan Terdford	0,8200	960,00	M ²	5	
5	Batu pinggir	0,0500	204,00	M ¹	10	
1	Beton K-350	4,8193	72,90	M ³	12	
2	Beton K-250	4,8193	179,20	M ³	12	
3	Beton K-125	4,0161	140,62	M ³	10	
4	Baja tulangan U-24 polos	0,0764	72442,70	Kg	3	1
5	Pasangan Batu	11,6667	194,40	M ³	10	
6	Karet elastomer	5,6000	12,00	Bh	4	
7	Expansion Joint	0,7000	44,00	M ¹	3	
8	Tiang bor beton dia. 500mm	12,0000	260,00	M ¹	20	
G	Pek. Sandaran jembatan, aksesoris, & pengecatan.	0,1400	1,00	Set	3	

Berikut adalah tabel perbandingan

Data perbandingan jumlah tenaga kerja menurut tinjauan penulis dan tinjauan lapangan dituangkan didalam bagan dangrafik perbandingan dibawah ini:



Dari grafik perbandingan diatas terlihat jelas beberapa pekerjaan yang jumlah tenaga kerjanya kurang dan bisa mempengaruhi lamanya kegiatan berlangsung sehingga bisa menyebabkan

jumlah tenaga kerja berdasarkan tinjauan kontrak dan berdasarkan pengamatan lapangan:

No	Uraian Pekerjaan Berdasarkan Tinjauan Kontrak	Jumlah Pekerja	Uraian Pekerjaan Berdasarkan Pengamatan Lapangan	Jumlah Pekerja
1	Mobilisasi	1 Org	Mobilisasi	1 Org
2	Kayu Perancah	9 Org	Kayu Perancah	6 Org
3	Galian Biasa	7 Org	Galian Biasa	2 Org
4	Galian Struktur dengan kedalaman 0 – 2 m	9 Org	Galian Struktur dengan kedalaman 0 – 2 m	4 Org
5	Pek. Pancang pipa 3” pendukung beton dinding tebing sungai	6 Org	Pek. Pancang pipa 3” pendukung beton dinding tebing sungai	4 Org
6	Timbunan Biasa	5 Org	Timbunan Biasa	4 Org
7	Lapis pondasi agg kelas C	8 Org	Lapis pondasi agg kelas C	7 Org
8	Lapis perekat (Tack Coat)	12 Org	Lapis perekat (Tack Coat)	10 Org
9	Lataston (HRS)	8 Org	Lataston (HRS)	7 Org
10	Lapis penetrasi macadam (Permukaan)	17 Org	Lapis penetrasi macadam (Permukaan)	6 Org
11	Hampan terdford	17 Org	Hampan terdford	5 Org
12	Batu Pinggir	13 Org	Batu Pinggir	10 Org
13	Beton K-350	5 Org	Beton K-350	12 Org
14	Beton K-250	13 Org	Beton K-250	12 Org
15	Beton K-125	6 Org	Beton K-125	10 Org
16	Baja tulangan U-24 Polos	28 Org	Baja tulangan U-24 Polos	3 Org
17	Pasangan batu	10 Org	Pasangan batu	10 Org
18	Karet elastomer	4 Org	Karet elastomer	4 Org
19	Expantion Joint	4 Org	Expantion Joint	3 Org
20	Tiang bor beton dia. 500mm	20 Org	Tiang bor beton dia. 500mm	20 Org
21	Pek. Sandaran, aksesoris, & pengecatan	7 Org	Pek. Sandaran, aksesoris, & pengecatan	3 Org

keterlambatan waktu pelaksanaan.

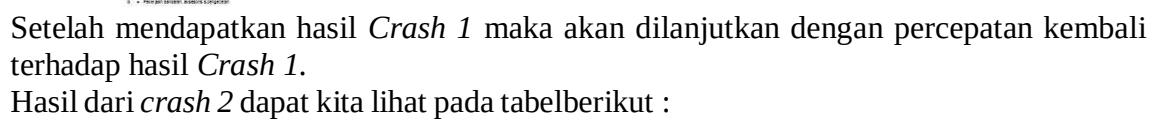
Beberapa pekerjaan tersebut yakni pekerjaan Baja tulangan U-24 polos yang jumlah pekerjaanya hanya 3 orang serta pekerjaan. Lapis penetrasi macadam (permukaan), dan hampan terdford.

