

# PENGENDALIAN PROYEK MENGGUNAKAN CPM DENGAN *CRASHING* PROGRAM PADA PROYEK APARTEMEN *KLASKA RESIDENCE*

**Pebru Dwijayanto**

Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

E-mail: [pebrudwijayanto@gmail.com](mailto:pebrudwijayanto@gmail.com)

**Hanie Teki Tjendani**

Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

E-mail: [hanie\\_tekitjendani@yahoo.com](mailto:hanie_tekitjendani@yahoo.com)

## **Abstrak**

Keterlambatan suatu proyek sangatlah erat hubungannya dengan waktu dan biaya. Karena semakin lama durasi suatu proyek maka biaya pada proyek tersebut juga bertambah. Proyek apartemen *Klaska Residence* ini mengalami keterlambatan pada pekerjaan strukturnya sehingga *master schedule* mengalami perubahan beberapa kali.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan percepatan waktu agar tidak terlampau jauh dari rencana awal dan menganalisa biaya terhadap percepatan yang diperoleh pada pekerjaan struktur. Metode yang digunakan ialah *critical path method* (CPM) untuk menentukan lintasan kritis pada pekerjaan struktur dan *crashing program* dengan menambah jam kerja pada pekerjaan yang dipercepat. Percepatan dilakukan pada pekerjaan yang berada pada lintasan kritis sehingga didapatkan percepatan waktu sebesar 42 hari lebih cepat dari rencana awal yaitu 542 hari namun bisa dipercepat sebesar 500 hari. Dari hasil percepatan maka didapatkan penambahan biaya dari penambahan waktu kerja atau lembur sebesar 1,6% dari biaya awal sebesar Rp. 146,981,895,144 dan penambahan biaya lembur sebesar Rp. 2,347,153,493. Sehingga total percepatan pada pekerjaan struktur sebesar Rp. 149,329,048,636.

**Kata Kunci:** *CPM, Crashing Program, Microsoft Project, Percepatan waktu.*

## **Abstract**

*Delay of a project is closely related to time and cost. Because the longer the duration of a project, the cost of the project also increases. The Apartment project Klaska Residence experienced delays in the structural work so that the master schedule was changed several times.*

*This study aims to accelerate the time so that it is not too far from the initial plan and analyze the cost of the acceleration obtained in structural work. The method used is the critical path method (CPM) to determine the critical path for structural work and program crashing by adding working hours to accelerated work. Acceleration is carried out on work that is on a critical trajectory so that the acceleration time is 42 days faster than the initial plan, which is 542 days but can be accelerated by 500 days. From the acceleration results, it is found that the additional cost of additional working time or overtime is 1.6% from the initial cost of Rp. 146,981,895,144 and additional overtime costs of Rp. 2,347,153,493. So that the total acceleration of structural work is Rp. 149,329,048,636.*

**Keywords:** *CPM, Crashing Program, Microsoft Project, Time Acceleration.*

## 1. PENDAHULUAN

Konstruksi ialah suatu kegiatan untuk membangun sarana dan prasarana, digunakan untuk suatu kegiatan manusia yang mempunyai rencana biaya dan waktu yang telah ditentukan sejak awal. Proyek adalah suatu kegiatan yang dilakukan dengan waktu dan sumber daya terbatas dengan hasil akhir yang ditentukan, dengan dibatasi anggaran, jadwal dan mutu [1]. Dalam suatu proyek tentunya tidak semua kegiatan berjalan dengan lancar, bisa jadi proyek tersebut mengalami keterlambatan dalam pelaksanaannya sehingga perlu adanya manajemen konstruksi yang tepat sehingga proyek tersebut tidak mengalami keterlambatan. Manajemen proyek ialah ilmu dan seni yang berkaitan dengan memimpin guna mencapai sasaran mutu yang telah ditetapkan [2]. Karena jika semakin lama proyek tersebut berjalan maka biaya yang dikeluarkan juga semakin banyak. Penelitian ini dilakukan pada proyek apartemen *Klaska Residence* yang dimana proyek tersebut mengalami keterlambatan pada pekerjaan strukturnya sehingga perlu dilakukan percepatan durasi pekerjaan supaya tidak terlampaui jauh dari rencana awal. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan durasi waktu yang telah dipercepat dan menghitung jumlah biaya percepatan dari durasi waktu yang telah dipercepat waktunya.

