

**Analisis *Duration Cost Trade Off* Untuk Mengejar Keterlambatan Pelaksanaan Proyek  
(Studi Kasus : Peningkatan Jalan Simorejo – Baureno Kabupaten Bojonegoro Jawa Timur)**

**Ali Hasan Subakir<sup>1</sup>, Sugiyanto<sup>2</sup>**

Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sunan Bonang Tuban Jawa Timur<sup>1,2</sup>

Email: [irsugianto@gmail.com](mailto:irsugianto@gmail.com)<sup>1</sup>

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v5i1.2705>

**Abstrak:** Penelitian ini dilaksanakan dengan latar belakang adanya proyek peningkatan jalan Simorejo – Baureno, yang pada awal pelaksanaan diduga mengalami keterlambatan dari jadwal progres yang direncanakan karena berbagai alasan kendala operasional dan faktor cuaca. Berdasarkan atas evaluasi dan investigasi di lapangan terhadap berjalannya proyek tersebut, ditemukan besarnya keterlambatan sebesar 16% pada pengamatan hari ke-60. Dalam kaitannya dalam pelaksanaan proyek konstruksi ada 3 sasaran yang harus diwujudkan, yaitu ketepatan jadwal pelaksanaan sesuai rencana waktu yang dijadwalkan (*on schedule*), menggunakan jumlah anggaran sesuai dengan yang dianggarkan (*on budget*) dan hasilnya memenuhi rencana mutu dan syarat-syarat pekerjaan (*on specification*). Oleh karena itu, agar adanya keterlambatan pada proyek tersebut tidak berimbas pada mundurnya waktu akhir penyelesaian proyek, maka salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mempercepat durasi pelaksanaan proyek dengan metode *crashing*. Pada penerapan metode tersebut langkah yang harus ditempuh adalah dengan menerapkan penambahan jam kerja melalui sistem kerja lembur dalam rangka mempercepat kegiatan pelaksanaan proyek. Dengan demikian, dalam upaya mempercepat durasi pelaksanaan proyek dengan metode *crashing* ada perhitungan-perhitungan yang dikenal dengan istilah analisis pertukaran biaya terhadap waktu (*duration cost trade off*). Pada analisis *duration cost trade off*, maka waktu dan biaya dapat dioptimalkan tanpa mengurangi kualitas yang diisyaratkan. Data-data yang digunakan dan diolah dalam penelitian ini adalah bersumber dari pelaksana proyek (kontraktor) yang berperan langsung dalam pelaksanaan proyek yang diteliti. Langkah awal yang dilakukan adalah dengan menentukan adanya lintasan kritis pada proyek tersebut dan langkah berikutnya adalah dengan penerapan perhitungan berdasarkan skenario penambahan lembur 1 jam, penambahan lembur 2 jam dan penambahan lembur kerja 3 jam. Hasil dari penelitian ini diperoleh perhitungan penambahan 1 jam kerja lembur didapatkan durasi *crashing* sebesar 207,34 hari dengan biaya Rp 12.297.028.682, tetapi proyek masih terlambat 27,35 hari. Penambahan 2 jam kerja lembur didapat durasi *crashing* sebesar 190,47 hari dengan biaya Rp 12.376.431.195, tetapi proyek masih terlambat 8,47 hari. Penambahan 3 jam kerja lembur didapat durasi *crashing* sebesar 180 hari dengan biaya sebesar Rp 12.475.182.757 dan proyek akan selesai tepat waktu (*on schedule*). Hasil optimumnya adalah dengan penambahan lembur 3 jam/hari dan biaya membengkak Rp. 239.244.839 atau 1,12% dari total anggaran dengan *cost slope* Rp. 4.430.460 per hari.

**Kata Kunci:** *Crashing, duration cost trade off, lembur kerja, biaya dan cost slope.*

**Abstract:** This research was carried out against the background of the Simorejo - Baureno road improvement project, which at the beginning of its implementation it was suspected that it was delayed from the planned progress schedule due to various reasons of operational constraints and weather factors. Based on the evaluation and investigation in the field of the progress of the project, it was found that the amount of delay was 16% on the 60th day of observation. In relation to the implementation of a construction project there are 3 goals that must be realized, namely the accuracy of the implementation schedule according to the scheduled time plan (*on schedule*), using the amount of the budget according to what is budgeted (*on budget*) and the results meet the quality plan and work conditions (*on specification*). Therefore, so that any delays in the project do not cause delays in the final project completion time, one effort that can be done is to accelerate the project implementation duration using the crashing method. In applying this method, the steps that must be taken are to apply additional working hours through an overtime work system in order to accelerate project implementation activities. Thus, in an effort to accelerate the duration of project implementation with the crashing method, there are calculations known as duration cost trade off analysis. In duration cost trade off analysis, time and costs can be optimized without reducing the

quality implied. The data used and processed in this study are sourced from project implementers (contractors) who have a direct role in the implementation of the project under study. The initial step is to determine the existence of a critical trajectory in the project and the next step is to apply calculations based on the scenario of adding 1 hour of overtime, adding 2 hours of overtime and adding 3 hours of overtime. The results of this study obtained the calculation of the addition of 1 hour of overtime work obtained crashing duration of 207.34 days at a cost of Rp. 12,297,028,682, but the project was still 27.35 days late. The additional 2 hours of overtime work resulted in a crashing duration of 190.47 days at a cost of IDR 12,376,431,195, but the project was still 8.47 days late. The additional 3 hours of overtime work resulted in a crashing duration of 180 days at a cost of IDR 12,475,182,757 and the project will be completed on time (on schedule). The optimum result is the addition of 3 hours / day overtime and the cost increases to Rp. 239,244,839 or 1.12% of the total budget with a cost slope of Rp. 4,430,460 per day.

**Keywords:** Crashing, duration cost trade off, overtime work, costs and cost slope

## PENDAHULUAN

Pada sebuah proyek pembangunan yang sudah terdapat manajemen konstruksi yang terstruktur, maka proyek tersebut memiliki peluang lebih besar untuk mendapatkan kesuksesan dalam pelaksanaan konstruksinya. Soeharto (1999) menguraikan bahwa dalam manajemen konstruksi terkait perencanaan, pelaksanaan serta pengendalian dari jasa konstruksi dapat diatur sesuai dengan sumber daya yang ada. Oleh karenanya dalam jasa konstruksi dituntut untuk mampu bersaing melaksanakan proyek secara tepat waktu (*on schedule*), anggaran yang terkendali (*on budget*) dan mutu sesuai spesifikasi pekerjaan (*on spesification*).

Suryaputra dan Sutanto (2012) menjelaskan bahwa dalam pelaksanaan suatu proyek sangat jarang ditemui suatu proyek yang berjalan tepat sesuai dengan yang direncanakan. Umumnya mengalami keterlambatan dari yang direncanakan, baik waktu maupun kemajuan pekerjaan (*performance*), tetapi ada juga proyek yang mengalami percepatan dari jadwal awal yang direncanakan. Proyek konstruksi merupakan proyek yang unik karena tidak ada satupun proyek konstruksi yang sama. *Owner* setiap proyekpun pasti berbeda-beda. Ada *owner* yang memprioritaskan biaya yang murah, ada yang memprioritaskan tepat waktu dan ada yang memprioritaskan kualitas material. *Engineer* harus bisa melaksanakan pekerjaan konstruksi sesuai dengan keinginan dan kebutuhan *owner* tersebut.

Proyek konstruksi merupakan rangkaian mekanisme pekerjaan yang sensitif karena setiap aspek dalam proyek konstruksi saling mempengaruhi antara satu dengan yang lainnya. Pada masa pelaksanaan proyek

konstruksi sering terjadi ketidaksesuaian antara jadwal rencana dan realisasi di lapangan yang dapat mengakibatkan penambahan waktu pelaksanaan dan pembengkakan biaya pelaksanaan sehingga penyelesaian proyek menjadi terhambat. Penyebab keterlambatan yang sering terjadi adalah akibat perubahan situasi di proyek, perubahan desain, pengaruh faktor cuaca, kurang memadainya kebutuhan pekerja, kendala material dan peralatan, serta kesalahan perencana atau spesifikasi.

