

## ANALISA PERCEPATAN PROYEK MENGGUNAKAN METODE CRASHING DENGAN ALTERNATIF SHIFT KERJA

**Sandar Fadhil Samosir<sup>1</sup>, Sahrul Harahap<sup>2</sup>, Nurkhasana Rina Puspita<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan

<sup>2,3</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan

Email: samosirsandar123@gmail.com

### *Abstrak*

*Pelaksanaan pembangunan proyek harus diperhitungkan dan diatur sedemikian rupa, baik dari segi waktu maupun biaya agar dapat mencapai hasil yang maksimal. Salah satu langkah efisiensi yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan percepatan. Dalam melakukan percepatan, faktor waktu, biaya, dan mutu harus diperhatikan. Proyek Pembangunan Aula Dinas Perumahan Dan Kawasan Permukiman dipilih sebagai studi kasus karena adanya keterlambatan yang terjadi dalam pelaksanaannya. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari waktu dan biaya optimum juga membandingkan biaya sebelum dan sesudah percepatan. Data penelitian yang digunakan adalah data sekunder berupa Time Schedule, Kurva-S, harga satuan upah, Rencana Anggaran Biaya (RAB), dan gambar proyek. Penelitian ini menggunakan metode Crashing dengan menambah shift pada malam hari. Diketahui total upah tenaga kerja proyek tersebut dalam kondisi normal ialah sebesar Rp. 96.074.700,00 dengan durasi pelaksanaan pekerjaan bangunan proyek selama 66 hari kerja. Dari hasil analisa pada penelitian ini diperoleh total upah tenaga kerja dengan alternatif penambahan shift kerja sebesar Rp. 139.966.209,00 dengan durasi pelaksanaan pekerjaan bangunan proyek selama 41 hari kerja atau lebih cepat 37,9% dari durasi normal. Sehingga jika digunakan alternatif shift kerja maka akan mempersingkat waktu sebesar 25 hari kerja dengan kenaikan biaya sebesar Rp. 43.891.509,00.*

**Kata kunci:** Keterlambatan, Crashing, Tenaga Kerja, Shift Kerja

### 1. PENDAHULUAN

Dalam dunia konstruksi ketentuan mengenai biaya, mutu dan waktu penyelesaian pekerjaan konstruksi sudah diikat di dalam kontrak kerja dan ditetapkan sebelum pelaksanaan pekerjaan konstruksi dikerjakan. Seperti diketahui, waktu penyelesaian yang dibutuhkan untuk proses pekerjaan konstruksi sudah dicantumkan dalam dokumen kontrak karena akan berpengaruh penting terhadap nilai pelelangan dan biaya pekerjaan. Oleh karena itu dalam suatu proyek konstruksi diperlukan adanya penjadwalan proyek guna mengatur seluruh kegiatan proyek. Penjadwalan Proyek adalah kegiatan menetapkan jangka waktu kegiatan proyek yang harus diselesaikan berupa bahan baku, tenaga kerja serta waktu yang dibutuhkan oleh setiap aktivitas agar tidak terjadi suatu keterlambatan dalam penyelesaian suatu proyek. Terdapat banyak hal yang menyebabkan keterlambatan suatu proyek yaitu seperti pengaruh cuaca, kurangnya tenaga kerja, pengolahan waktu yang kurang baik, suplai material yang terlambat atau terganggu, kurangnya ketersediaan peralatan

yang digunakan, maupun dari pihak-pihak yang terlibat dalam proyek. Suatu pekerjaan konstruksi dapat dikategorikan berhasil apabila dikerjakan sesuai dengan janji dan kontrak kerja yang berlaku dalam proyek tersebut dan telah selesai sebelum waktu jatuh tempo yang ditanda tangani. Untuk mencegah adanya keterlambatan waktu dalam pengerjaan suatu proyek konstruksi dapat dilakukan dengan melakukan Crashing dengan tetap memperhatikan biaya yang dikeluarkan.