Optimalisasi Proyek (*Crash Program*)

1. Perhitungan Durasi *Crash*

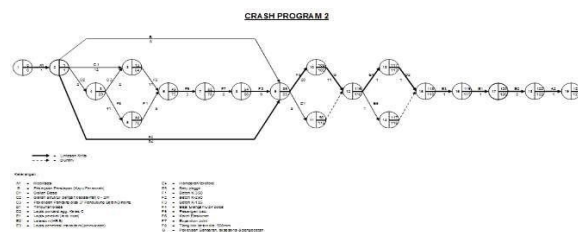
Aktivitas Kegiatan	Jumlah tenaga kerja (orang)	Durasi Normal (Hari)	Penambahan Tenaga (Orang)	Durasi Crash 1 (Hari)	H Dipe (H)
Kayu Perancah	9	10	2	8	
Galian Biasa	7	12	-	12	
Galian Struktur Dengan Kedalaman 0 – 2m	9	3	2	2	
Pek. Pancang Pipa 3” Pendukung Beton Dinding Tebing Sungai	6	2	-	2	
Timbunan Biasa	5	5	-	5	
Lapis Pondasi Agregat Kelas C	8	1	-	1	
Lapis Perekat (Tack Coat)	12	1	-	1	
Lapis Penetrasi Macadam (Permukaan)	8	1	-	1	
Lataston (HRS)	17	2	-	2	
Hampan Terdford	17	1	-	1	
Batu Pinggir	13	1	-	1	
Beton K-350	5	5	-	5	
Beton K-250	13	11	-	11	
Beton K-125	6	9	-	9	
Baja Tulangan U24 Polos	28	90	2	84	
Pasangan Batu	10	20	-	20	
Karet Elastomer	4	3	-	3	
Expantion Joint	4	2	-	2	
Tiang Bor Beton dia. 500mm	20	45	2	41	
Pek. Sandaran, Aksesoris & Pengecatan	7	14	-	14	

NO. AKTIVITAS / KEGIATAN	JUMLAH PEKERJA	DURASI	EST/EFT		LST/LFT		FLOAT		KET	
			EST	EFT	LST	LFT	TOTAL	FREE		
A1	1,2	1	1	0	1	1	0	0	0	KRITIS
B	2,9	11	8	1	89	89	1	80	80	NON-KRITIS
C1	2,3	7	12	1	13	64	1	51	51	NON-KRITIS
C2	2,4	11	2	1	3	29	1	26	26	NON-KRITIS
C3	3,4	6	2	3	29	13	64	8	8	NON-KRITIS
D1	9,11	5	5	65	90	119	85	29	29	NON-KRITIS
D2	13,15	8	1	120	121	121	120	0	0	KRITIS
E1	16,17	12	1	122	123	123	122	0	0	KRITIS
E2	17,18	8	2	123	125	125	123	0	0	KRITIS
E3	15,16	17	1	121	122	122	121	0	0	KRITIS
E4	12,13	17	1	119	120	120	119	0	0	KRITIS
E5	12,14	13	1	119	120	121	119	1	1	NON-KRITIS
F1	5,6	5	5	44	49	75	70	26	26	NON-KRITIS
F2	3,5	13	11	13	49	75	64	51	51	NON-KRITIS
F3	8,9	6	9	54	89	89	80	26	26	NON-KRITIS
F4	2,9	30	84	1	85	85	1	0	0	KRITIS
F5	9,10	10	20	85	105	105	85	0	0	KRITIS
F6	6,7	4	3	49	52	78	75	26	26	NON-KRITIS
F7	7,8	4	2	52	54	80	78	26	26	NON-KRITIS
F8	4,5	22	41	3	44	70	29	26	26	NON-KRITIS
G	10,12	7	14	105	119	119	105	0	0	KRITIS
A2	18,19	1	1	120	121	121	120	0	0	KRITIS
TOTAL		218	227							



