

**PENGARUH PERCEPATAN DURASI TERHADAP BIAYA PADA  
PROYEK KONSTRUKSI MENGGUNAKAN METODE CPM  
(Critical Path Method)  
(Studi Kasus : Pembangunan Gedung Kantor SMA N 2 Kuta Utara)**

**Ni Made Sri Martini<sup>1)</sup>, I Made Anom Santiana<sup>2)</sup>, Ni Made Sintya Rani<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Sipil Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi, Politeknik Negeri Bali, Jl. Raya Uluwatu No.45, Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali.

Email: [irimartinimade@gmail.com](mailto:irimartinimade@gmail.com)

<sup>2)</sup>Jurusan Teknik Sipil Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi, Politeknik Negeri Bali, Jl. Raya Uluwatu No.45, Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali.

Email: [madeanoms@yahoo.co.id](mailto:madeanoms@yahoo.co.id)

<sup>3)</sup>Jurusan Teknik Sipil Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi, Politeknik Negeri Bali, Jl. Raya Uluwatu No.45, Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali.

Email: [sintyarani@pnb.ac.id](mailto:sintyarani@pnb.ac.id)

**ABSTRACT**

*A construction project is a series of activities that are carried out only once and generally have a short period of time. In a construction project there are three important things that must be considered, namely time, cost and quality. Projects generally have a deadline, meaning that the project must be completed before or on time. The purpose of this study is to determine the amount of time obtained from the acceleration of the duration of the Office Building Project for SMA N 2 Kuta Utara and to find out the difference between costs before the crash and costs after the crash based on the calculation of the addition of overtime hours. The results of the acceleration by adding 4 hours of work get an implementation time of 70 days with an additional cost of Rp. 224,177,558.93 and adding 3 hours of work in getting an implementation time of 72 days with an additional cost of Rp. 217,987,355.40*

*Keywords : Acceleration, Duration, Cost and CPM*

**ABSTRAK**

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Suatu proyek konstruksi terdapat tiga hal penting yang harus diperhatikan yaitu waktu, biaya dan mutu. Proyek pada umumnya memiliki batas waktu (*deadline*), artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Tujuan dari penelitian ini Untuk mengetahui besarnya waktu yang didapat dari percepatan durasi pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor SMA N 2 Kuta Utara dan Untuk mengetahui perbedaan biaya sebelum crash dengan biaya sesudah crash berdasarkan perhitungan penambahan jam kerja lembur. Hasil dari percepatan dengan menambah 4 jam kerja di dapat waktu pelaksanaan 70 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp 224.177.558,93 dan menambah 3 jam kerja di dapat waktu pelaksanaan 72 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp 217.987.355,40

Kata Kunci : Percepatan, Durasi, Biaya dan CPM

## **Pendahuluan/ Introduction**

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Pada proyek konstruksi Adapun hal yang harus diperhatikan yaitu waktu, biaya dan mutu [3]. Pada pelaksanaan proyek konstruksi bisa menyebabkan bertambahnya waktu pelaksanaan sehingga penyelesaian proyek menjadi terlambat. Pada keterlambatan pekerjaan proyek dapat diantisipasi dengan melakukan percepatan dalam pelaksanaannya, namun harus tetap memperhatikan faktor biaya, penambahan biaya yang dikeluarkan diharapkan seminimum mungkin [1].

Penyebab keterlambatan yang sering terjadi adalah akibat terjadinya perbedaan kondisi lokasi, perubahan desain, pengaruh cuaca, kurang terpenuhinya kebutuhan pekerjaan, material atau peralatan, kesalahan perencanaan dan pengaruh keterlibatan pemilik proyek (*Owner*) [2]. Keterlambatan pekerjaan proyek dapat diantisipasi dengan melakukan percepatan dalam pelaksanaannya, namun harus tetap memperhatikan faktor biaya. Pertambahan biaya yang dikeluarkan, diharapkan seminimum mungkin dan tetap memperhatikan standar mutu. Percepatan dalam pelaksanaan proyek konstruksi dapat dilakukan dengan mengadakan penambahan jam kerja, penambahan jumlah pekerja, menggunakan material yang lebih cepat pemasangannya dan menggunakan metode konstruksi yang lebih cepat.