Proses crashing adalah cara melakukan perkiraan dari variabel cost dalam menentukan pengurangan durasi yang paling maksimal dan paling ekonomis dari suatu kegiatan yang masih mungkin untuk direduksi (Dimiyati & Nurjaman, 2014). Metode Crashing melakukan percepatan pada pekerjaan yang berada pada lintasan kritis. Dengan metode Crashing, dapat dianalisa sejauh mana durasi proyek tersebut dapat dipercepat dengan kenaikan biaya yang tidak terlalu besar. Kenaikan biaya yang terjadi setiap harinya dapat ditampilkan dalam grafik costslope. Dari grafik tersebut dapat ditentukan pekerjaan yang

dipercepat dengan kenaikan biaya yang tidak terlalu besar.

Untuk menentukan pekerjaan yang tepat yang akan dipercepat dengan kenaikan biaya yang tidak terlalu besar, maka dipilihlah pekerjaan dengan nilai *costslope* yang terkecil untuk dilakukan percepatan. Keterlambatan yang melebihi batas akan dikenakan sanksi yang berupa denda sebesar 10/00 (satu permil) dari nilai kontrak atau nilai bagian kontrak perharinya, menurut Perpres No. 16 Tahun 2018 Pasal 79 ayat 4. Sehingga diperlukan upaya untuk memperpendek durasi proyek. Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut: 1. Menganalisa pelaksanaan proyek guna mengetahui total waktu penyelesaian proyek sebelum dan sesudah dilakukan *Crashing* dengan alternatif shift kerja.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Proyek konstruksi adalah suatu kegiatan yang bersifat sementara, terdiri dari serangkaian kegiatan yang antara lain mempunyai tujuan khusus dengan spesifikasi tertentu, mempunyai batasan waktu awal dan akhir yang jelas, membutuhkan sumber daya, yaitu biaya, tenaga manusia dan peralatan serta mempunyai keterbatasan pendanaan (Kerzer, 2000). Menurut Ervianto (2005), proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek serta dalam rangkaian kegiatan tersebut, terdapat suatu proses yang mengelolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Proyek memiliki produk akhir (output) berupa jasa atau barang yang diperoleh dari hasil transformasi/pengolahan sumber daya (input).

Proses transformasi/pengolahan input menjadi output dilaksanakan selama jangka waktu tertentu/terbatas dengan biaya dan kualitas yang telah ditetapkan di dalam surat perjanjian (kontrak) kerja. Produk dari sebuah proyek harus memiliki nilai teknis, nilai ekonomi, nilai sosial, manfaat (benefit) dan dampak (impact) yang setara dengan atau lebih besar dari input proyek itu sendiri (Malik, 2010). Secara umum setiap proyek membutuhkan suatu penjadwalan dalam tahapan fase perencanaan, secara singkat penjadwalan proyek merupakan suatu cara untuk menentukan dan menetapkan

waktu pelaksanaan dari item pekerjaan serta alokasi sumber daya yang akan digunakan (material, man power, equipmen) selama proses konstruksi. Jenis penjadwalan proyek dapat berupa penjadwalan diagram batang (gant chart), kurva-s (curve-s) dan jaringan kerja (network planning).

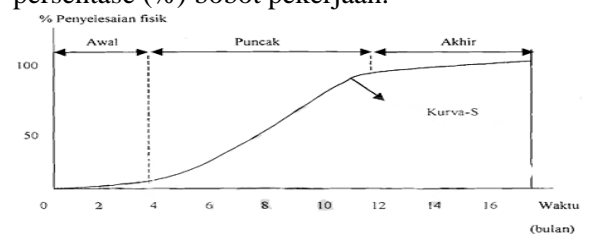
Diagram Batang (Gantt Chart) Gantt chart merupakan diagram perencanaan berbentuk batang/balok yang digunakan untuk penjadwalan sumber daya dan alokasi waktu yang dapat membantu penggunaannya untuk memastikan bahwa semua kegiatan telah direncanakan, urutan kinerja telah diperhitungkan, perkiraan waktu kegiatan telah tercatat dan keseluruhan waktu proyek telah dibuat (Heizer & Render, 2006). Dalam gantt chart terdapat bobot pekerjaan tiap kegiatan menurut Bachtiar Ibrahim (1993) yang dapat dihitung dengan rumus :

$$WF = \frac{\text{Anggaran tiap pekerjaan}}{\text{Total anggaran}} \times 100\%$$