Keterlambatan dalam pelaksanaan proyek konstruksi dapat diatasi dengan melakukan percepatan dalam pelaksanaannya agar dapat mencapai target rencana. Namun dalam pengambilan keputusan untuk mempercepat pelaksanaan pekerjaan tentu harus memperhatikan faktor pembiayaan sehingga hasil yang diharapkan yaitu biaya minimum tanpa mengabaikan mutu sesuai standar yang diinginkan. Banyak hal yang dapat dilakukan dalam mengatasi keterlambatan waktu proyek sesuai dengan tingkat keterlambatannya. Salah satunya dikenal dengan istilah *chrasing*, yaitu dengan melakukan penambahan tenaga kerja, penambahan shift pekerjaan, penambahan jam kerja, ataupun penggunaan alat bantu yang lebih produktif. Hal yang terkait dalam mengatasi keterlambatan proyek tersebut adalah waktu penyelesaian proyek dan biaya-biaya pekerja pada proyek dan aktivitas pendukungnya mempunyai hubungan yang erat karena hal tersebut sangat menentukan keberhasilan suatu proyek.

Pada kondisi proyek yang mengalami atau berpotensi mengalami keterlambatan, percepatan durasi memang perlu dilakukan mengingat terdapat beberapa proyek yang tidak boleh terlambat dan tidak

bisa ditunda. Dengan demikian, suatu produk akhir proyek tersebut dapat segera digunakan sesuai dengan kebutuhan meskipun dalam pelaksanaan percepatan durasi, biaya yang harus dikeluarkan menjadi lebih mahal. Misalnya bangunan yang akan segera digunakan untuk pembangunan sekolah/universitas, gedung pertandingan olahraga, pembangun *mall* untuk mengejar perayaan *event* tertentu, perbaikan jalan atau pembuatan jalan menjelang hari raya/tahun baru.

Penambahan peralatan serta perubahan metode pelaksanaan dapat memperpendek waktu pelaksanaan proyek, akan tetapi disisi lain biaya pelaksanaan proyek akan meningkat. Dengan adanya keterbatasan tenaga kerja, maka alternatif yang biasa digunakan untuk menunjang percepatan aktivitas adalah dengan penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja sehingga berpengaruh pada biaya total proyek. Untuk mengetahui hal ini perlu dipelajari tentang jaringan kerja (*network*) yang ada serta hubungan antara waktu dan biaya. Hal tersebut disebut sebagai analisis penyesuaian durasi proyek yang disebut dengan *duration cost trade off analysis*.

Husen (2011) menyatakan bahwa dalam penerapan *duration cost trade off analysis* di dalam perencanaan suatu proyek; variabel waktu, variabel sumber daya, dan variabel biaya (*cost*) mempunyai peranan yang sangat penting. Biaya (*cost*) merupakan salah satu aspek penting dalam manajemen, dimana biaya yang timbul harus dikendalikan dengan sebaik mungkin. Pengendalian biaya harus memperhatikan faktor waktu, karena terdapat hubungan yang erat antara waktu penyelesaian proyek dengan biaya-biaya proyek yang bersangkutan. Dengan berubahnya waktu penyelesaian proyek, maka berubah pula biaya yang akan dikeluarkan. Apabila waktu pelaksanaan dipercepat, maka biaya langsung proyek akan meningkat dan biaya tidak langsung proyek akan berkurang. Dalam hal ini pimpinan proyek dihadapkan dalam hal masalah bagaimana mempercepat penyelesaian proyek dengan biaya minimum. Oleh karena itu, perlu dipelajari terlebih dahulu hubungan antara waktu dan biaya dalam penerapan analisis penyesuaian durasi proyek (*duration cost trade off analysis*).

Pada proyek konstruksi kegiatan peningkatan jalan Simorejo-Baureno Kabupaten Bojonegoro merupakan proyek yang vital yang diperuntukkan untuk menghubungkan (peningkatan konektivitas) berbagai kepentingan masyarakat secara lebih luas khususnya yang berdomisili di Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Nganjuk dan Kabupaten Ngawi. Pada ruas jalan tersebut tiap harinya dilalui lalu lintas kendaraan dengan berbagai macam jenis kendaraan, terdiri kendaraan berat, kendaraan ringan dan sepeda motor; dengan berbagai kepentingan, yaitu umumnya untuk kegiatan transaksi perdagangan hasil bumi, kebutuhan sarana transportasi umum dan pribadi, distribusi barang dan jasa, serta lalu lintas kendaraan material bangunan dan bahan tambang.

Sebagaimana umumnya proyek yang didanai pemerintah di bawah naungan Dinas Bina Marga Provinsi Jawa Timur yang dialokasikan dari sumber dana anggaran tahun 2020 APBD tingkat provinsi Jawa Timur, maka ketepatan penyelesaian proyek tepat jadwal (*on schedule*) menjadi prioritas disamping spesifikasi yang harus terpenuhi sesuai rencana dan syarat-syarat pekerjaan (*on specification*). Hal ini juga menjadi bentuk pertanggung jawaban moral dari pemerintah untuk memberdayakan kinerja anggaran sesuai dengan kebutuhan masyarakat.

Proyek peningkatan jalan Simorejo-Baureno memiliki durasi 320 (tiga ratus dua puluh) hari pada skedul pelaksanaannya sering mengalami penundaan pekerjaan karena berbagai alasan kondisi alam dan operasional. Berdasarkan waktu pengamatan yang dilakukan pada hari ke-60 (2 bulan proyek berjalan), hasil investigasi menunjukkan telah terjadi keterlambatan pelaksanaan sebesar kurang lebih 16% dari jadwal yang ditargetkan. Berpedoman pada adanya potensi keterlambatan yang signifikan dalam penyelesaian pengerjaan proyek tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai analisis *duration cost trade off* untuk mengejar keterlambatan pelaksanaan proyek tersebut. Dengan penerapan analisis tersebut, harapannya adalah hasil akhir penyelesaian proyek akan mencapai kesuksesan untuk mengejar keterlambatan dan proyek selesai dengan tepat waktu (*on schedule*).

**METODE PENELITIAN**

Tempat dilakukannya penelitian ini adalah pada lokasi Proyek Peningkatan Jalan Simorejo - Baureno, tepatnya di wilayah Kabupaten Bojonegoro Provinsi Jawa Timur dengan data-data umum proyek adalah sebagai berikut:

Nama Proyek	: Peningkatan Jalan Simorejo – Baureno
Lokasi Proyek	: Kabupaten Bojonegoro Provinsi Jawa Timur
Anggaran Proyek	: Rp 21.477.535.600,00
Sumber Dana	: APBD Provinsi Jawa Timur Anggaran 2019
Waktu Proyek	: 2 Maret s/d 28 Oktober 2020
Kontraktor	: PT. Asri Jaya Putra Perkasa
Pengguna	: Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Jawa Timur

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini terdiri dari 2 (dua) metode meliputi:

## 1. Observasi atau pengamatan langsung

Metode ini dilakukan untuk mendapatkan data pada obyek yang diperlukan dalam penelitian. Pengamatan ini dilakukan secara mandiri atau dengan melibatkan bantuan pekerja untuk bisa selalu mendapatkan data yang akurat dan sesuai dengan kebutuhan. Adapun data yang dimaksud adalah terdiri dari:

## a. Biaya pengeluaran proyek

Biaya pengeluaran proyek meliputi biaya yang secara aktual dikeluarkan dalam setiap tahapan proyek maupun keseluruhan biaya proyek (data akuntansi proyek). Untuk mendapatkan data yang dimaksud terdiri dari pencatatan pengeluaran biaya harian, disusun dalam laporan pengeluaran proyek mingguan dan kemudian direkap menjadi pengeluaran bulanan proyek (pengeluaran aktual per bulan). Biaya pengeluaran proyek dinyatakan dalam satuan mata uang rupiah (Rp) dan bilamana ada realisasi pembiayaan dalam bentuk mata uang asing, maka akan dikurs-kan menjadi mata uang rupiah.