Penelitian ini juga menggunakan referensi dari berbagai macam sumber yang relevan dan terpercaya. Yang bisa digunakan sebagai acuan dalam pembuatan penelitian ini. Dengan judul tugas akhir “pengendalian proyek menggunakan critical path method (CPM) dengan *crashing program* pada proyek apartemen *klaska residence*”





Mia Maishita (Universitas Mercu Buana Jakarta,2015) dengan judul “Optimisasi pelaksanaan proyek pembangunan rumah tinggal pantai mutiara dengan menggunakan metode cpm dan *crashing program* pada PT. Cipta Buana Indonesia” Metode yang digunakan pada penelitian ini ialah CPM dan *Crashing program*. Keterlambatan proyek sebesar 20%, bisa diatasi dengan cara *crashing program* dan *critical path method* (CPM). Dengan penambahan 4 jam kerja dan pekerja [3].

Alfianti Erika (Universitas Bhayangkara Surabaya,2019) “Optimalisasi Waktu dan Biaya Pada Proyek Pembangunan Gedung Rawat Inap Puskesmas Wonoayu Sidoarjo Dengan Menggunakan Metode CPM (*Critical Path Method*)”. Dari hasil penelitian didapat. Penjadwalan ulang pada proyek ini dengan menggunakan metode CPM didapatkan waktu 4 hari lebih cepat dengan biaya sebesar Rp.4.595.760.643. dengan biaya sebesar Rp. 4,592,711,709,00,- dari penjadwalan yang direncanakan adalah Rp.5,955,760,643 [4].

Agung Hardianto (Universitas Muhammadiyah Surakarta,2015) “Analisa Pengendalian Manajemen Waktu dan Biaya Proyek Pembangunan Hotel Dengan *Network CPM* Studi Kasus Batiqa Hotel Palembang” Keterlambatan proyek pada minggu ke-36 dan ke-64 bisa diatasi dengan melakukan *rescheduling* dengan metode CPM dengan biaya sebesar Rp.4.927.658 dengan waktu optimal 18 minggu pelaksanaan pekerjaan [5].

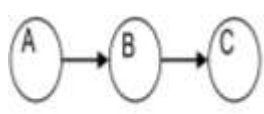
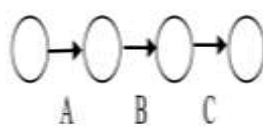
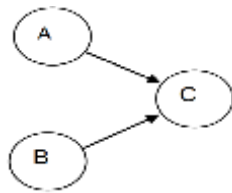
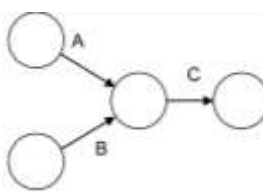
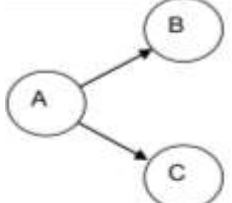
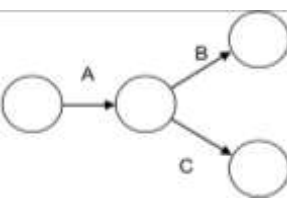
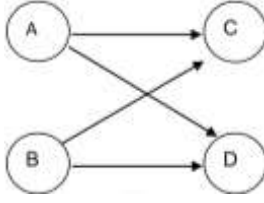
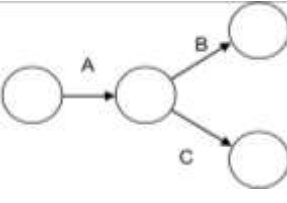
Durasi proyek adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek [6]. *Network planning* adalah suatu alat yang digunakan untuk merencanakan, menjadwalkan, dan mengawasi kemajuan dari suatu proyek [7]

*Network planning* adalah menggambarkan suatu *network* [8].