Aktifitas Kegiatan	Jumlah Tenaga Kerja (Kerja)	Durasi Crash 1	Penambahan Tenaga (Orang)	Durasi Crash 2	H Dipe (H)
Kayu Perancah	11	8	-	8	
Galian Biasa	7	12	-	12	
Galian Struktur Dengan Kedalaman 0 – 2m	11	2	-	2	
Pek. Pancang Pipa 3"	6				
Pendukung Beton Dinding Tebing Sungai		2	-	2	
Timbunan Biasa	5	5	-	5	
Lapis Pondasi Agregat Kelas C	8	1	-	1	
Lapis Perekat (Tack Coat)	12	1	-	1	
Lapis Penetrasi Macadam (Permukaan)	8	1	-	1	
Lataston (HRS)	17	2	-	2	
Hampan Terdford	17	1	-	1	
Batu Pinggir	13	1	-	1	
Beton K-350	5	5	-	5	
Beton K-250	13	11	-	11	
Beton K-125	6	9	-	9	
Baja Tulangan U24 Polos	30	84	-	84	
Pasangan Batu	10	20	-	20	
Karet Elastomer	4	3	-	3	
Expantion Joint	4	2	-	2	
Tiang Bor Beton dia. 500mm	22	41	-	41	
Pek. Sandaran Jembatan, Aksesoris & Pengecatan	7	14	2	11	

Pada crash 2 setelah dilakukan percepatan pada kegiatan pekerjaan sandaran jembatan, aksesoris dan pengecatan tidak terjadi lintasan kritis baru, sehingga tidak ada perubahan lintasan kritis seperti pada tabel berikut ini :



NO. AKTIVITAS / KEGIATAN	JUMLAH PEKERJA	DURASI	EST/TEFT		LST/LFT		FLOAT		KET
			EST	EFT	LST	LFT	TOTAL	FREE	
A1	1,2	1	0	1	0	0	0	0	KRITIS
B	2,9	11	8	1	85	1	76	76	NON-KRITIS
C1	2,3	7	12	1	13	64	1	0	NON-KRITIS
C2	2,4	11	2	1	3	29	1	0	NON-KRITIS
C3	3,4	6	2	3	13	64	29	8	NON-KRITIS
D1	9,11	5	5	85	90	90	116	0	NON-KRITIS
D2	13,15	8	1	117	118	118	117	0	KRITIS
E1	16,17	12	1	119	120	120	119	0	KRITIS
E2	17,18	8	2	120	122	122	120	0	KRITIS
E3	15,16	17	1	118	119	119	118	0	KRITIS
E4	12,13	17	1	116	117	117	116	0	KRITIS
E5	12,14	13	1	116	117	118	116	0	NON-KRITIS
F1	5,6	5	5	44	49	75	70	0	NON-KRITIS
F2	3,5	13	11	13	49	75	64	25	NON-KRITIS
F3	8,9	6	9	54	85	85	80	22	NON-KRITIS
F4	2,9	30	84	1	85	85	1	0	KRITIS
F5	9,10	10	20	85	105	105	85	0	KRITIS
F6	6,7	4	3	49	52	78	75	0	NON-KRITIS
F7	7,8	4	2	52	54	80	78	0	NON-KRITIS
F8	4,5	22	41	3	44	70	29	0	NON-KRITIS
G	10,12	9	11	105	116	116	105	0	KRITIS
A2	18,19	1	1	122	123	123	122	0	KRITIS
TOTAL		220	224						

Setelah mendapatkan hasil Crash 2 maka akan dilanjutkan dengan percepatan kembali terhadap hasil Crash 2.