WF = Persentase Bobot Pekerjaan

### Kurva-S (Curve-S)

Kurva-S adalah pengembangan dan penggabungan dari diagram batang dan Hannum Curve. Kurva-S digunakan untuk mengungkapkan dan menggambarkan nilai-nilai kuantitas dalam hubungan dengan waktu. Kurva-S menggambarkan secara kumulatif kemajuan pelaksanaan proyek, kriteria atau ukuran kemajuan proyek yang dapat berupa bobot presentasi pelaksanaan proyek, nilai uang yang dikeluarkan, jumlah kuantitas atau volume pekerjaan, penggunaan sumber daya, waktu pelaksanaan kegiatan dan lainnya. Sumbu-x pada kurva menunjukkan parameter waktu sedangkan sumbu-y menunjukkan nilai kumulatif persentase (%) bobot pekerjaan.



Gambar 1. Kurva-S

### Jaringan Kerja (Network Planning)

Jaringan kerja (network planning) adalah suatu metode yang banyak digunakan dalam penyelenggaraan proyek, yang produknya berupa informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang ada dalam diagram jaringan kerja tersebut. Dengan perencanaan jaringan kerja dapat dilakukan analisa terhadap jadwal waktu penyelesaian proyek, probabilitas penyelesaian proyek, masalah yang timbul selama pekerjaan proyek yang mengakibatkan keterlambatan, serta biaya yang diperlukan untuk mempercepat penyelesaian proyek. (Herjanto, 2007). Dalam menentukan penjadwalan kurun waktu atau durasi suatu kegiatan dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kurun Waktu} = \frac{\text{Jam-Orang penyelesaian pekerjaan}}{\text{Jumlah Tenaga Kerja}}$$

Crashing adalah suatu proses yang disengaja, sistematis dan analitik untuk mempercepat penyelesaian proyek dengan cara menganalisa seluruh kegiatan yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis (Ervianto, 2005).

$$\text{Crash Duration} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Harian (crashing)}}$$

Proses mempercepat kurun waktu disebut dengan crash program. Proses Crashing harus mempertimbangkan systematic analytical process termasuk pengujian dari seluruh kegiatan, khususnya kegiatan yang berada pada lintasan kritis. Pada Crashing project, biaya sebagai variabel, sedangkan besarnya durasi sesuai dengan durasi yang dihitung untuk mereduksi durasi proyek. Terdapat 4 faktor yang dapat dioptimalkan untuk melaksanakan percepatan pada suatu proyek yaitu (Frederika, 2010) :

1. Penambahan jumlah tenaga kerja.
2. Penjadwalan kerja lembur.
3. Penambahan atau penggantian peralatan yang lebih produktif.
4. Mengubah metode konstruksi di lapangan.

Produktivitas tenaga kerja adalah besarnya kuantitas pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh seorang tenaga kerja setiap harinya (Cornelia, 2003). John Soeprihanto

berpendapat bahwa produktivitas adalah perbandingan antara hasil-hasil yang dicapai dengan keseluruhan sumber daya yang dipengaruhi atau perbandingan jumlah produksi (output) dengan sumber daya yang digunakan (input) (Setiawan, 2012).

$$\text{Produktivitas tenaga kerja} = \frac{1}{\text{koefisien tenaga kerja}}$$

Terdapat persamaan yang menyatakan produktivitas tenaga kerja menurut Cornelia (2003), yaitu :

$$\text{Produktivitas tenaga kerja} = \frac{V}{T \times n}$$

Dimana :

- V = Kuantitas pekerjaan
- T = Durasi pekerjaan
- n = Jumlah tenaga kerja yang digunakan