Pada pembangunan Gedung SMAN 2 Kuta Utara mengalami keterlambatan pada saat pelaksanaan. Keterlambatan ini di sebabkan oleh para pekerja mengalami mogok kerja dan keterlambatan dalam pengiriman material. Pembangunan SMAN 2 Kuta Utara pada awal perencanaan proyek, waktu pelaksanaan proyek dilakukan selama 138 hari kalender. Tetapi pada pelaksanaannya mengalami keterlambatan menjadi 168 hari kalender.

Percepatan penyelesaian proyek harus dilakukan dengan perencanaan yang baik. Dengan adanya keterbatasan tenaga kerja, maka alternatif yang biasa digunakan untuk mempercepat aktifitas adalah dengan menambah jam kerja, sehingga berpengaruh pada biaya total proyek. Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah adalah berapa besar waktu yang didapat dari percepatan pada proyek pembangunan Gedung kantor SMAN 2 Kuta Utara serta berapa besar perbedaan biaya sebelum crash dan sesudah crash berdasarkan perhitungan penambahan jam kerja lembur. Dalam penelitian ini terdapat batasan masalah untuk menghindari ruang lingkup yang terlalu luas adalah sebagai berikut percepatan durasi proyek dilakukan dengan menambah jam kerja tenaga kerja, dalam perhitungan durasi dapat menggunakan metode CPM dan penelitian dilakukan hanya pada Pembangunan Gedung Kantor SMA N 2 Kuta Utara.

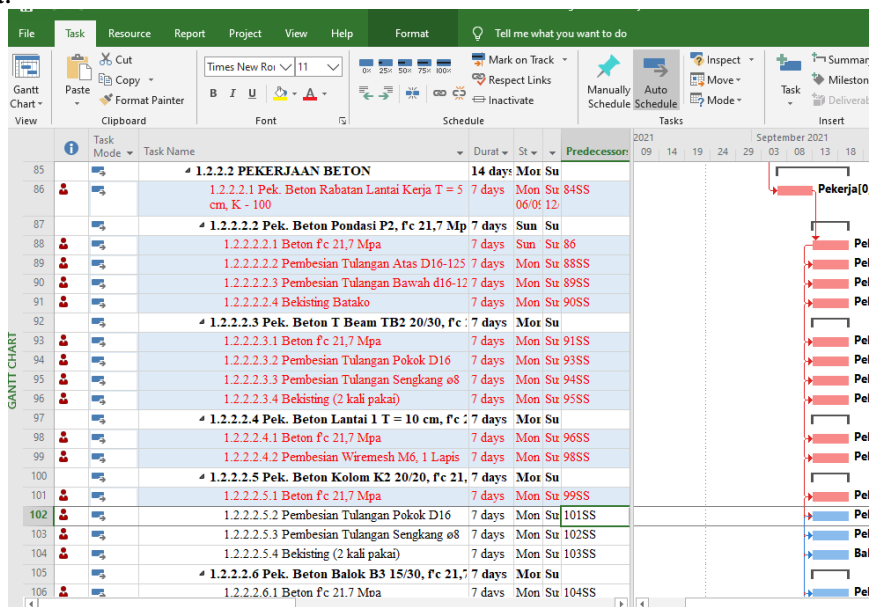
## **Metode/ Method**

Penelitian ini termasuk dalam penelitian kuantitatif. Dimana, metode penelitian kuantitatif adalah jenis penelitian yang umum. Ketika mengumpulkan dan menganalisis data, penelitian kuantitatif berkaitan dengan angka. Pengambilan data dilakukan dengan cara observasi lapangan untuk melakukan pengamatan langsung dilapangan mengenai ketergantungan kerja yang terjadi di lapangan dan melakukan wawancara kepada pihak yang terlibat langsung di lapangan, untuk memperoleh hasil yang akurat. Dalam penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer yang dimaksud adalah data utama yang didapat melalui survey langsung ke lapangan untuk mencari upah