Hasil dari Crash 3 dapat kita lihat pada tabel berikut ini:

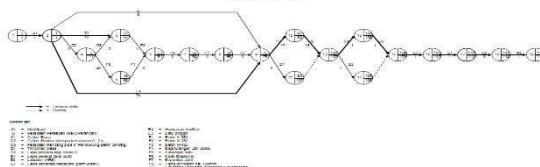
Aktivitas Kegiatan	Jumlah Tenaga Kerja (Orang)	Durasi Crash 1	Penambahan Tenaga (Orang)	Durasi Crash 2	H Dipe (H)
Kayu Perancah	11	8	-	8	
Galian Biasa	7	12	-	12	
Galian Struktur Dengan Kedalaman 0 – 2m	11	2	-	2	
Pek. Pancang Pipa 3" Pendukung Beton Dinding Tebing Sungai	6	2	-	2	
Timbunan Biasa	5	5	-	5	
Lapis Pondasi Agregat Kelas C	8	1	-	1	
Lapis Perekat (Tack Coat)	12	1	-	1	
Lapis Penetrasi Macadam (Permukaan)	8	1	-	1	
Latatan (HRS)	17	2	-	2	
Hamparan Terdford	17	1	-	1	
Batu Pinggir	13	1	-	1	
Beton K-350	5	5	-	5	
Beton K-250	13	11	-	11	
Beton K-125	6	9	-	9	
Baja Tulangan U24 Polos	30	84	4	74	1
Pasangan Batu	10	20	2	17	
Karet Elastomer	4	3	-	3	
Expansion Joint	4	2	-	2	
Tiang Bor Beton dia. 500mm	22	41	-	41	
Pek. Sandaran Jembatan, Aksesoris & Pengecatan	9	11	-	11	

Pada crash 3 setelah dilakukan percepatan pada kegiatan pekerjaan baja tulangan U24 polos dan pekerjaan pasangan batu terjadi terjadi lintasan kritis baru yaitu pada pekerjaan Batu pinggir, sehingga terjadi perubahan lintasan kritis seperti pada tabel berikut ini :

Dari ketiga hasil *Crash Program* diatas yang paling optimal dari segi waktu adalah pada saat *Crash Program 3*, setelah melewati tiga kali crash program dan tambahan pekerja pada pekerjaan Baja Tulangan U24 Polos dan pekerjaan Pasangan Batu maka didapat waktu pelaksanaan minimum yakni 111 hari dengan tambahan jalur lintasan kritis baru. Setelah melakukan *Crash Programe* sebanyak (3) tiga kali maka perlu untuk dibuatkan table perhitungan biaya pekerjaan untuk dapat mengetahui berapa kenaikan biaya tenaga kerja akibat percepatan waktu proyek. Untuk menghitung penambahan biaya tenaga kerja dapat dilihat pada table berikut.

		Jumlah Biaya			Jumlah		Jumlah Biaya		
NO. AKTIVITAS / KEGIATAN	JUMLAH PEKERJA	DURASI	EST/EFT		LST/LFT		FLOAT		KET
			EST	EFT	LST	LFT	TOTAL	FREE	
A1	1,2	1	1	0	1	1	0	0	KRITIS
B	2,9	11	8	1	75	75	1	66	NON-KRITIS
C1	2,3	7	12	1	13	50	1	0	NON-KRITIS
C2	2,4	11	2	1	3	15	1	0	NON-KRITIS
C3	3,4	6	2	3	13	50	15	8	NON-KRITIS
D1	9,11	5	5	75	80	107	75	0	NON-KRITIS
D2	13,15	8	1	108	109	109	108	0	KRITIS
E1	10,17	12	1	110	111	111	110	0	KRITIS
E2	17,18	8	3	111	114	114	111	0	KRITIS
E3	15,16	17	1	109	110	110	109	0	KRITIS
E4	12,13	17	1	107	108	108	107	0	KRITIS
E5	12,14	13	1	107	108	109	107	0	NON-KRITIS
F1	5,6	5	5	48	53	61	56	0	NON-KRITIS
F2	3,5	13	11	13	49	61	50	25	NON-KRITIS
F3	8,9	6	9	58	75	75	66	8	NON-KRITIS
F4	2,9	34	74	1	75	75	1	0	KRITIS
F5	9,10	12	17	75	92	92	75	0	KRITIS
F6	6,7	4	3	53	56	64	61	0	NON-KRITIS
F7	7,8	4	2	56	58	66	64	0	NON-KRITIS
F8	4,5	22	45	3	48	56	11	0	NON-KRITIS
G	10,12	9	15	92	107	107	92	0	KRITIS
A2	18,19	1	1	114	115	115	114	0	KRITIS
TOTAL		226	220						