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

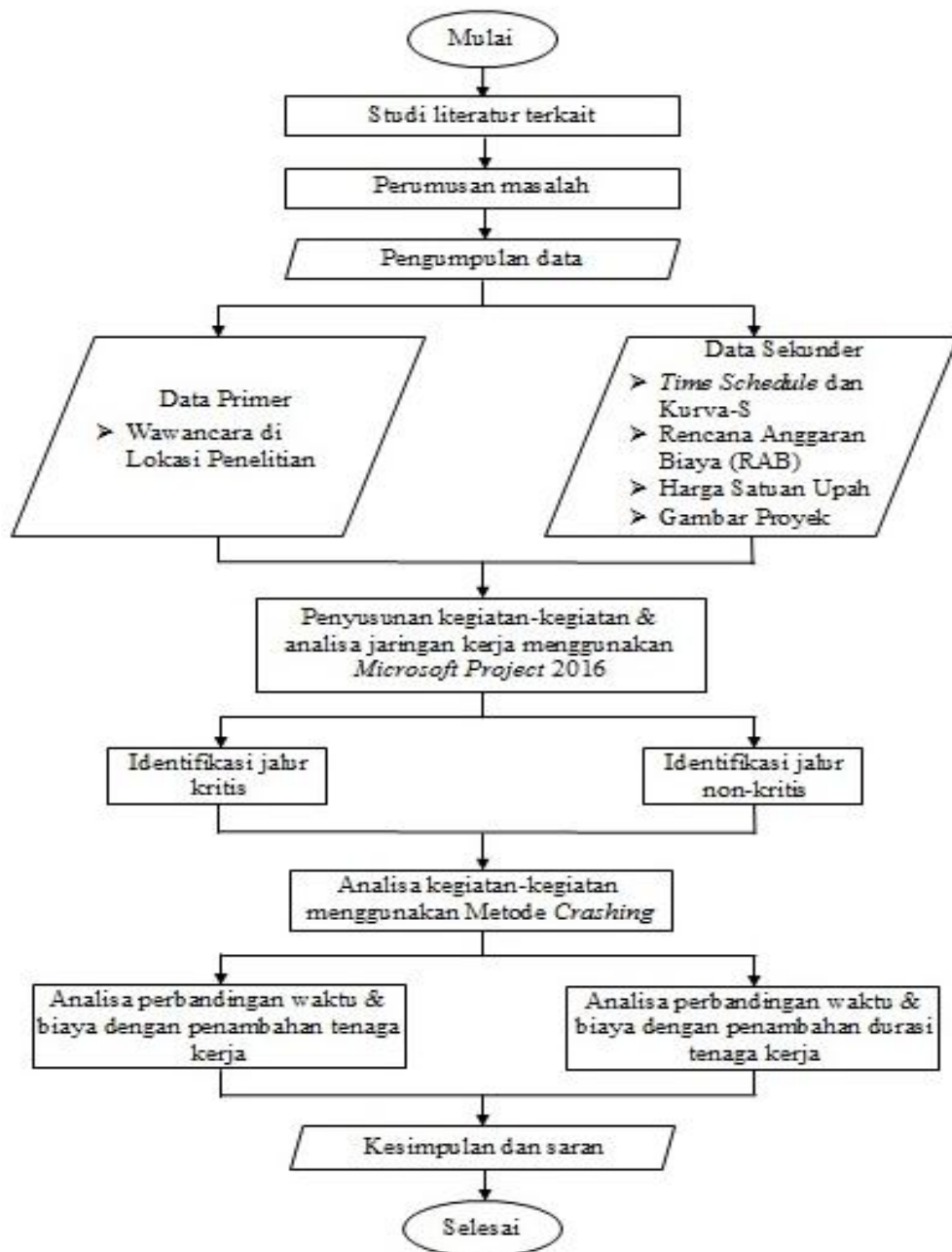
Penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data primer yaitu, yang diperoleh dengan wawancara untuk mendapatkan penyebab keterlambatan dan perubahan-perubahan yang mungkin terjadi selama pekerjaan. Serta mengumpulkan data sekunder yakni data yang diambil adalah data-data proyek, jurnal penelitian terdahulu dan buku-buku literatur berupa teori, konsep dasar, informasi, atau metode-metode yang akan mendukung penulisan tugas akhir ini. Pengumpulan data-data proyek yang diperlukan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Time Schedule dan Kurva-S
2. Harga Satuan Upah
3. Rencana Anggaran Biaya (RAB)
4. Gambar Proyek
5. Tahapan Analisa Data

Adapun tahapan-tahapan yang perlu dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data sekunder.
2. Penyusunan jaringan kerja.