para pekerja dan mandor. Dan data sekunder yang dimaksud adalah data pendukung dari data primer yaitu Rencana Kerja dan syarat-syarat (RKS), Rencana Anggaran Biaya Proyek (RAB), time schedule, analisa harga satuan, harga satuan upah tenaga kerja, material dan sewa alat. Dalam penelitian ini menggunakan bantuan *Microsoft project* untuk mendapatkan item pekerjaan yang berada di jalur kritis. Setelah mendapatkan jalur kritis maka, selanjutnya mengolah data menggunakan *Microsoft excell* untuk menghitung percepatan waktu pelaksanaan menggunakan jam kerja lembur serta menghitung biaya *crash*. Hasil dari perhitungan akan di dapatkkn nilai cost slope pada masing masing pekerjaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya waktu yang didapat dari percepatan durasi pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor SMA N 2 Kuta Utara dan Untuk mengetahui perbedaan biaya sebelum crash dengan biaya sesudah crash berdasarkan perhitungan penambahan jam kerja lembur.

## Hasil dan Pembahasan/Result and Discussion

Berdasarkan hasil data yang diperoleh dari *Microsoft Project*, terdapat item pekerjaan jalur kritis. Dimana, jalur kritis adalah item pekerjaan yang tidak boleh di tunda.



Setelah melakukan analisis jalur kritis, maka selanjutnya menentukan item pekerjaan yang akan dilakukan proses percepatan (*crashing*) dengan menggunakan jam kerja lembur 4 jam dan 3 jam. Pada analisis ini yang dipercepat adalah pekerjaan yang berada di jalur kritis. Berikut adalah gambar tabel item pekerjaan yang akan dilakukan percepatan dengan perhitungan jam kerja lembur.

No	ITEM PEKERJAAN	Durasi	Satuan
		a	
1	Pekerjaan Pengukuran dan Pemasangan Bowplank	7	Hari
2	Pekerjaan Galian Tanah	14	Hari
3	<b>PEKERJAAN DROP OFF</b>		
	PEKERJAAN TANAH, GALIAN, DAN PONDASI	7	Hari
4	<b>PEKERJAAN BETON</b>		
	Pek. Beton Rabatan Lantai Kerja T = 5 cm, K - 100	14	Hari
	Pek. Beton Pondasi P2, f'c 21,7 Mpa	7	Hari
	Pek. Beton T Beam TB2 20/30, f'c 21,7 Mpa	7	Hari
	Pek. Beton Lantai 1 T = 10 cm, f'c 21,7 Mpa	7	Hari
	Pek. Beton Kolom K2 20/20, f'c 21,7 Mpa	7	Hari
5	<b>PEKERJAAN PASANGAN DINDING</b>	7	Hari
6	<b>PEKERJAAN PENGECATAN DAN WATERPROOFING</b>	7	Hari
7	<b>Pek. Pas. Atap Ekspose 6/12 Kayu Bengkirai</b>	7	Hari

(Sumber : Hasil Analisa, 2022)

Dalam percepatan proyek untuk alternative penambahan jam kerja lembur ini berlaku untuk kegiatan yang berada di jalur kritis, karena jalur kritis ini adalah kegiatan yang tidak boleh tertunda. Percepatan waktu dengan jam kerja lembur dilakukan setelah jam kerja normal dan waktu istirahat selama 1 jam. Pekerjaan lembur terhitung mulai pukul 18.00 Wita. Adapun cara perhitungan percepatan dengan jam kerja lembur yaitu :

1. Pekerjaan Pengukuran dan Pemasangan Bowplank

a. Produktifitas Harian

$$\begin{aligned} \text{Rumus} &= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Durasi Normal}} \\ &= \frac{118,50}{7} \\ &= 16,93 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

b. Produktifitas tiap jam

$$\begin{aligned} \text{Rumus} &= \frac{\text{Produktifitas Harian}}{\text{Jam Kerja}} \\ &= \frac{16,93}{8} \\ &= 2,12 \text{ m}^2/\text{Jam} \end{aligned}$$