CRASH PROGRAM 3



17	Pek. Beton K-125			
18	Pek. Baja Tulangan	113.971.529,52		113.971.529,5
19	U24 polos	8.425.956,00		8.425.956,00
20	Pek. Pasangan batu	3.126.317,04		3.126.317,04
21	Pek. Karet elastomer	332.621.078,08	1.307.383,54	333.928.461,6
	Pek. Expantion joint			
		79.720.000,00		79.720.000,0

Pada kondisi Crash 1 biaya yang bertambah sebesar Rp 2.473.690,65,- dimana kegiatan yang di percepat yaitu Pekerjaan Kayu perancah, Pekerjaan Galian struktur dengankedalaman 0 – 2 m, Pekerjaan Bajatulangan U24 polos, dan Pekerjaan Tiang bor beton dia. 500 mm dengan penambahantenaga kerja masing – masing 2 orang.

Id	Kegiatan	Jumlah Biaya T.k KondisiCrash 1 (Rp)	Jumlah Penambahan Biaya (Rp)	Jumlah Bia Kondisi Cr (Rp)
2	Pek. Kayu perancah	79.869.299,18		79.869.29
3	Pek. Galian biasa	102.674.480,14		102.674.4
4	Pek. Galian struktur dengan kedalaman 0 – 2m	59.014.924,74		59.014.92
5	Pek. Pancang pipa 3” pendukung beton dindin tebing sungai	13.251.815,46		13.251.81
6	Pek. Timbunan biasa	160.999.579,08		160.999.5
7	Pek. Lapis pondasi	12.813.974,80		12.813.97
8	Pek. Lapis perekat (tack coat)	5.401.012,20		5.401.01
9	Pek. Lapis penetrasi	57.779.463,60		57.779.46
10	Pek. Lataston (HRS)	94.450.387,20		94.450.38

11	Pek. Hamparan terdord	51.980.745,60		51.980.74
12	Pek. Batu pinggir	1.659.150,36		1.659.15
13	Pek. Beton K-350	86.988.226,08		86.988.22
14	Pek. Beton K-250	191.289.410,41		191.289.4
15	Pek. Beton K-125	112.350.558,14		112.350.5
16	Pek. Baja Tulangan U24 polos	1.369.902,27		1.369.90
17	Pek. Pasangan batu	113.971.529,52		113.971.5
18	Pek. Karet elastomer	8.425.956,00		8.425.95
19	Pek. Expantion joint	3.126.317,04		3.126.31
20	Pek. Tiang bor beton dia.500mm	333.928.461,62		333.928.4
21		79.720.000,00	578.000,00	80.298.00

Pada kondisi *Crash 2* biaya yang bertambah sebesar Rp 578.000,00,- dimana kegiatan yang dipercepat yaitu Pekerjaan Sandaran jembatan, aksesoris dan pengecatan dengan penambahan tenaga kerja sebanyak 2 orang.