## b. Waktu pelaksanaan proyek

Waktu pelaksanaan proyek meliputi waktu pengerjaan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek secara aktual, baik tiap tahapan proyek maupun waktu pelaksanaan proyek secara keseluruhan. Waktu pelaksanaan proyek dinyatakan dalam satuan hari.

Pada obyek proyek yang diteliti terjadwal waktu pengerjaan proyek selama 6 (enam) bulan dimulai pada tanggal 2 Maret 2020 dan batas akhir penyelesaian proyek tanggal 28 Oktober 2020.

## 2. Pengamatan tidak langsung

Metode ini dilakukan untuk mendapatkan data yang berkaitan dengan pelaksanaan penelitian, berasal dari sumber/pihak lain (pihak kedua) yang terkait dalam pelaksanaan proyek. Dalam rangka untuk mendapatkan data yang akurat dan sesuai dengan kebutuhan obyektifitas dalam pelaksanaan penelitian, maka sumber data yang dipilih dari pihak kedua berasal dari pihak yang berkompeten dan terkait langsung dengan pelaksanaan proyek. Adapun data yang dimaksud berkaitan dengan penelitian ini, yaitu terdiri dari:

## a. Rancangan atau disain proyek

Rancangan atau disain proyek meliputi tes tanah, analisa struktur, gambar kerja, dokumentasi dan lainnya.

## b. Rancangan anggaran belanja proyek (RAB)

Rancangan anggaran belanja proyek terdiri dari daftar rekapitulasi biaya, volume dan harga satuan pekerjaan, harga satuan upah, jumlah dan harga satuan bahan, analisa harga satuan pekerjaan, administrasi & umum, manajemen dan biaya-biaya lainnya.

## c. Rencana kerja dan syarat pelaksanaan proyek (RKS)

Rencana kerja dan syarat pelaksanaan proyek terdiri dari persyaratan administrasi dan umum, bahan, spesifikasi, pekerjaan, dan lainnya.

Pada pelaksanaan penelitian ini, pengukuran variabel merupakan variabel yang terlibat dalam upaya untuk mengejar keterlambatan proyek dengan penerapan menggunakan analisis *duration cost trade off* pada proyek konstruksi tersebut yang terdiri dari pengukuran kinerja biaya dan waktu proyek. Oleh karena itu, maka pengukuran variabel berkaitan dengan pelaksanaan penelitian ini adalah terdiri dari perhitungan-perhitungan data yang digunakan untuk menentukan besarnya biaya dan waktu (durasi) proyek, yaitu terdiri dari:

## 1. Durasi pelaksanaan proyek terdiri dari:

- a. Waktu rencana proyek  
Waktu rencana proyek adalah waktu yang dibutuhkan sesuai dengan yang dijadwalkan dalam perencanaan pelaksanaan pengerjaan proyek.
  - b. Waktu aktual berjalannya proyek secara normal  
Waktu aktual berjalannya proyek secara normal adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek pada kondisi keterlambatan yang dialami tanpa ada upaya untuk mempercepat sehingga proyek tersebut akan selesai dengan jadwal yang lebih lama dari yang direncanakan (*over schedule*).
  - c. Waktu pelaksanaan proyek yang dipercepat  
Waktu pelaksanaan proyek yang dipercepat adalah waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek yang dipercepat sehingga adanya keterlambatan proyek akan bisa dikejar dan selesai sesuai dengan jadwal yang direncanakan (*on schedule*). Mekanisme percepatan waktu pelaksanaan proyek adalah dengan menggunakan metode *crasing* yang terdiri dari:
    - 1) Penambahan jam kerja dengan cara lembur kerja 1 jam per hari
    - 2) Penambahan jam kerja dengan cara lembur kerja 2 jam per hari
    - 3) Penambahan jam kerja dengan cara lembur kerja 3 jam per hari
2. Biaya pelaksanaan proyek, yaitu terdiri dari:
- a. Biaya rencana proyek  
Biaya rencana proyek adalah biaya yang dianggarkan pada perencanaan pelaksanaan proyek berdasarkan rancangan anggaran biaya (RAB) proyek.
  - b. Biaya pelaksanaan proyek aktual secara normal  
Biaya pelaksanaan proyek aktual secara normal adalah biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek hingga proyek selesai dengan kondisi kemungkinan proyek tersebut akan selesai dengan waktu melebihi dari jadwal yang direncanakan.
  - c. Biaya pelaksanaan proyek yang dipercepat  
Biaya pelaksanaan proyek yang dipercepat adalah biaya yang dibutuhkan dalam upaya untuk mempercepat pelaksanaan proyek sehingga adanya

keterlambatan proyek dapat dikejar dan proyek akan selesai dengan jadwal yang sudah direncanakan. Mekanisme pelaksanaan proyek yang dipercepat dengan menggunakan metode *crashing* dengan cara:

- 1) Penambahan jam kerja dengan cara lembur kerja 1 jam per hari
- 2) Penambahan jam kerja dengan cara lembur kerja 2 jam per hari
- 3) Penambahan jam kerja dengan cara lembur kerja 3 jam per hari

Berdasarkan atas ketentuan pada pelaksanaan proyek yang dipercepat dalam penelitian ini, maka pengukuran variabel juga akan meliputi indikator-indikator sebagai berikut ini:

#### 1. *Cost Variance*

*Cost variance* merupakan selisih biaya yang diperlukan untuk membiayai proyek hingga selesai tepat waktu, dihitung berdasarkan kebutuhan yang diperlukan dalam analisis dan pengolahan data untuk mempercepat durasi pelaksanaan proyek pada penelitian ini.

#### 2. *Duration Variance*

*Duration variance* merupakan selisih waktu yang diperlukan untuk menangani proyek hingga selesai tepat waktu, dihitung berdasarkan kebutuhan yang diperlukan dalam analisis dan pengolahan data untuk mempercepat durasi pelaksanaan proyek pada penelitian ini.

#### 3. *Cost Slope*

*Cost slope* merupakan biaya per hari dari selisih biaya normal dengan biaya percepatan dan selisih durasi normal dengan durasi percepatan, dihitung berdasarkan kebutuhan yang diperlukan dalam analisis dan pengolahan data untuk mempercepat durasi pelaksanaan proyek pada penelitian ini.

Analisis data yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah dengan penerapan aplikasi perangkat lunak (*software*) komputer, yaitu terdiri dari:

1. Analisis deskriptif kuantitatif menggunakan *software microsoft excel*. Analisis ini digunakan untuk menghitung dan mengolah data kuantitatif berupa biaya pengeluaran proyek/data akuntansi (dinyatakan dalam satuan rupiah) dan waktu pelaksanaan proyek (dinyatakan dalam satuan jumlah hari). Pengolahan data ini diperlukan untuk

mendapatkan nilai/besaran dari indikator-indikator yang sudah tertera pada variabel yang sudah ditentukan untuk diukur dalam penelitian ini.

- Analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) komputer berupa program *microsoft word*. Analisis ini diperlukan untuk mendapatkan visualisasi dari hasil olah data yang disajikan dalam pembahasan

sehingga mempermudah dalam uraian penjelasan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Data Pelaksanaan Proyek

Uraian pekerjaan dan anggaran proyek peningkatan jalan Simorejo-Baureno dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut ini:

Tabel 1. Uraian pekerjaan dan anggaran proyek

URAIAN PEKERJAAN	SAT	JUMLAH	SATUAN HARGA (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
<b>DIVISI 1. UMUM</b>				
Mobilisasi & Demobilisasi Peralatan	Ls	1,00	8.000.000	8.000.000
Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	Ls	1,00	5.000.000	5.000.000
Keselamatan dan Kesehatan Kerja	Ls	1,00	6.000.000	6.000.000
Manajemen Mutu	Ls	1,00	7.000.000	7.000.000
<b>DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH</b>				
Penyiapan Badan Jalan	M3	12.924,00	5.110	66.041.640
<b>DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR</b>				
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	5.925,27	271.260	1.607.288.740
Lapis Pondasi Agregat Kelas S	M3	1.522,80	271.260	413.074.728
Lapis Pondasi Bawah Beton Kurus ( <i>Concrete Vibrator</i> )	M3	3.299,40	698.990	2.306.247.606
<b>DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL</b>				
Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Lt	50,00	9.510	475.500
Laston Lapis Aus (AC-WC)	Ton	9,20	1.092.530	10.051.276
<b>DIVISI 7. STRUKTUR</b>				
Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30$ Mpa ( <i>Readymix</i> )	M3	6.345,00	1.267.930	8.045.015.850
Baja Tulangan Polos-Baja TP 280	Kg	147.841,41	12.190	1.802.186.788
Baja Tulangan Sirip-Baja TS 280	Kg	29.459,26	12.190	359.108.379
Anyaman Kawat Dilas ( <i>Welded Wire Mesh</i> )	Kg	310.905,00	15.003	4.664.624.304
Pembuatan Lubang Pondasi Bor ( <i>Strouss</i> ) diameter 30 cm	M1	7.614,00	29.540	224.917.560