3. Menganalisa kebutuhan tenaga kerja secara normal sehingga diperoleh total harga upah tenaga kerja.
4. Menganalisa produktivitas tenaga kerja secara normal.
5. Menerapkan metode Crashing dengan menghitung crash cost dan crash duration menggunakan alternatif penambahan tenaga kerja (15% dari jumlah tenaga kerja) dan durasi kerja (lembur) selama 2 jam.
6. Membandingkan waktu dan biaya pelaksanaan proyek sebelum dan sesudah Crashing untuk mengetahui alternatif yang lebih ekonomis.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

#### 4. PEMBAHASAN

Analisa Produktivitas Tenaga Kerja (Resource) Produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan lantai kerja beton mutu  $f_c = 9,8$  Mpa (K 125).

$$\begin{aligned}
 \text{a. Pekerja} &= \frac{10,92}{6 \times 18} \\
 &= 0,101 \text{ m}^3/\text{hari/orang} \\
 \text{b. Tukang batu} &= \frac{10,92}{6 \times 3} \\
 &= 0,607 \text{ m}^3/\text{hari/orang} \\
 \text{c. Kepala tukang} &= \frac{10,92}{6 \times 1} \\
 &= 1,820 \text{ m}^3/\text{hari/orang} \\
 \text{d. Mandor} &= \frac{10,92}{6 \times 1} \\
 &= 1,820 \text{ m}^3/\text{hari/orang}
 \end{aligned}$$

Analisa Penambahan Tenaga Kerja Penambahan jumlah tenaga dilakukan dengan menambah 15% dari total tenaga kerja. Berikut adalah penambahan jumlah tenaga kerja pada pekerjaan lantai kerja beton mutu  $f_c = 9,8$  Mpa (K 125):

$$\begin{aligned}
 \text{a. Pekerja} &= 18 + (18 \times 15\%) \\
 &= 18 + 3 \\
 &= 21 \\
 \text{b. Tukang batu} &= 3 + (3 \times 15\%) \\
 &= 3 + 1 \\
 &= 4 \\
 \text{c. Kepala tukang} &= 1 + (1 \times 15\%) \\
 &= 2 \\
 \text{d. Mandor} &= 1 + (1 \times 15\%) \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

Berikut perhitungan durasi setelah penambahan tenaga kerja pada pekerjaan lantai kerja beton mutu  $f_c = 9,8$  Mpa (K 125) :

$$\begin{aligned}
 \text{a. Pekerja} &= \frac{10,92}{0,101 \times 21} = 5 \\
 \text{b. Tukang Batu} &= \frac{10,92}{0,607 \times 4} = 5 \\
 \text{c. Kepala Tukang} &= \frac{10,92}{1,820 \times 2} = 5 \\
 \text{d. Mandor} &= \frac{10,92}{1,820 \times 2} = 5
 \end{aligned}$$

Berikut perhitungan upah setelah dilakukan penambahan tenaga kerja pada pekerjaan lantai kerja beton mutu  $f_c = 9,8$  Mpa (K 125) :

$$\begin{aligned}
 \text{a. Pekerja} &= 21 \times \text{Rp. } 80.200,00 \\
 &= \text{Rp. } 1.684.200,00 \\
 \text{b. Tukang} &= 4 \times \text{Rp. } 112.200,00 \\
 &= \text{Rp. } 448.800,00 \\
 \text{c. Kepala Tukang} &= 2 \times \text{Rp. } 140.300,00 \\
 &= \text{Rp. } 280.600,00 \\
 \text{d. Mandor} &= 2 \times \text{Rp. } 104.200,00 \\
 &= \text{Rp. } 208.400,00
 \end{aligned}$$

$$\text{Total Cost} = \text{Rp. } 2.622.000,00$$

Analisa Percepatan Durasi Proyek dan Upah tenaga Kerja dengan Shift Kerja Produktivitas masing-masing tenaga kerja per hari sudah diketahui dari analisis sebelumnya dengan durasi jam kerja normal adalah delapan jam/hari. Dalam penelitian ini koefisien produktivitas tenaga kerja pada sistem shift diambil angka 11% dari 11%-17% dan upah tenaga kerja shift malam akan ditambah 15 % dari upah normal.