Id	Kegiatan	Jumlah Biaya T.k Kondisi Crash 2 (Rp)	Jumlah Penambahan Biaya (Rp)	Jumlah Biaya Kondisi C (Rp)
2	Pek. Kayu perancah	79.869.299,18		79.869.29
3	Pek. Galian biasa	102.674.480,14		102.674.4
4	Pek. Galian struktur dengan kedalaman 0 – 2m	59.014.924,74		59.014.92
5	Pek. Pancang pipa 3” pendukung beton dindin tebing sungai	13.251.815,46		13.251.81
6	Pek. Timbunan biasa	160.999.579,08		160.999.5
7	Pek. Lapis pondasi agregat kelas C	12.813.974,80		12.813.97
8	Pek. Lapis perekat (tack coat)	5.401.012,20		5.401.01
9	Pek. Lapis penetrasi macadam (permukaan)	57.779.463,60		57.779.46
10	Pek. Lataston (HRS)	94.450.387,20		94.450.38
11	Pek. Hamparan terdord	51.980.745,60		51.980.74
12	Pek. Batu pinggir	1.659.150,36		1.659.15
13	Pek. Beton K-350	86.988.226,08		86.988.22
14	Pek. Beton K-250	191.289.410,41		191.289.4
15	Pek. Beton K-125	112.350.558,14		112.350.5
16	Pek. Baja Tulangan U24	1.369.902,27	22.338,68	1.369.90

Pada kondisi *Crash 3* biaya yang bertambah adalah sebesar Rp 626.068,05,- dimana kegiatan yang dipercepat yaitu Pekerjaan Baja tulangan U24 polos dan Pekerjaan Pasangan batu dengan penambahan tenaga kerja sebanyak masing – masing adalah 4 orang dan 2 orang tenaga kerja.

Menentukan Waktu dan Biaya Langsung

Setelah diketahui data dari durasi Crash yang ada maka selanjutnya menentukan hubungan waktu dan biaya langsung dengan cara menghitung biaya penambahan tenaga kerja pada masing-masing *crash program* yang dilakukan. Biaya langsung adalah biaya yang berkaitan langsung dengan pekerjaan yang dilaksanakan, antara lain terdiri dari upah tenaga kerja, biaya material, dan juga biaya peralatan.

Sesuai dengan hasil crash yang dilakukan maka diketahui:

Pada kondisi normal 240 Hari Kerja membutuhkan biaya sebesar Rp3.176.749.529,79,-

Pada kondisi crash 1 dengan durasi 227Hari Kalender membutuhkan biaya sebesar 220 Hari dengan durasi pekerjaan = Rp 3.179.223.220,43,-

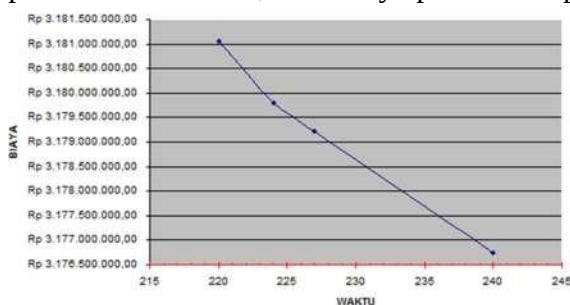
Pada kondisi crash 2 dengan durasi 224Hari Kalender membutuhkan biaya sebesar Rp 3.179.801.220,43,-

Pada kondisi crash 3 dengan durasi 220Hari Kalender membutuhkan biaya sebesar Rp 3.181.053.356,54-

Untuk lebih jelas lihat table dan grafik berikut:

No	Uraian Kegiatan	Durasi	Biaya Langsung
1	Normal	240 HK	Rp 3.176.749.529,79,-
2	Crash 1	227 HK	Rp 3.179.223.220,43,-
3	Crash 2	224 HK	Rp 3.179.801.220,43,-
4	Crash 3	211 HK	Rp 3.180.427.288,49,-

Tabel Biaya Langsung ini adalah hasil dari perhitungan antara biaya tenaga kerja, biaya pemakaian material, dan biaya pemakaian peralatan.



KESIMPULAN

Dari hasil penulisan ini, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Hasil dari *Diagram Network Planning* maka diperoleh lintasan kritis yang memperlihatkan bahwa durasi pekerjaan paling cepat adalah 110 hari kalender, sedangkan pada perencanaan awal adalah 240 hari kalender.