TOTAL	19.525.032.372
PPN 10%	1.952.503.237
TOTAL ANGGARAN PROYEK	21.477.535.600

Sumber: PT. Asri Jaya Putra Perkasa

Seperti informasi data yang disajikan pada Tabel 1, maka berdasarkan evaluasi dan investigasi pelaksanaan proyek di lapangan ditemukan adanya keterlambatan seperti diperlihatkan pada Tabel 2 sebagai berikut ini:

Tabel 2. Hasil evaluasi dan investigasi pelaksanaan proyek di lapangan

Hari pengamatan	Bulan pelaksanaan	Rencana & pelaksanaan kerja	Project performance (%)
Hari ke-60	Akhir April 2020	Progres rencana kumulatif	16.18
		Progres aktual kumulatif	0.07
Deviasi (penyimpangan) terindikasi keterlambatan pelaksanaan			16.11

Sumber: Data diolah (2020)

Berdasarkan atas keterlambatan pelaksanaan proyek seperti disajikan pada Tabel 2 di atas, maka faktor penyebabnya menurut sumber informasi dari pelaksana proyek yang berkompeten dapat diperinci karena alasan:

1. Pihak pelaksana proyek memiliki pendanaan (*cash flow*) yang cukup terbatas untuk merealisasikan proyek yang didapat dari lelang proyek dan menggantungkan adanya pencairan uang muka (*down payment*) dan pencairan dana bertahap (*payment on progress*) dari pemilik proyek.
2. Faktor adanya pandemi virus covid-19 sehingga proses pencairan dana menjadi tertunda karena pos pendanaan dialihkan ke penanganan untuk penanggulangan adanya pandemi tersebut.

Dengan adanya keterlambatan proyek yang terjadi pada pengamatan hari ke-60, maka berdasarkan perhitungan waktu yang

dibutuhkan untuk melaksanakan kegiatan proyek tersebut hingga selesai adalah 234 hari, sedangkan waktu yang tersisa adalah 180 hari dari jadwal rencana proyek. Dengan demikian, dapat ditentukan terjadinya keterlambatan proyek sebanyak 54 hari dan nilai denda keterlambatan yang dihitung dari jumlah hari terlambat dikalikan per mil (1/1000) nilai total proyek besarnya adalah sebagai berikut ini:

Waktu normal penyelesaian proyek	= 234 hari
Waktu tersisa dari rencana jadwal	= 180 hari
Hitungan hari keterlambatan proyek	= 54 hari
Denda keterlambatan	= 54 x 1/1000 x Rp. 21.477.535.600
	= Rp. 1.159.786.922 (5,4%)

Berdasarkan atas perhitungan di atas,

maka besarnya denda yang harus dibayar oleh pihak kontraktor pelaksana proyek peningkatan jalan Simorejo-Baureno adalah sebesar Rp. 1.159.786.922 atau setara dengan 5,4% dari total anggaran proyek yang dikerjakan. Ketentuan adanya denda keterlambatan dan besarnya penghitungannya sudah tertuang dalam kontrak konstruksi antara pihak pelaksana proyek dan pengguna proyek, sehingga munculnya biaya tersebut tidak akan bisa dihindarkan. Berpedoman atas hal tersebut, maka perlu dilakukan upaya percepatan durasi percepatan pelaksanaan proyek untuk mengejar keterlambatan pelaksanaannya.

Dalam upaya percepatan pelaksanaan proyek konstruksi dapat dilakukan dengan menggunakan metode *crashing* dengan penerapan analisis *duration cost trade off* pada proyek tersebut. Pada penerapan analisis tersebut, maka langkah awal yang harus dilakukan adalah dengan menentukan adanya lintasan kritis dari kegiatan proyek seperti ditunjukkan pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Penentuan lintasan kritis proyek

Kode	URAIAN PEKERJAAN	Durasi (hari)	Predecessor	Keterangan
	<b>DIVISI 1. UMUM</b>			
1	Mobilisasi & Demobilisasi Peralatan	6,00	3	SS
	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	6,00		
	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	6,00		
	Manajemen Mutu	6,00		
	<b>DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH</b>			
2	<b>Penyiapan Badan Jalan</b>	<b>47,00</b>	<b>12</b>	<b>FS</b>
	<b>DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR</b>			
3	<b>Lapis Pondasi Agregat Kelas A</b>	<b>50,00</b>	<b>2</b>	<b>FS</b>
4	<b>Lapis Pondasi Agregat Kelas S</b>	<b>13,00</b>	<b>8</b>	<b>FS</b>
5	<b>Lapis Pondasi Bawah Beton Kurus (Concrete Vibrator)</b>	<b>33,00</b>	<b>3</b>	<b>FS</b>
	<b>DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL</b>			
6	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	7,00	8	SS
7	Laston Lapis Aus (AC-WC)	7,00	8	SS
	<b>DIVISI 7. STRUKTUR</b>			
8	<b>Beton mutu sedang dengan <math>f_c'=30</math> Mpa (Readymix)</b>	<b>64,00</b>	<b>5</b>	<b>FS</b>
9	Baja Tulangan Polos-Baja TP 280	16,00	1	SS
10	Baja Tulangan Sirip-Baja TS 280	16,00	1	SS
11	Anyaman Kawat Dilas (Welded Wire Mesh)	16,00	3	SS
12	<b>Pembuatan Lubang Pondasi Bor (Strauss) diameter 30 cm</b>	<b>27,00</b>	<b>1</b>	<b>FS</b>

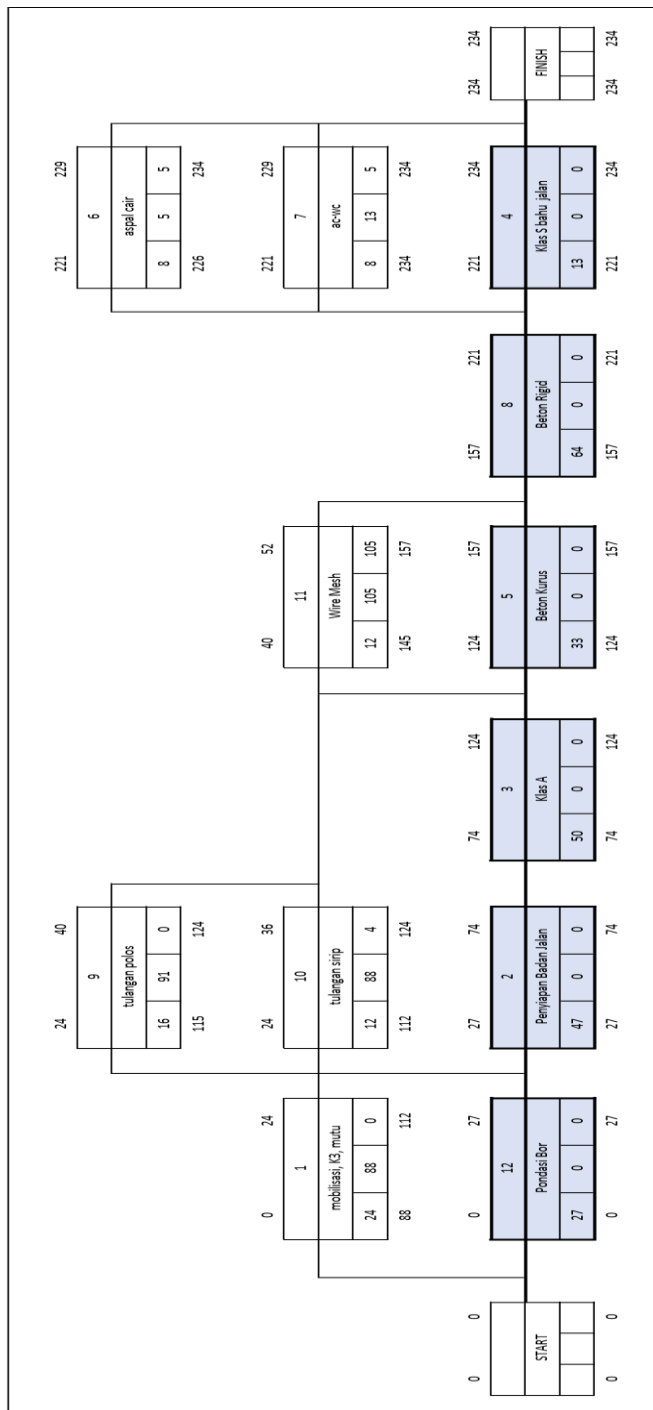
Keterangan:

FS: Finish to Start

SS: Start to Start

Berdasarkan atas hasil yang didapatkan pada penentuan lintasan kritis pada Tabel 3 di atas, maka langkah selanjutnya dengan pembuatan diagram *network planning* (jaringan kerja) menggunakan AoA (*Activity on Arrow*) dari jadwal kegiatan proyek peningkatan jalan Simorejo–Baureno adalah sebagai berikut ini:





Gambar 1. Diagram jaringan kerja proyek

Berdasarkan atas diagram jaringan kerja seperti tampak pada Gambar 1, maka langkah berikutnya adalah menentukan kegiatan-kegiatan kritis yang berada pada lintasan kritis yang dapat diamati pada Tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Daftar kegiatan kritis proyek peningkatan jalan Simorejo-Baureno

Kegiatan pekerjaan kritis	Volume	Durasi (hari)
Penyiapan Badan Jalan	12.924,00 M3	47,00
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	5.925,27 M3	50,00
Lapis Pondasi Agregat Kelas S	1.522,80 M3	13,00
Lapis Pondasi Bawah Beton Korus ( <i>Concrete Vibrator</i> )	3.299,40 M3	33,00
Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30$ Mpa ( <i>Readymix</i> )	6.345,00 M3	64,00
Pembuatan Lubang Pondasi Bor ( <i>Strouss</i> ) diameter 30 cm	7.614,00 M1	27,00

Sumber: Data diolah (2020)

Berdasarkan atas hasil penentuan kegiatan kritis seperti tampak pada Tabel 4 di atas, maka pada kegiatan-kegiatan tersebut memiliki alasan yang kuat untuk dilakukan percepatan pelaksanaannya dengan menggunakan analisis *duration cost trade off* sebagai berikut ini:

1. Kegiatan kritis yang terpilih tersebut memiliki sumber daya tenaga kerja atau yang memiliki pekerja sehingga bisa dipercepat dengan peningkatan manajemen pengelolaan sumber daya tenaga kerja untuk meningkatkan *performace* proyek.
2. Pada kegiatan kritis terpilih tersebut dapat dilakukan percepatan pelaksanaan proyek dengan penambahan jam kerja dengan cara lembur kerja.

Dalam rangka pelaksanaan percepatan pengerjaan proyek, maka pelaksanaan lembur dimulai setelah jam 16.00 WIB dengan aturan kompensasi bagi pekerja yang melaksanakan lembur kerja ditentukan oleh manajemen perusahaan PT. Asri Jaya Putra Perkasa sebesar 1,5 kali upah tenaga kerja/jam pada jam kerja normal.

#### **Analisis *Duration Cost Trade Off* Proyek**

Dalam penerapan analisis *duration cost trade off* kegiatan kritis pada proyek peningkatan jalan Simorejo-Baureno dengan penambahan jam kerja dengan cara lembur,

maka terlebih dahulu perlu dilakukan analisa yang terdiri dari:

1. Kebutuhan alat berat dan tenaga kerja

Berikut dicontohkan perhitungan produktivitas alat berat (jenis alat berat *motor grader*) dan tenaga kerja pada pekerjaan penyiapan badan jalan sebagai berikut ini:

**Alat Motor Grader**

Panjang operasi <i>grader</i> sekali jalan	Lh	50,00	M
Lebar Efektif kerja <i>Blade</i>	b	2,40	M
Lebar <i>overlap</i>	bo	0,30	
Faktor Efisiensi Alat	Fa	0,83	%
Kecepatan rata-rata alat	v	4,00	Km/jam
Jumlah lintasan	n	6,00	lintasan
Jumlah lajur lintasan	N	3,00	lajur
Waktu siklus	Ts	1,00	
Kapasitas Produksi/jam	= (Lh x (N(b-bo)+bo) x Fa x 60 x t) / n x Ts1 = 56,51 M <sup>2</sup>		
Koefisien Alat/m <sup>2</sup>	= Lh x (N(b-bo)+bo) x Fa x 60 / n x Ts1 = 0,0064 Jam		

Berdasarkan atas data produktivitas alat berat jenis *motor grader* di atas dan tenaga kerja pada pekerjaan penyiapan badan jalan, maka dapat dilakukan rekapitulasi perhitungan untuk kebutuhan alat dan tenaga kerja untuk pekerjaan tersebut, seperti ditunjukkan pada Tabel 5 berikut ini:

Tabel 5. Kebutuhan alat, bahan dan tenaga kerja penyiapan badan jalan volume 19.294 M<sup>2</sup> dan durasi 47 hari

Item	Koefisien	Harga satuan (Rp)	Total harga (Rp)	Jumlah	Unit normal	Unit 1 jam	Unit 2 jam	Unit 3 jam
Pekerja	0,0256	8.750	4.314,558	493,09	100,00	109,375	218,750	328,125
Tukang	0,0064	9.375	1.155,685	123,27	2,62	2,62	0	0
Motor <i>grader</i>	0,0064	448.493	55.287,056	123,27	2,62	2,62	0	0
<i>Vibro roller</i>	0,0063	310.050	37.538,308	121,07	2,58	1,37	0	0
Alat bantu	1,0000	17	328,215	19.294	normal	1 jam	2 jam	3 jam
1	<i>Dump truck</i>	100,00	109,375	218,750	328,125			
2	<i>Motor grader</i>	448,493	457,868	915,736	1.373,603			
3	<i>Tandem roller</i>	233,081	242,456	484,912	727,368			
4	<i>Vibrat</i>		319,4638,8					

Sumber: Data diolah (2020)

2. Biaya lembur

Biaya lembur adalah biaya tambahan yang harus dibayarkan oleh pihak kontraktor pelaksana proyek karena tenaga kerja melakukan pekerjaan di luar jam kerja normal. Analisa biaya lembur dihitung untuk menentukan besarnya upah biaya lembur dari alat berat dan tenaga kerja yang berguna untuk mengetahui biaya total dari

suatu kegiatan yang dipercepat dengan melakukan lembur kerja. Salah satu contoh untuk analisa perhitungan upah lembur sesuai ketentuan dari pihak kontraktor PT. Asri Jaya Putra Perkasa selaku kontraktor pelaksana proyek peningkatan jalan Simorejo-Baureno dapat dijelaskan di halaman berikut ini.