c. Produktifitas Harian Sesudah *Crash*

$$\begin{aligned} \text{Rumus} &= (8 \text{ Jam} \times \text{Produktifitas tiap jam}) + (a \times b \times \text{Produktifitas tiap jam}) \\ 4 \text{ Jam} &= (8 \times 2,12) + (2 \times 0,6 \times 2,12) \\ &= 22,01 \text{ m}^2/\text{hari} \\ 3 \text{ Jam} &= (8 \times 2,12) + (3 \times 0,7 \times 2,12) \\ &= 21,37 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

b. *Crash Duration*

$$\text{Rumus} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas Harian Sesudah Crash}}$$

$$4 \text{ Jam} = \frac{118,50}{22,01} = 5,38 = 5 \text{ Hari}$$

$$3 \text{ Jam} = \frac{118,50}{21,37} = 5,54 = 5 \text{ Hari}$$

No	ITEM PEKERJAAN	Durasi	Satuan	Vol	Produktifitas Harian	Produktifitas Tiap Jam	Produktifitas Harian Setelah Crash		Crash Duratoun	
							4 jam	3 jam	4 jam	3 jam
							$e = (8xd) + (2x) \cdot 6xd$	$f = (8xd) + (3x) \cdot 7xd$	$g = b/e$	$h = b/f$
a	b	$c = b/a$	$d = c/8$							
1	Pekerjaan Pengukuran dan Pemasangan Bowplank	7	Hari	118,500	16,93	2,12	22,01	21,37	5,38	5,54
2	Pekerjaan Galian Tanah	14	Hari	355,985	25,43	3,18	33,06	32,10	10,77	11,09
3	<b>PEKERJAAN DROP OFF</b>									
	<b>PEKERJAAN TANAH, GALIAN, DAN PONDASI</b>	7	Hari	71,497	10,21	1,28	13,28	12,89	5,38	5,54
4	<b>PEKERJAAN BETON</b>									
	Pek. Beton Rabatan Lantai Kerja T = 5 cm, K - 100	14	Hari	1,230	0,09	0,01	0,11	0,11	10,77	11,09
	Pek. Beton Pondasi P2, f'c 21,7 Mpa	7	Hari	271,821	38,83	4,85	50,48	49,02	5,38	5,54
	Pek. Beton T Beam TB2 20/30, f'c 21,7 Mpa	7	Hari	249,034	35,58	4,45	46,25	44,92	5,38	5,54
	Pek. Beton Lantai 1 T = 10 cm, f'c 21,7 Mpa	7	Hari	26,400	3,77	0,47	4,90	4,76	5,38	5,54
	Pek. Beton Kolom K2 20/20, f'c 21,7 Mpa	7	Hari	1,118	0,16	0,02	0,21	0,20	5,38	5,54
5	<b>PEKERJAAN PASANGAN DINDING</b>	7	Hari	11,970	1,71	0,21	2,22	2,16	5,38	5,54
6	<b>PEKERJAAN PENGECATAN DAN WATERPROOFING</b>	7	Hari	76,070	10,87	1,36	14,13	13,72	5,38	5,54
7	Pek. Pas. Atap Ekspose 6/12 Kayu Bengkirai	7	Hari	1,176	0,17	0,02	0,22	0,21	5,38	5,54
	Waktu Penyelesaian Proyek Lintasan Kritis	91	Hari						70,00	72,08
		91	Hari						70	72

Berdasarkan dari perhitungan percepatan waktu dengan menggunakan jam kerja lembur 4 jam terdapat percepatan waktu 21 hari dan kerja lembur 3 jam terdapat percepatan waktu 19 hari. Setelah melakukan perhitungan percepatan waktu maka selanjutnya dilakukan perhitungan biaya dengan penambahan jam kerja lembur. Perhitungan biaya crash dengan jam kerja lembur menggunakan ketentuan yang ada di proyek pembangunan Gedung Kantor SMA N 2 Kuta Utara dimana untuk upah 4 jam lembur yaitu 1 dikali upah pekerja perhari, dan untuk upah 3 jam lembur yaitu 0,75 kali upah pekerja perhari. Adapun perhitungan biaya crash dengan penambahan jam kerja lembur dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Pekerjaan Pengukuran dan Pemasangan Bowplank
  - a. Upah Pekerja Perhari

Rumus : Produktifitas Harian x Harga Satuan Upah Pekerja  
 $= 16,93 \times 23.785,40$   
 $= \text{Rp } 402.652,84$
  - b. Upah Pekerja per 1 jam