2. Setelah melalui Crash sebanyak 3(tiga) kali diperoleh masing – masing:

- Crash 1 : Jumlah pekerja = 218Orang dengan durasi pekerjaan = 215 Hari
- Crash 2 : Jumlah pekerja = 220Orang dengan durasi pekerjaan = 224 Hari
- Crash 3 : Jumlah pekerja = 226Orang

Yang diambil hasilnya adalah pada penyelesaian Crash Program yang ke-3, dengan durasi pekerjaan 220 hari.

- Adapun kendala – kendala yang ada pada pengamatan lapangan adalah: a. Waktu mulainya pekerjaan yang diundur selama sebulan; b. Saat pemancangan bor pail, harus dipindah beberapa titik karena terbentur oleh dinding penahan tanah / turap lama yang tidak dibongkar juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi terhambatnya pekerjaan pemancangan bor pail di beberapa titik; c. Cuaca yang tidak menentu.

SARAN

Atas kesimpulan tersebut, maka disarankan: 1. Penerapan network diagram menggunakan CPM ini sebaiknya dilakukan sejak tahap perencanaan agar dapat

diperoleh perkiraan kemungkinan penyelesaian proyek mencapai waktu yang ditargetkan sehingga hal ini akan menjadi bahan masukan bagi pihak pelaksana untuk melakukan pengendalian waktu pelaksanaan sesuai target; 2. Crash Program untuk mengantisipasi kekurangan efisiennya pemakaian waktu pada sistem penjadwalan proyek.

Dengan metode *Crash Program* ini, waktu pelaksanaan suatu proyek konstruksi bisa dipercepat dari durasi perencanaan awal dengan penambahan tenaga kerja; 3. Memasukkan faktor cuaca kedalam masing-masing kegiatan, disini kegiatan-kegiatan tersebut dikaji sejauh mana kepekaannya terhadap pengaruh cuaca selama proyek berlangsung. Misalnya dengan memberikan alokasi waktu tambahan di setiap item pekerjaan, kemudian dihitung secara keseluruhan; 4. Untuk kontraktor pelaksana agar tetap memperhitungkan kembali perencanaan awal dengan pelaksanaan yang ada dilapangan harus sesuai dengan perencanaan yang telah disusun, begitu pula tentang jumlah tenaga kerjadilapangan dan diperencanaan awal berbeda sehingga mempengaruhi keterlambatan suatu pekerjaan proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Tubagus Haedar. 1986. *Prinsip- Prinsip Network Planning*. Gramedia, Jakarta.
- Badri, Sofwan. 1985. *Dasar-dasar Network Planning*, Edisi Pertama, PT Bina Aksara, Jakarta.
- Clifford F. Gray dan Erik W. Larson. 2006. *Manajemen Proyek: Proses Manajerial*, Edisi 3, Yogyakarta.
- Djojowiriono, Soegeng. 2005. *Manajemen Konstruksi*. Edisi Keempat, KMTS FT UGM.
- Ervianto, I Wulfram. 2002. *Manajemen Proyek Konstruksi*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Handoko, T.H.. 1999. *Dasar-dasar Manajemen Produksi Dan Operasi*. Edisi Pertama, BPFE, Yogyakarta.
- Mointi, Rahayu. 2010. *Tinjauan Perencanaan Waktu dan Biaya pada Proyek Kantor Badan Kepegawaian Daerah (BKD) Kabupaten Bone Bolango*. Jurusan Sipil STITEK Bina Taruna Gorontalo. Tidak diterbitkan.
- Nugroho, Aryo Andi. 2007. *Optimalisasi penjadwalan proyek pada Pembangunan gedung khusus (laboratorium) Semarang*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Soeharto, Imam. 1995. *Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional*. Erlangga, Jakarta.
- Soeharto, Imam. 1997. *Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional*. Erlangga, Jakarta.
- <http://groups.yahoo.com/group/qualityclub/learningcurve/971>. <http://bpkpsdm.pu.go.id/database/pusbinkpk>
<http://www.ataki.org>, 2008