- a.  (anak panah/ busur), melambangkan kegiatan.
- b.  lingkaran kecil/node), Simbol lingkaran menunjukkan suatu kejadian (*event*).
- c.  (panah terputus-putus), melambangkan kegiatan semu (*dummy activity*).
- d.  (anak panah tebal), kegiatan itu termasuk kedalam lintasan kritis.

Terdapat 2 pendekatan untuk menggambarkan jaringan kerja proyek, yaitu *Activity On Node* (AON) yaitu kegiatan pada titik dan *Activity On Arrow* (AOA) yaitu kegiatan pada panah [9]. Kebanyakan manager proyek memilih kegiatan *activity on node* (AON) karena tidak membutuhkan penggunaan kegiatan *dummy* [10].

**Tabel 2.1** Perbandingan dua pendekatan yang menggambarkan jaringan kerja

	Kegiatan pada titik AON	Arti kegiatan	Kegiatan pada AOA
a		A sebelum B , B sebelum C	
b		Kegiatan A dan B harus selesai sebelum kegiatan C dimulai	
c		Sebelum B dan C dimulai A harus selesai dulu	
d		C dan D tidak bisa dimulai hingga A dan keduanya selesai	

Sumber: Jay Heizer dan Barry Render, 2005

*Critical Path Method* adalah salah satu metode analisis yang berbasis algoritma yang digunakan untuk penjadwalan serangkaian proses kegiatan. Hal ini penting karena CPM merupakan alat penting untuk manajemen proyek yang efektif [11].

Kegunaan jalur kritis ialah mengenali pekerjaan yg mempunyai *sensitive* tinggi terhadap keterlambatan penyelesaian proyek. Apabila suatu pekerjaan yang terlambat maka akan mempengaruhi keterlambatan proyek tersebut [12].

Langkah-langkah pembuatan CPM (*Critical Path Method*) [13] adalah :

- a. Pahami urutan (*sequence*) dari masing-masing kegiatan atau
- b. Rangkaian satu jaringan aturan atau persyaratan seperti yang telah dijelaskan.
- c. Ingat kegiatan mana yang harus mendahului kegiatan lain dan mana yang merupakan lanjutan dari kegiatan sebelumnya.
- d. Kalau jumlah macam kegiatan atau *work items*-nya sedemikian banyak jumlahnya sampai ratusan, maka untuk memudahkan penyusunan CPM bisa dikerjakan dengan mengikuti urutan pekerjaan dari masing-masing kelompok pekerjaannya (*work item group*).
- e. CPM dari *work item group* yang sudah jadixdigabungkan dengan CPM detail *work items* yang juga dibuat tersendiri.

Untuk bisa mengetahui kapan proyek dapat diselesaikan dalam menganalisa proyek tersebut. Terdapat istilah dalam hitungan waktu [14].

- a. *Early Start* (ES) : Menunjukkan kegiatan paling awal.
- b. *Early Finish* (EF) : kegiatan dengan waktu tercepat dalam penyelesaian.
- c. *Late Start* (LS) : Menunjukkan kegiatan dengan waktu lambat bisa dimulai.
- d. *Late Finish* (LF) : Menunjukkan kegiatan dengan waktu lambat harus selesai.

*Crashing program* ialah metode yang digunakan dalam penelitian ini gunakan guna untuk mempercepat durasi pekerjaan dengan melakukan penambahan alat, pekerja, dan juga jam kerja atau lembur. Pada penelitian ini percepatan dilakukan dengan menambah jam kerja pada pekerjaan yang berada pada lintasan kritis.

Mempercepat durasi pekerjaan dapat mengurangi durasi pekerjaan dengan biaya yang tidak terlalu mahal [15].

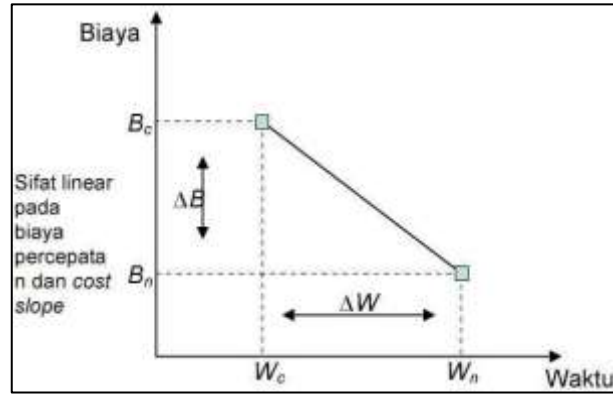
Definisi-definisi yang dibutuhkan untuk menganalisis lebih lanjut percepatan yang dikemukakan oleh [16].