Menentukan percepatan dengan *shift* kerja pada pekerjaan lantai kerja beton mutu  $f_c = 9,8$  Mpa (K 125).

Menentukan produktivitas tenaga kerja dengan sistem *shift* kerja.

$$\text{Produktivitas tenaga kerja shift} = \text{prod. kerja normal} + (\text{prod. kerja normal} - \text{prod. kerja normal} \times 11\%)$$

$$\text{Pekerja} = 0,101 + (0,101 - (0,101 \times 11\%)) = 0,191 \text{ m}^3/\text{hari/orang}$$

$$\text{Tukang Batu} = 0,607 + (0,607 - (0,607 \times 11\%)) = 1,147 \text{ m}^3/\text{hari/orang}$$

$$\text{Kepala Tukang} = 1,820 + (1,820 - (1,820 \times 11\%)) = 3,440 \text{ m}^3/\text{hari/orang}$$

$$\text{Mandor} = 1,820 + (1,820 - (1,820 \times 11\%)) \\ = 3,440 \text{ m}^3/\text{hari/orang}$$

**Menentukan durasi kerja**

$$\text{Durasi pekerjaan crashing} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Prod. tenaga kerja shift} \times \text{jumlah tenaga kerja}}$$

<b>Pekerja</b>	=	$\frac{10,92}{0,191 \times 18}$	=	3.,175 hari	} <b>4 hari</b>
<b>Tukang Batu</b>	=	$\frac{10,92}{1.147 \times 3}$	=	3.,175 hari	
<b>Kepala Tukang</b>	=	$\frac{10,92}{3,440 \times 1}$	=	3.,175 hari	
<b>Mandor</b>	=	$\frac{10,92}{3,440 \times 1}$	=	3.,175 hari	

**5. PENUTUP**

**1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan pada bab 4, maka dalam penelitian ini diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut :

1. Total upah tenaga kerja dalam kondisi normal sebesar Rp. 96.074.700,00 dengan durasi pelaksanaan pekerjaan bangunan proyek selama 66 hari kerja. Sedangkan dengan penggunaan shift kerja total upah tenaga kerja menjadi Rp. 139.966.209,00 dengan durasi pelaksanaan selama 41 hari kerja.
2. Penggunaan shift kerja dapat mempersingkat durasi pelaksanaan proyek sebesar 25 hari kerja dengan penambahan biaya sebesar Rp. 43.891.509,00.
3. Apabila waktu dipersingkat, maka biaya yang dibutuhkan juga akan meningkat dari biaya normal.

**2. Saran**

1. Objek penelitian ini yaitu proyek pembangunan gedung. Maka dapat dicoba pada proyek pembangunan jalan, jembatan, bendung serta pembangunan lainnya.

Penelitian pada proyek Aula Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman ini hanya berfokus pada pekerjaan bangunan yang di rencanakan selesai dalam kurun waktu normal 66 hari kerja dengan upah tenaga kerja sebesar Rp. 96.074.700,00.

Pada penelitian ini, dilakukannya proses crashing untuk mempercepat penyelesaian proyek yang berfokus pada jalur kritis dengan alternatif shift kerja. Hasil dari proses percepatan bangunan menunjukkan bahwa durasi percepatan menjadi 41 hari kerja atau 37,9% lebih cepat dari durasi normal dengan upah tenaga kerja sebesar Rp. 139.966.209,00.

**Tabel perbandingan sebelum dan sesudah Crashing**

Uraian	Durasi (hari)	Upah Tenaga Kerja	Selisih
Pekerjaan Normal	66	Rp. 96.074.700	
Alternatif Shift kerja	41	Rp. 139.966.209	Rp. 43.891.509

Sehingga jika digunakan alternatif shift kerja maka akan mempersingkat waktu sebesar 25 hari kerja dengan kenaikan biaya sebesar Rp. 43.891.509,00.

2. Metode percepatan menggunakan metode shift kerja. Maka dapat dicoba dengan menggunakan metode lainnya seperti penambahan material/peralatan, jam lembur dan lainnya.