**Biaya Lembur Operasional Alat Motor Grader**

Biaya normal alat	= Rp. 448.493 per jam
Lembur 1 jam	= Biaya normal + (0,5 x (BO + BPO))
	= Rp. 448.493 + 0,5 x Rp. 18.750
	= Rp. 448.493 + 0,5 x Rp. 18.750
	= Rp. 448.493 + Rp. 9.375
	= Rp. 457.868
Lembur 2 jam	= Lembur 1 jam x 2
	= Rp. 457.868 x 2
	= Rp. 915.736
Lembur 3 jam	= Lembur 1 jam x 3
	= Rp. 457.868 x 3
	= Rp. 1.373.603

Berdasarkan atas perhitungan pada kebutuhan alat berat serta tenaga kerja dan biaya lembur seperti yang sudah diuraikan di atas, maka pada penelitian ini dilakukan upaya percepatan pelaksanaan proyek dengan skenario penambahan jam kerja dengan cara lembur kerja yang terdiri dari lembur 1 jam, lembur 2 jam dan lembur 3. Berikut ini disajikan informasi hasil pengolahan atas biaya lembur untuk alat dan tenaga kerja pada pelaksanaan pada penelitian ini pada halaman

	or roller	310.0 50	25	50	958.27 6
5	Concrete vibrator	40.64 7	50.02 2	100.0 44	150.06 6
6	Water tanker	225.0 00	234.3 75	468.7 50	703.12 5
7	Bor pile	10.00 0	19.37 5	38.75 0	58.125
8	Pekerja	8.750	13.12 5	26.25 0	39.375
9	Tukang	9.375	14.06 3	28.12 5	42.188
10	Mandor	10.00 0	15.00 0	30.00 0	45.000
11	Operator	18.75 0	78.12 5	56.25 0	84.375

Sumber: Data diolah (2020)

Berdasarkan atas produktivitas kerja yang dihasilkan pada kerja lembur, maka dapat ditentukan pada lembur untuk 1 jam per hari diperhitungkan sebesar 90%, untuk 2 jam sebesar 80% dan untuk 3 jam sebesar 70% dari produktivitas normal. Penurunan produktivitas untuk kerja lembur ini disebabkan oleh faktor kelelahan operator, pembantu operator dan pekerja serta keterbatasan pandangan pada malam hari dan keadaan cuaca yang lebih

Tabel 7. Durasi *crashing* pada kegiatan kritis pada proyek peningkatan jalan Simorejo-Baureno Kabupaten Bojonegoro Jawa Timur

No	Kegiatan kritis	Durasi pelaksanaan proyek (hari)			
		Kerja normal	Lembur kerja		
			1 jam	2 jam	3 jam
1	Penyiapan badan jalan	47	41.65	38.26	36.15
2	Lapis pondasi agregat kelas A	50	44,30	40,70	38,46
3	Lapis pondasi agregat kelas S	13	11,52	10,58	10,00
4	Lapis pondasi bawah beton kurus ( <i>concrete vibrator</i> )	33	29,24	26,86	25,38
5	Beton mutu sedang $F_c' = 30$ Mpa ( <i>readymix</i> )	64	56,71	52,09	49,23
6	Pembuatan lubang pondasi bor ( <i>strouss</i> ) diameter 30 cm	27	23,92	21,98	20,77
Durasi yang dibutuhkan untuk penyelesaian proyek (hari)		234	207.34	188.47	179,99
Total durasi (hari)		294	267.34	248.47	239.99

dingin dibanding kondisi siang hari. Berkaitan dengan kegiatan-kegiatan kritis yang akan dipercepat durasi pelaksanaannya (*durasi crashing*) dapat dihitung berdasarkan penambahan jam lembur 1 jam/hari, 2 jam/hari dan 3 jam/hari dari durasi normal yang ada, dapat ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut ini:

$$\text{Durasi crashing} = (\text{volume pekerjaan}) / ((k \times p_a \times j_k) + (\sum j_l \times p_p \times p_a \times k))$$

K = kebutuhan alat (unit/jam)

Pa = produktivitas alat (m<sup>3</sup>/jam)

Jk = jam kerja per hari

Jl = jam lembur

pp = penurunan produktivitas

Berikut ini dicontohkan perhitungan durasi percepatan pada pekerjaan penyiapan badan jalan:

**Perhitungan Durasi Crashing pada Pekerjaan Penyiapan Badan Jalan**

Volume pekerjaan	= 12.924 m <sup>2</sup>
Durasi pekerjaan	= 47 hari
Jam kerja per hari	= 7 jam
Durasi <i>crashing</i> untuk 1 jam	= $12924 / ((39,28 \times 7) + (1 \times 0,9 \times 39,28))$
	= 41,65 hari

Berdasarkan atas perhitungan menggunakan rumus dan sesuai dengan contoh perhitungan tersebut, maka hasil percepatan durasi (*durasi crashing*) pada kegiatan-kegiatan kritis pada proyek yang diteliti dapat disajikan pada Tabel 7 sebagai berikut ini:

<b>Jumlah keterlambatan (hari)</b>	<b>54</b>	<b>27.34</b>	<b>8.47</b>	<b>0,00</b>
------------------------------------	-----------	--------------	-------------	-------------

Sumber: Data diolah (2020)

Seperti informasi data yang disajikan pada Tabel 7 di atas, pada durasi kerja normal penyelesaian proyek diprediksi akan terlambat dalam 54 hari; kemudian dengan langkah dilakukan percepatan proyek dengan pelaksanaan kerja lembur 1 jam diprediksi terlambat 27.34 hari, lembur 2 jam diprediksi terlambat 8.47 hari dan pada lembur 3 jam diprediksi proyek selesai sesuai dengan rencana jadwal.

Pada analisis *duration cost trade off* pada proyek yang diteliti pada penelitian ini, dapat dilakukan perhitungan biaya percepatan yang dihasilkan dari percepatan durasi kegiatan-kegiatan kritis dengan penambahan jam kerja dengan cara lembur kerja 1 jam, 2 jam dan 3 jam per sehari. Berikut ini ditampilkan biaya normal dan biaya percepatan durasi pelaksanaan proyek yang diteliti seperti dapat diamati pada Tabel 8 berikut ini:

Tabel 8. Biaya proyek normal dan biaya percepatan pelaksanaan proyek

Kegiatan kritis	Biaya penyelesaian pelaksanaan proyek (Rp)			
	Kerja normal	Lembur kerja		
		1 jam	2 jam	3 jam
Penyiapan badan jalan	98.623.892	100.514.982	104.364.587	110.002.318
Lapis pondasi agregat A	1.631.373.318	1.641.157.646	1.658.666.715	1.683.272.337
Lapis pondasi agregat S	343.067.797	343.721.588	344.891.548	346.535.702
Lapis pondasi bawah beton kurus	2.286.626.130	2.291.185.931	2.296.399.658	2.302.460.166
Beton mutu sedang $F_c' = 30 \text{ Mpa}$	7.791.397.815	7.835.577.850	7.887.213.168	7.947.987.846
Pembuatan lubang pondasi bor ( <i>strouss</i> ) diameter 30 cm	84.848.965	84.870.685	84.895.519	84.924.388
<b>Jumlah</b>	<b>12.235.937.917</b>	<b>12.297.028.682</b>	<b>12.376.431.195</b>	<b>12.475.182.757</b>

Sumber: Data diolah (2020)

Berdasarkan atas informasi data yang sudah diolah seperti ditampilkan pada Tabel 7 tentang durasi yang dipercepat dan Tabel 8 tentang biaya percepatan pelaksanaan proyek, maka pada analisis menggunakan *duration cost trade off* pada proyek yang diteliti, analisis dapat dilanjutkan untuk menghitung indikator-indikator yang terdiri sebagai berikut ini:

#### 1. *Cost variance*

*Cost variance* adalah selisih biaya antara biaya normal dengan biaya percepatan untuk menyelesaikan kegiatan proyek. Berikut ini dicontohkan perhitungan *cost variance* pada kegiatan kritis penyiapan badan jalan:

#### Perhitungan *Cost Variance* pada Kegiatan Kritis Penyiapan Badan Jalan

Biaya Normal = Rp. 98.623.892

Biaya percepatan:

Lembur 1 jam = Rp. 100.514.982

Lembur 2 jam = Rp. 104.364.587

Lembur 3 jam = Rp. 110.002.318

Selisih Biaya (*Cost Variance*):