- a. Kurun waktu normal
- b. Biaya normal
- c. Kurun waktu dipersingkat (*Crash time*)

Teknik CPM untuk *crash* kegiatan sewaktu meminimalkan biaya sebagai berikut [17].

- a. Identifikasi kegiatan di lintasan kritis dengan minimum biaya waktu *crash* per unit waktu.
- b. *Crash* kegiatan yang diidentifikasi dilangkah pertama.
- c. Memastikan kembali jaringan kerja dan tentukan lintasan kritis.
- d. Ulangi langkah satu sampai dengan tiga hingga semua kegiatan kritis *dicrash*.

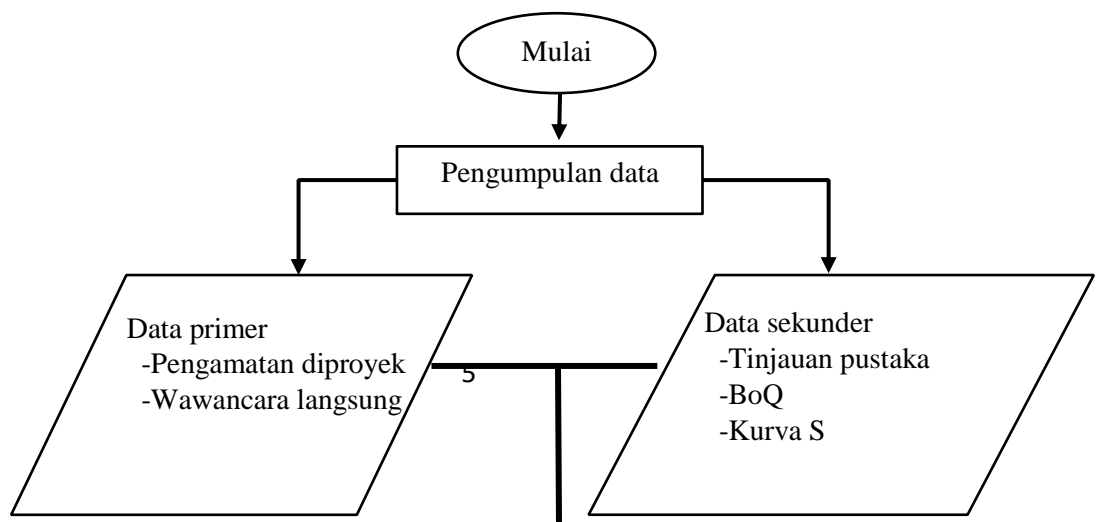
Terdapat 2 kondisi yang diobservasi pada CPM, permodelan CPM terdapat empat macam parameter yaitu waktu normal, biaya normal, waktu cepat, dan biaya cepat [17].



**Gambar 2.1** Empat parameter model CPM

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini akan ditampilkan di flowchart dibawah ini :



a) Gambaran Umum Objek Penelitian

Objek penelitian ini ialah pada proyek Apartemen *Klaska Residence* yang berlokasi di Jl. Jagir Wonokromo no.100 Surabaya. PT Duta Pertiwi *member of* Sinar Mas Land selaku pemilik proyek ini, tentunya juga dengan adanya dukungan dari Konsultan arsitektur yaitu PT.Arimas Asri , Konsultan struktur oleh PT.Stadin dan untuk konsultan M.E.P oleh PT.Pasada yang dimana PT.Estimatika sebagai *Quantity Surveyor*. Dan pelaksanakaa proyek pembangunan Apartemen *Klaska Residence* ini dilakukan oleh PT. Mitra Langgeng Jaya Konstruksi selaku kontraktor pelaksana.