### Daftar Pustaka

- Adi, Traulina, Wibowo. 2016. *Analisa Percepatan Proyek Metode Crash Program (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Mixed Use Sentraland)*. Jurnal Karya Teknik Sipil Vol. 5, No. 2.
- A.Z, Zainal. 2005. *Analisis Bangunan Menghitung Anggaran Biaya Bangunan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Ahuja, H. N., Dozzi, S. P., and Abour, S. M. 1994. *Project Management : Technique in Planning and Controlling Construction Project - 2nd Ed.* John Wiley & Sons, Inc, Canada.
- Cornelia, B. 2003. *Analisa Produktivitas Tenaga Kerja dalam Kaitannya Terhadap Waktu dan Pelaksanaan Proyek Konstruksi*. Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana. Denpasar.
- Dimiyati, Tjutju Tarliah & Ahmad Dimiyati. 2011. *Operations Research : Model Pengambilan Keputusan*. Bandung : Sinar Baru Algesindo.
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. *Manajemen Proyek & Konstruksi – Jilid I*. Yogyakarta: Kanisius.
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. *Manajemen Proyek & Konstruksi – Jilid II*. Yogyakarta: Kanisius.
- Dimiyati, H., & Nurjaman, K. 2014. *Manajemen Proyek*. Bandung: CV Pustaka Setia.
- Herjanto, Eddy. 2006. *Manajemen Operasi - Edisi ketiga*. Jakarta: GRASINDO.
- Ervianto, I.W. 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi*. Yogyakarta: Andi.
- Frederika, Ariany. 2010. *Analisa Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi*. Jurnal, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Denpasar.
- Gray, C.F dan Larson E.W. 2000. *Project Management - First Edition*. Bosyo: Irwin McGraw-Hill.
- Heizer, J. dan Render, B. 2006. *Manajemen Operasi, Edisi 7*. Jakarta: Salemba Empat.
- Kerzner, H. 2006. *Project Management: A system Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*, John and Wiley. Inc. Ninth Edition, New Jersey.
- Letouze, Emmanuel, dkk. 2009. Revisiting the Migration-development Nexus: a Gravity Model Approach. *Human Development Research Paper Volume 44*. United Nations Development Programme.
- Malik, Alfian. 2010. *Pengantar Bisnis Jasa Pelaksana Konstruksi*. Yogyakarta: Andi.
- Munandar, M. 2000. *Budgeting: Perencanaan Kerja, Pengkoordinasian Kerja, Pengawasan Kerja*. Cetakan Ketigabelas. Yogyakarta: BPFE.

- Mora, Li. 2001. *Penerapan Manajemen Proyek di Bidang Konstruksi*. Jakarta: Erlangga.
- Ningrum, Hartono, Sugiyarto. 2017. *Penerapan Metode Crashing dalam Percepatan Durasi Proyek dengan Alternatif Penambahan Jam Lembur dan Shift Kerja (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Hotel Grad Keisha, Yogyakarta)*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 8, No.3.
- Onibala, Tjakra, Pratisis. 2018. *Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Crash*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 16, No. 69.
- Proboyo, B. 1999. *Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek: Klasifikasi dan Peringkat dari Penyebab-Penyebabnya*, Volume 1 no.1 :49-58, Dimensi Teknik Sipil, Universitas Petra Surabaya.
- Soeharto, Imam. 1999. *Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Soedrajat. 1984. *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova.
- Suherman dan Amalina Ilma. 2016. *Analisa Penjadwalan Proyek Menggunakan PDM dan PERT serta Crash Project*. Vol. 2, No. 1. Kupang.
- Tjaturono. 2004. *Penerapan Produktivitas Tenaga Kerja Aktual dan modifikasi Penjadwalan dengan Metode Fast Track untuk Mereduksi Biaya dan Waktu Pembangunan Perumahan*, Makalah Seminar REI Jatim, 16 Desember 2004, Hotel Sangri-La, Surabaya.
- Wibowo. 2007. *Manajemen Kinerja*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Parsada.
- Zainal, A. Z. 2005. *Membangun Rumah Rencana dan Bahan-Bahan yang Dipakai*. Malang: Gramedia Pustaka Utama.