Lembur 1 jam = Rp. 100.514.982 – Rp. 98.623.892  
= Rp. 1.891.090

Lembur 2 jam = Rp. 104.364.587 – Rp. 98.623.892  
= Rp. 5.740.695

Lembur 3 jam = Rp. 110.002.318 – Rp. 98.623.892  
= Rp. 11.378.426

Berdasarkan atas contoh perhitungan *cost variance* tersebut pada pekerjaan penyiapan

badan jalan, maka hasil keseluruhan terhadap indikator tersebut pada kegiatan-kegiatan kritis pada percepatan pelaksanaan kerja dengan penambahan jam kerja dengan

cara lembur kerja dapat ditampilkan pada Tabel 9 berikut ini:

Tabel 9. Hasil perhitungan *cost variance* pada kegiatan kritis

No	Kegiatan kritis	<i>Cost variance</i> pada kerja lembur (Rp)		
		1 jam	2 jam	3 jam
1	Penyiapan Badan Jalan	1.891.090	5.740.695	11.378.426
2	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	9.784.328	27.293.397	51.899.019
3	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	653.791	1.823.752	3.467.905
4	Lapis Pondasi Bawah Beton Kuras ( <i>Concrete Vibrator</i> )	4.559.802	9.773.528	15.834.036
5	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30$ Mpa ( <i>Readymix</i> )	44.180.035	95.815.353	156.590.030
6	Pembuatan Lubang Pondasi Bor ( <i>Strouss</i> ) diameter 30 cm	21.720	46.554	75.423
<b>Total</b>		<b>61.090.766</b>	<b>140.493.280</b>	<b>239.244.839</b>

Sumber: Data diolah (2020)

## 2. *Duration variance*

*Duration variance* merupakan selisih antara durasi normal dan durasi percepatan untuk penyelesaian pelaksanaan proyek. Hasil perhitungan *duration variance* untuk semua kegiatan kritis pada pekerjaan percepatan

penyelesaian proyek dengan penambahan jam kerja dengan cara lembur kerja dapat disajikan pada Tabel 10 di halaman berikut ini:

Tabel 10. Hasil perhitungan *duration variance* pada kegiatan kritis

No	Kegiatan kritis	<i>Duration cost variance</i> pada kerja lembur		
		1 jam	2 jam	3 jam
1	Penyiapan Badan Jalan	5,35	8,74	10,85
2	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	5,70	9,30	11,54
3	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	1,48	2,42	3,00
4	Lapis Pondasi Bawah Beton Kuras ( <i>Concrete Vibrator</i> )	3,76	6,14	7,62
5	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30$ Mpa ( <i>Readymix</i> )	7,29	11,91	14,77
6	Pembuatan Lubang Pondasi Bor ( <i>Strouss</i> ) diameter 30 cm	3,08	5,02	6,23
<b>Total</b>		<b>26,35</b>	<b>43,53</b>	<b>54,00</b>

Sumber: Data diolah (2020)

## 3. *Cost slope*

*Cost slope* adalah merupakan biaya per hari yang diperhitungkan dari selisih biaya normal dengan biaya percepatan untuk menyelesaikan pelaksanaan proyek. Hasil

perhitungan *cost slope* untuk semua kegiatan kritis pada pekerjaan percepatan penyelesaian proyek dengan penambahan jam kerja dengan cara lembur kerja dapat disajikan pada Tabel 11 berikut ini:

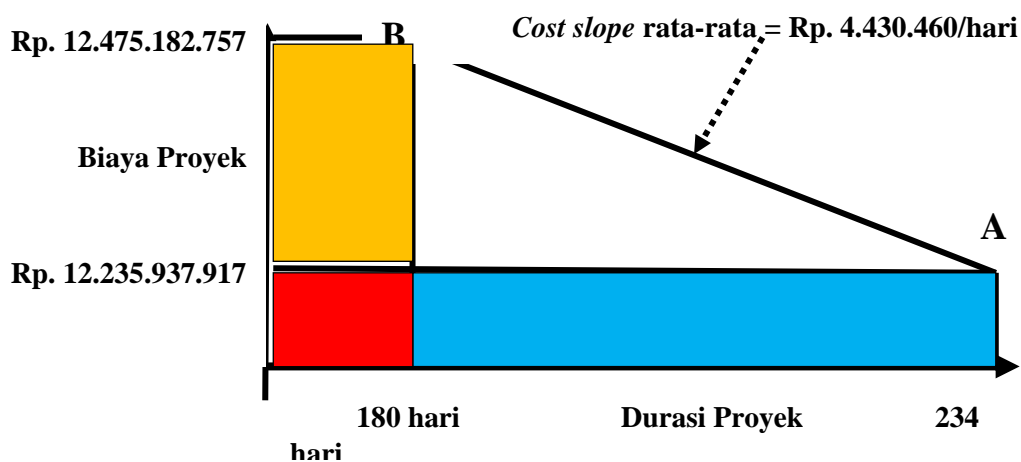
Tabel 11. Hasil perhitungan *cost slope* kegiatan kritis proyek

No	Kegiatan kritis	<i>Cost slope</i> pada lembur kerja (Rp)		
		1 jam	2 jam	3 jam
1	Penyiapan Badan Jalan	353.475	656.516	1.049.075
2	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	1.717.693	2.934.040	4.497.915
3	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	441.449	754.051	1.155.968
4	Lapis Pondasi Bawah Beton Kuras ( <i>Concrete Vibrator</i> )	1.212.877	1.591.900	2.079.217

5	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30$ Mpa ( <i>Readymix</i> )	6.059.415	8.046.993	10.602.450
6	Pembuatan Lubang Pondasi Bor ( <i>Strouss</i> ) diameter 30 cm	7.061	9.268	12.105
<b>Total</b>		<b>9.791.970</b>	<b>13.992.768</b>	<b>19.396.730</b>

Sumber: Data diolah (2020)

Berdasarkan atas informasi data *cost slope* yang diperlihatkan pada tabel 11 tersebut dari kegiatan-kegiatan kritis pada percepatan pelaksanaan proyek, maka dapat dibuat hubungan antara biaya dan waktu untuk menyelesaikan percepatan pekerjaan peningkatan jalan Simorejo–Baureno seperti ditampilkan pada Gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Hubungan antara durasi dan biaya *crashing*

Seperti tampak pada Gambar 3 di atas, maka pada pengamatan hari ke-60 pelaksanaan proyek peningkatan jalan Simorejo-Baureno dapat dijelaskan hubungan antara durasi dengan biaya *crashing* diperlihatkan pada posisi titik A dan B pada gambar grafik tersebut. Pada posisi titik A merupakan kondisi normal pelaksanaan proyek tanpa dipercepat, membutuhkan biaya anggaran untuk menyelesaikan pekerjaan proyek sebesar Rp. 12.235.937.917 dan durasi penyelesaian proyek selama 234 hari. Pada posisi titik B merupakan kondisi percepatan pelaksanaan proyek dengan metode *crashing* dengan lembur kerja 3 jam per hari, membutuhkan biaya anggaran untuk menyelesaikan pekerjaan proyek sebesar Rp. 12.475.182.756 dan durasi penyelesaian proyek selama 180 hari. Berdasarkan atas posisi titik A dan B tersebut dapat juga dihitung besarnya *cost slope* rata-rata per hari dari proyek yang diteliti adalah sebagai berikut ini:

**Perhitungan Cost Slope Pelaksanaan Proyek Lembur 3 Jam/hari**

$$\begin{aligned} \text{Cost slope} &= \frac{(\text{Biaya crashing (Rp)} - \text{Biaya normal})}{\text{Durasi percepatan (hari)}} \\ &= \frac{(\text{Rp. 12.475.182.757} - \text{Rp. 12.235.937.917})}{54 \text{ hari}} \end{aligned}$$

Dari seluruh pembahasan yang sudah dilakukan melalui perhitungan-perhitungan dan pengolahan data pada analisis *duration cost trade off* pada proyek peningkatan jalan Simorejo-Baureno, maka hasil keseluruhan analisis *crashing duration* (durasi yang dipercepat), kenaikan biaya yang ditimbulkannya dengan adanya percepatan pelaksanaan proyek tersebut serta besarnya denda keterlambatan yang terjadi dapat disajikan pada Tabel 12 di halaman berikut ini.