Proyek apartemen *Klaska Residence* ini memiliki tinggi bangunan kurang lebih 144 m dimana pada apartemen ini terdiri dari 1 basement, 1 lantai podium (*ground floor*) 5 lantai parkir 36 lantai tower dan 1 lantai atap.

b) Pengumpulan Data

- ❖ Data Primer yaitu dilakukan dengan melakukan pengamatan secara di lingkungan proyek guna mengetahui urutan pekerjaan yang ada pada proyek tersebut.
- ❖ Data Sekunder yaitu dengan melakukan tinjauan pustaka dari sumber lain yang berkaitan dengan penelitian ini, mdan juga data yang didapatkan dari proyek berupa Boq dan Kurva S dari proyek apartemen Klaska Residence.

c) Durasi Pekerjaan Struktur

Pengertian durasi pekerjaan adalah total waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan suatu kegiatan yang ada pada proyek dengan sumber daya manusia yang telah ditentukan. Untuk memperoleh durasi pekerjaan pada proyek adalah sebagai berikut.

$$Durasi = \frac{\text{koefisien pekerjaan terbesar} \times \text{Volume pekerjaan}}{\text{Jumlah pekerjaan dengan koefisien terbesar}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Sedangkan untuk rumus mencari total sumber daya manusia adalah sebagai berikut.

$$Jumlah\ SDM = \frac{\text{Koefisien SDM yang diperlukan} \times \text{Volume pekerjaan}}{\text{Durasi suatu pekerjaan}} \dots\dots\dots(2.2)$$

d) Menentukan Gambar Jaringan Kerja (Network)

Pada penelitian ini sebelum melakukan percepatan langkah pertama yang harus dilakukan ialah dengan membuat jaringan kerjanya terlebih dahulu sebelum menentukan lintasan kritis. Jaringan kerja dibuat dengan menggunakan alat bantu berupa *software microsoft project* guna untuk memperoleh lintasan kritis pada proyek apartemen *Klaska Residence*.

e) Percepatan waktu (*Crashing*)

Permasalahan yang terjadi pada proyek apartemen Klaska Residence ini ialah dimana perbedaan umur proyek pada pelaksanaan proyek dan rencana proyek yang telah disepakati bersama. Ketika mempercepat durasi waktu, maka sumber daya akan bertamabh oleh karena itu pada penelitian ini menggunakan crashing pada semua pekerjaan yang berada pada lintasan kritis. Sehingga bisa didapatkan total percepatan durasi yang diinginkan agar proyek tidak mengalami keterlambatan pada durasi waktu yang terlalu jauh dari rencana awal. Pada penelitian ini percepatan dilakukan dengan menambah jam kerja. Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung penambahan biaya yang telah dipercepat waktunya.

- ❖ Mengetahui bobot pekerjaan yang dicari :

$$Bobot\ Kerja = \frac{\text{Nilai biaya pekerjaan yang dicari}}{\text{Total biaya pekerjaan normal}} \dots\dots\dots(2.3)$$

- ❖ Durasi waktu percepatan
- ❖ Mengetahui nilai volume pekerjaan per hari

$$\frac{\text{Bobot kerja}}{\text{Durasi normal pekerjaan yang dicari}} \dots\dots\dots(2.4)$$

- ❖ Mengetahui volume pekerjaan per hari yang telah dipercepat

$$\frac{\text{Bobot kerja}}{\text{Durasi dipercepat pekerjaan yang dicari}} \dots\dots\dots(2.5)$$

- ❖ Menghitung tambahan waktu lembur

$$\frac{\text{Volume pekerjaan dipercepat} - \text{Volume pekerjaan Normal}}{\text{Volume pekerjaan Normal}} \times 8 \text{ jam} \dots\dots\dots(2.6)$$

Note :

8 jam ialah durasi pekerjaan yang ada pada proyek dalam sehari

- ❖ Biaya upah lembur mandor, kepala tukang, tukang, dan pekerja

$$\text{Jumlah pekerja} \times \text{Tambahan waktu lembur} \times \text{Biaya per jam}$$

Setelah didapat biaya lemburnya perjam maka langkah selanjutnya dikalikan dengan durasi waktu yang telah dipercepat.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Jaringan Kerja (*Network*)

Pembuatan jaringan kerja adalah dengan pembentukan rincian setiap pekerjaan yang ada pada proyek pembangunan apartemen *Klaska Residence*.