Rumus : Produktifitas tiap jam x Harga satuan upah pekerja  
 $= 2,12 \times 23.785,40$   
 $= \text{Rp } 50.331,61$

- c. Upah Biaya Lembur Perhari  
Rumus :  $(1 \times \text{Upah pekerja perhari}) \times 1 \text{ hari lembur}$   
4 Jam =  $(1 \times 402.652,84) \times 1$   
= Rp 402.652,84  
3 Jam =  $(0,75 \times 402.652,84) \times 1$   
= Rp 301.989,63
- d. Normal Cost  
Rumus :  $\text{Durasi Normal} \times \text{Normal Ongkos Pekerja Perhari}$   
=  $7 \times 402.652,84$   
= Rp 2818.569,90
- e. Crash Cost  
Rumus :  $\text{Biaya Normal} + \text{Biaya Lembur}$   
4 Jam =  $2.818.569,90 + 402.652,84$   
= Rp 3.221.222,74  
3 Jam =  $2.818.569,90 + 301.989,63$   
= Rp 3.120.559,53

ITEM PEKERJAAN	Biaya Tanpa Penambahan	Biaya Dengan Penambahan	
		4 Jam	3 Jam
Pekerjaan Pengukuran dan Pemasangan Bowplank	Rp 2.818.570	Rp 3.221.222,74	Rp 3.120.559,53
Pekerjaan Galian Tanah	Rp 51.893.642	Rp 55.600.330,91	Rp 54.673.658,72
PEKERJAAN DROP OFF			
PEKERJAAN TANAH, GALIAN, DAN PONDASI	Rp 10.059.315	Rp 11.496.359,71	Rp 11.137.098,47
PEKERJAAN BETON			
Pek. Beton Rabatan Lantai Kerja T = 5 cm, K - 100	Rp 288.450	Rp 309.053,45	Rp 303.902,56
Pek. Beton Pondasi P2, f <sub>c</sub> 21,7 Mpa	Rp 63.731.111	Rp 72.835.555,30	Rp 70.559.444,20
Pek. Beton T Beam TB2 20/30, f <sub>c</sub> 21,7 Mpa	Rp 58.388.474	Rp 66.729.684,90	Rp 64.644.382,24
Pek. Beton Lantai 1 T = 10 cm, f <sub>c</sub> 21,7 Mpa	Rp 6.189.740	Rp 7.073.988,62	Rp 6.852.926,47
Pek. Beton Kolom K2 20/20, f <sub>c</sub> 21,7 Mpa	Rp 262.009	Rp 299.438,72	Rp 290.081,26
PEKERJAAN PASANGAN DINDING	Rp 683.667	Rp 781.334,16	Rp 756.917,47
PEKERJAAN PENGECATAN DAN WATERPROOFING	Rp 1.416.239	Rp 1.618.559,21	Rp 1.567.979,24
Pek. Pas. Atap Ekspose 6/12 Kayu Bengkirai	Rp 3.685.527	Rp 4.212.031,22	Rp 4.080.405,24

(Sumber : Hasil Analisa, 2022)

Dari kesimpulan Analisa perhitungan diatas maka akan dapat diperoleh nilai cost slope untuk masing masing pekerjaa yaitu :

No	Keterangan	Waktu Penyelesaian	Jumlah Waktu Dipercepat	Besar Biaya Proyek	Biaya Tambahan	Cost Slope
1	Waktu Normal	91	0	Rp199.416.744,81	0	0
2	Penambahan 4 Jam	70	21	Rp224.177.558,93	Rp24.760.814,11	Rp1.179.086,39
3	Penambahan 3 Jam	72	19	Rp217.987.355,40	Rp 18.570.610,58	Rp977.400,56

(Sumber : Hasil Analisis, 2022)

## Simpulan/Conclusion

Dari perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan yaitu :

1. Dari hasil perhitungan di atas dimana menggunakan metode CPM. Pada metode CPM ini dapat dilihat lintasan kritis di dapat waktu pengerjaan selama 91 hari. Dalam melakukan percepatan waktu kerja hanya kegiatan yang berada dalam lintasan kritis yang dapat dipercepat. Dari hasil perhitungan dengan

penambahan 4 jam kerja waktu penyelesaian dapat dipersingkat menjadi 70 hari. Sedangkan dengan penambahan 3 jam kerja waktu penyelesaian dapat dipersingkat menjadi 72 hari.