Tabel 12. Durasi dan biaya *crashing* serta denda keterlambatan

Prog res Proy ek	Pelaksanaan penyelesaian proyek pada pengamatan hari ke-60			
	Kerja normal	Proyek dipercepat dengan lembur kerja		
		1 jam	2 jam	3 jam
Dura si (hari )	294	267.34	248.47	239.99
Vari an dura si (hari )		26,35	43,53	54,00
Biy a (Rp)	12.235. 937.91 7	12.297. 028.68 2	12.376. 431.19 5	12.475. 182.75 7
Vari an biay a (Rp)	-	61.090. 766	140.49 3.280	239.24 4.839
<i>Cost slope (Rp/ hari)</i>	-	9.791.9 70	13.992. 768	19.396. 730
Terla mbat (hari )	54	27.340	8.470	0
Den da proy ek (Rp)	1.159.7 86.922	587.19 5.823	181.91 4.727	0

Sumber: Data diolah (2020)

Berdasarkan pada informasi data yang disajikan pada Tabel 12 di atas, maka jika proyek berjalan pada durasi normal akan terjadi keterlambatan 54 hari dengan resiko kena denda Rp. 1.159.786.922 (5,4% dari total anggaran), durasi dipercepat pada lembur 1 jam/hari akan terjadi keterlambatan 27,34 hari dengan resiko denda Rp. 587.195.823 dan kenaikan biaya Rp. 61.090.766 (3,0% dari total anggaran), durasi dipercepat pada lembur 2 jam/hari akan terjadi keterlambatan 8,47 hari dengan resiko denda Rp. 181.914.727 dengan kenaikan biaya Rp. 140.493.280 (1,5% dari total anggaran) dan pada durasi dipercepat

dengan lembur 3 jam/hari proyek selesai dengan tepat waktu (*on schedule*) dengan kenaikan biaya Rp. 239.244.839 (1,1 % dari total anggaran proyek).

Dengan perhitungan yang telah didapatkan pada analisis dengan menggunakan *duration cost trade of* pada proyek peningkatan jalan Simorejo-Baureno, maka jika proyek dipercepat dengan melakukan penambahan jam kerja dengan cara lembur 3 jam/hari dihasilkan hasil yang optimal dengan penyelesaian proyek yang sesuai dengan jadwal yang direncanakan. Pada kondisi yang lain, dengan selesainya proyek tepat waktu akan menghasilkan penilaian terhadap kinerja waktu proyek dari pihak kontraktor pelaksana proyek. Hal ini menjadi salah satu kredit poin penting tentang kredibilitas, profesionalitas dan masa depan bagi kontraktor itu sendiri.

## PENUTUP

Berdasarkan atas pengolahan data serta hasil dari analisis dan pembahasan yang dilakukan pada penelitian proyek peningkatan jalan Simorejo - Baureno dapat diberikan kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan atas evaluasi dan investigasi berjalannya durasi pelaksanaan proyek pada hari ke-60, dibutuhkan waktu dan biaya untuk menyelesaikan item pekerjaan pada lintasan kritis pada kondisi normal membutuhkan durasi 234 hari dengan biaya sebesar Rp 12.235.937.917. Pada kondisi ini proyek mengalami keterlambatan durasi sebanyak 54 hari.
2. Berdasarkan atas waktu yang tersisa untuk menyelesaikan proyek adalah 180 hari, maka perlu dilakukan upaya percepatan durasi pelaksanaan proyek dengan metode *crashing* dengan menggunakan analisis *duration cost trade off* dengan penambahan jam kerja dengan cara melakukan lembur kerja 1 jam, 2 jam dan 3 jam per hari.
3. Berdasarkan hasil perhitungan dengan adanya penambahan 1 jam kerja lembur didapatkan durasi *crashing* sebesar 207,35 hari dengan dibutuhkan biaya sebesar Rp 12.297.028.682, tetapi proyek masih belum bisa selesai dengan tepat waktu dan terlambat 27,34 hari.
4. Berdasarkan atas perhitungan dengan adanya penambahan 2 jam kerja lembur didapat durasi *crashing* sebesar 190,47 hari dengan dibutuhkan biaya sebesar Rp 12.376.431.195, tetapi proyek masih belum

- bisa selesai dengan tepat waktu dan terlambat 8,47 hari.
5. Berdasarkan perhitungan dengan adanya penambahan 3 jam kerja lembur didapat durasi *crashing* sebesar 180 hari dengan dibutuhkan biaya sebesar Rp 12.475.182.757 dan proyek akan selesai dengan tepat waktu sesuai dengan yang dijadwalkan (*on schedule*).
  6. Berdasarkan atas percepatan durasi pelaksanaan proyek dengan upaya penambahan jam kerja dengan cara lembur 3 jam/hari, dibutuhkan tambahan biaya sebesar Rp. 239.244.839 atau 1,12% dari total anggaran proyek dengan *cost slope* Rp. 4.430.460 per hari. Besarnya pembengkakan biaya yang terjadi ini masih jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan besarnya denda keterlambatan 54 hari yang harus ditanggung oleh pihak kontraktor sebesar Rp. 1.159.786.600 (5,4% total anggaran proyek).
- DAFTAR PUSTAKA**
- Dimiyati dan Nurjaman. 2014. Manajemen Proyek. Penerbit Pustaka Setia, Bandung.
- Dipohusodo, I. 1996. Manajemen Proyek dan Konstruksi. Penerbit Kanisius, Jakarta.
- Ervianto, Wulfram I. 2004. Teori-Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Ervianto, Wulfram I. 2005. Teori-Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Flemming, Q.W dan Koppelman J.M. 1994. *The essence and Evaluation of Earned Value*. Penerbit AACE Transaction, Boston.
- Gray dan Larson. 2000. Pengantar Evaluasi Proyek. Penerbit Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gray dan Larson. 2007. *Project Management*. Bosyo: Irwin McGraw-Hill, London.
- Husen, Abrar. 2009. Manajemen Proyek. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Husen, Abrar. 2011. Manajemen Proyek. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Latif, Y., 2001. Estimasi dan Pengendalian Biaya Proyek Konstruksi. Penerbit UI Press, Jakarta.
- Mahendra, S. 2004. Manajemen Proyek: Kiat Sukses Mengelola Proyek. Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
- Nurhayati. 2010. Manajemen Proyek Konstruksi. Penerbit Kartika Yudha, Surabaya.
- Pastiarsa, Made. 2015. Manajemen Proyek Konstruksi Bangunan Industri: Perspektif Pemilik Proyek. Penerbit Teknosain, Yogyakarta.
- PMBOOK guide. 2004. *A Guide in the Project Management Book of Knowledge*. PMI Inc., Pennsylvania USA.
- Rani, Hanifdar A. 2016. Manajemen Proyek Konstruksi. Penerbit Deepublish, Yogyakarta.
- Santoso, Budi. 2009. Manajemen Proyek: Konsep dan Implementasi. Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Soeharto, Iman. 1995. Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Soeharto, Iman. 1997. Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Soeharto, Iman. 1999. Manajemen Proyek: Dari Konseptual sampai Operasional. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Soemardi, B.W. 2006. Pengembangan Sistem *Earned Value* untuk Pengelolaan Proyek Konstruksi di Indonesia. Laporan Hasil Riset, Intitu Teknologi Bandung, Bandung.
- Soemardi, B. W. 2007. Manajemen Personalita dan Sumber Daya Manusia. Penerbit BPFE, Yogyakarta.
- Triton, PB. 2005. Manajemen Divestasi Proyek: Analisis & Strategi. Penerbit Tugu Publisher, Yogyakarta.
- Widiasanti, Irika dan Lenggogeni. 2014. Manajemen Konstruksi. Penerbit PT. Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Widyatmoko. 2008. Studi Penelitian Produktivitas Tenaga Kerja Bangunan untuk Meningkatkan Kinerja. Tesis Institut Teknologi Nasional, Malang.
- Winoto, Agnes Dwi Yanthi. 2014. Manajemen Konstruksi Untuk Bangunan. Penerbit PT. Taka Publisher, Yogyakarta.
- Yahya. 2013. Waktu dan Biaya pada Proyek Konstruksi. Fakultas Teknik Sipil Universitas Airlangga, Surabaya.