**Tabel 3.1** Tabel untuk membuat jaringan kerja

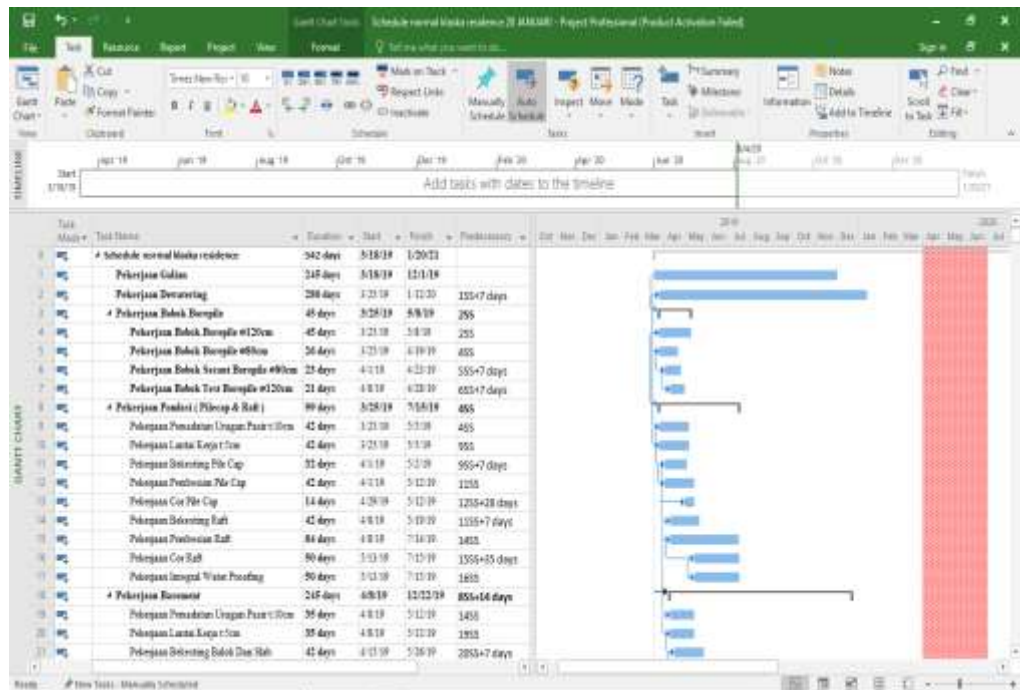
Kode	Jenis Pekerjaan	Durasi (hari)	Predecessor
A	Pekerjaan Galian Tanah	245	-



B	Pekerjaan Dewatering	280	A
	Pekerjaan Bobok Borepile		
C	Pekerjaan Bobok Borepile $\varnothing$ 120cm	45	B
D	Pekerjaan Bobok Borepile $\varnothing$ 80cm	26	C
E	Pekerjaan Bobok Secant Borepile $\varnothing$ 80cm	23	D
F	Pekerjaan Bobok Test Borepile $\varnothing$ 120cm	21	E
	Pekerjaan Pondasi ( Pilecap & Raft )		
G	Pekerjaan Pemadatan Urugan Pasir t:10cm	42	C
H	Pekerjaan Lantai Kerja t:5cm	42	G
I	Pekerjaan Bekesting Pile Cap	32	G

Sumber: Hasil olahan peneliti

Setelah dibuat rincian pekerjaan maka langkah selanjutnya ialah membuat *diagram network* dengan menggunakan *software microsoft project*.



**Gambar 3.1** Pengolahan data dalam bentuk *ganttt chart* di *microsoft project*

Setelah memasukan data pada *microsoft project* maka langkah selanjutnya ialah merubahnya dari *ganttt chart* menjadi *diagram network* sehingga didapatkan lintasan kritis sebagai berikut:



**Gambar 3.2** Gambar hasil dari pengolahan *microsoft project*

### 3.2 Percepatan Waktu

Setelah didapatkan lintasan kritis maka langkah selanjutnya ialah melakukan percepatan pada semua pekerjaan yang berada pada lintasan kritis agar bisa didapatkan percepatan waktu yang bisa memperpendek durasi pengerjaan proyek pembangunan apartemen *Klaska Residence*. Dalam penelitian ini untuk percepatan waktu dilakukan dengan penambahan jam kerja atau lembur pada pekerjaan struktur.

Waktu normal jam kerja pada proyek apartemen *Klaska Residence* ialah dimulai dari jam 08:00–12:00 dan dilanjutkan lagi mulai dari jam 13:00–17:00, untuk waktu istirahat tidak diperhitungkan sehingga waktu normal pekerjaan ialah 8 jam kerja perhari. Untuk standar tarif upah ialah :

- Jika lembur dilakukan kurang dari 6 jam maka upah lembur dikali dengan standar per jam pada proyek.
- Jika lembur dilakukan lebih dari 6 jam maka upah lembur dikali dengan 2 kali upah standar per hari pada proyek tersebut.

Berikut adalah sebagian perhitungan percepatan waktu:

**a. Pekerjaan galian tanah**

$$\text{Bobot Kerja} = \frac{\text{Rp. 8,549,533,591}}{\text{Rp. 146,981,895,144}} = 0.058$$

Waktu normal	= 245 hari
Waktu dipercepat	= 75 hari
Waktu setelah dipercepat	= 245 - 75 = 170 hari
Volume pek.normal perhari	= $\frac{0.058}{245} = 0.0002$
Volume setelah dipercepat	= $\frac{0.058}{170} = 0.0003$
Tambahan waktu lembur	= $\frac{0.0003-0.0002}{0.0002} \times 8 = 3.529 \text{ jam } (\infty 4\text{jam})$

Upah lembur :

Mandor	= 1 x 3.529 x Rp. 12,500.00	= Rp. 44,117.65
Kepala tukang	= 0 x 3.529 x Rp. 9,375.00	= -
Tukang	= 0 x 3.529 x Rp. 9,375.00	= -
Pekerja	= 1 x 3.529 x Rp. 9,375.00	= Rp. 1,158,088.24
Total biaya lembur per hari		= Rp. 1,202,205.88

Setelah melakukan percepatan waktu dan melakukan analisa biaya pada pekerjaan yang berada pada lintasan kritis maka selanjutnyamadalah melakukan pembuatan *schedule* terbaru berdasarkan percepatan waktu yang telah dilakukan perhitungan sebelumnya.

**Tabel 3.2** Tabel Pekerjaan yang dipercepat waktunya

Kode	Jenis Pekerjaan	Durasi (hari)	Keterangan
<b>A</b>	<b>Pekerjaan Galian Tanah</b>	<b>170</b>	<b>Dipercepat</b>
<b>B</b>	<b>Pekerjaan Dewatering</b>	<b>205</b>	<b>Dipercepat</b>
	Pekerjaan Bobok Borepile		
<b>C</b>	<b>Pekerjaan Bobok Borepile ø 120cm</b>	<b>30</b>	<b>Dipercepat</b>
D	Pekerjaan Bobok Borepile ø 80cm	30	
E	Pekerjaan Bobok Secant Borepile ø 80cm	23	
F	Pekerjaan Bobok Test Borepile ø 120cm	21	
	Pekerjaan Pondasi ( Pilecap & Raft )		
<b>G</b>	<b>Pekerjaan Pemadatan Urugan Pasir t:10cm</b>	<b>30</b>	<b>Dipercepat</b>
H	Pekerjaan Lantai Kerja t:5cm	42	
<b>I</b>	<b>Pekerjaan Bekesting Pile Cap</b>	<b>18</b>	<b>Dipercepat</b>

Sumber: Hasil olahan peneliti

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil pada penelitian yang dilakukan pada proyek pembangunan *Apartement Klaska Residence* yang berlokasi di Jl. Jagir No.100 Surabaya diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Lintasan kritis yang didapatkan dari jaringan kerja proyek *Apartement Klaska Residence* ini ialah sebagai berikut:

Pekerjaan galian tanah, pekerjaan dewatering, bobok borepile, pekerjaan pondasi (*pilecap & raft*), pekerjaan basement, pekerjaan GWT dan STP, pekerjaan lantai *ground*, pekerjaan lantai parkir 1 sampai dengan lantai parkir 5, pekerjaan lantai 6, pekerjaan lantai 7 sampai dengan lantai 30, pekerjaan lantai 31 sampai dengan 35, pekerjaan lantai 36 sampai dengan lantai 41, pekerjaan lantai atap dan pekerjaan lantai atap 2. Sehingga dari lintasan kritis yang telah didapat bisa dilakukan percepatan waktunya.

Waktu normal (pekerjaan struktur) pelaksanaan pembangunan apartemen *Klaska Residence* ialah 542 hari, sedangkan hasil dari percepatan waktu didapatkan 500 hari. Sehingga dapat mengefisiensikan durasi proyek sebesar 8% dari durasi waktu normal atau sebesar 42 hari.

Biaya total pembangunan proyek dengan waktu normal sebesar Rp.146,981,895,144, sedangkan untuk penambahan biaya percepatan proyek apartemen *klaska residence* ini ialah sebesar Rp. 2,347,153,493. Sehingga didapat penambahan biaya percepatan sebesar 1,6% dari biaya normal pekerjaan struktur. Jadi jumlah biaya

pembangunan proyek apartemen *klaska residence* yang telah dilakukan percepatan waktunya ialah sebesar Rp. 149,329,048,636.

## 5. REFRENSI

- [1] Rani, A. Hafnida. (2016). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Deepublish.
- [2] Soeharto, Iman. (1995). *Manajemen Proyek : Dari Konseptual sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- [3] Maishita, Mia. (2020). *Optimalisasi pelaksanaan proyek pembangunan rumah tinggal pantai mutiara dengan menggunakan metode cpm dan crashing program pada PT. CIPTA BUANA INDONESIA*. Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- [4] Alfianti, Erika. (2019). *Optimalisasi Waktu dan Biaya Pada Proyek Pembangunan Gedung Rawat Inap Puskesmas Wonoayu, Sidoarjo Dengan Menggunakan Metode CPM (Critical Path Method)*. Universitas Bhayangkara, Surabaya.
- [5] Hardianto, Agung. (2015). *Analisa Pengendalian Manajemen Waktu dan Biaya Proyek Pembangunan Hotel Dengan Network CPM Studi Kasus Batiqa Hotel Palembang*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [6] Maharany, Leny, dan Fajarwati. (2006). *Analisa Optimasi Percepatan Durasi Proyek Dengan Metode Least Cost Analysis*. 14(1):113–30.
- [7] Nurhayati. (2010). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [8] Hayun, Anggara. (2005). *Perencanaan Dan Pengendalian Proyek Dengan Metode PERT – CPM: Studi Kasus Fly Over Ahmad Yani, Karawang*. *The WINNERS* 6(No. 2):155–74.
- [9] Heizer, Jay, dan Barry Render. (2005). *Operations Management :Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- [10] Oberlender, D. G. (2000). *Project Manajement for Engineering and Construction*. 2 ed. United States America: McGraw Hill Inc.
- [11] Santiago, Jesse, dan Desirae Megallon. (2009). *Critical Path Method (CCE 320 - VDC. Seminar*.
- [12] Yamit, Zulian. (2008). *Manajemen Persedian*. Yogyakarta: Ekinisia.
- [13] Mahendra, S. (2004). *Manajemen Proyek-Kiat sukses Mengelola Proyek*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [14] Herjanto, Eddy. (2008). *Manajememen Operasi*. Jakarta: PT Grasindo.
- [15] Levin, Richard I., dan Charles A. (1972). *Perntjanaan dan Pengawasan Dengan PERT dan CPM*. Jakarta: Bharatara.

- [16] Soeharto, Iman. 1999. *Manajemen Proyek :Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- [17] Fahmi, Irham. (2008). *Pengantar Manajemen Keuangan*. Bandung: Alfabeta.
- [18] Siswanto. 2007. *Operation Research*. Jakarta: Erlanga.