2. Hasil dari perhitungan menggunakan *crash* maka biaya pelaksanaan proyek ini menjadi bertambah. Dari hasil perhitungan dengan penambahan 4 jam kerja biaya pelaksanaannya sebesar Rp 224.177.558,93 dan menghasilkan Cost Slope sebesar Rp 1.179.089,39. Sedangkan dengan penambahan 3 jam kerja biaya pelaksanaannya menjadi Rp 217.987.355,40 dan menghasilkan cost slope sebesar Rp 977.400,56

## **Ucapan Terima Kasih/ Acknowledgment**

Dalam penyusunan penelitian ini penulis banyak mendapatkan bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.ECom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali. Bapak Ir. I Wayan Sudiarta, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali. Bapak Ir. I Nyoman Suardika, MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali. Bapak Made Sudiarsa, ST, MT., selaku Ketua Program Studi DIV Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali. Bapak I Made Anom Santiana, S.Si, M.Erg., dan Ibu Ni Made Sintya Rani, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Skripsi. Serta Bapak dan Ibu Dosen pengajar, Teknisi Laboratorium, serta staff yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah mengarahkan dan membimbing di Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali. Serta semua pihak kontraktor CV. Jaya Kerthi yang telah memberikan saya kesempatan untuk melakukan penelitian. Teman-teman kelas VIIIIB DIV Manajemen Proyek Konstruksi, Orang Tua, Saudara serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

## **Referensi/ Reference**

- [1] Armalisa, Aslinda. Triana, Dessy. Sari, MM. (tahun). “Metode Crashing Terhadap Penambahan Jam Kerja Optimum Terhadap Proyek Konstruksi”. Jurnal CIVITECH. Program study Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya.
- [2] Frederika, Ariany. “Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Super Villa, Peti Tenget-Badung)”. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 14(02). (2010).
- [3] Kerzner, Harold. Project Management. A System Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. Ninth Ed. John Wiley & Sons, Inc. USA. (2006).
- [4] Aryono, Liston Hari. “Evaluasi Pengendalian Biaya Dan Waktu Menggunakan Metode Cpm Pada Proyek Jembatan Limpas Pengkol Kecamatan Karanggede Kabupaten Boyolali (Studi Kasus Proyek Jembatan Limpas Pengkol Kecamatan Karanggede Kabupaten Boyolali)”. Skripsi Tesis. (2015).
- [5] Agustiar, Irawan. & Handrianto, Ryan. “Evaluasi Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode CPM dan Kurva S (Studi Kasus: Pembangunan Gedung

Perpustakaan SMK N 1 “XX”, Gresik)”. *Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik*. 07(02). (2018).

- [6] Annor, Rifqy Febriyan. “Analisis Percepatan pelaksanaan Pembangunan Rusunawa Dengan Menambah Jam Kerja Dan Tenaga Kerja Menggunakan Tracking Ms Project”. *Naskah Publikasi Teknik Sipil*. (2016).
- [9] Rofiq, MF. “Perancangan Jadwal Proyek Untuk Percepatan Penyelesaian Proyek Fiber To The Home Menggunakan Metode PERT-CPM dan Crashing (Lokasi JL. Sukapura)”. *E.Proceeding of Engineering*. 07(03). (2020)
- [10] Hardianto, Agung. “Analisis Pengendalian Manajemen Waktu dan Biaya Proyek Pembangunan Hotel dengan Network CPM (Studi kasus : Batiqa Hotel Palembang)”. (2015).
- [11] Priyo, Mandiyo. & Sumanto, Adi. “Analisis Percepatan Waktu dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off : Studi Kasus Proyek Pembangunan Prasarana Pengendalian Banjir”. *Faculty of Engineering, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*. 19(01). (2016).
- [12] Pratama, Septian. “Optimasi Biaya dan Waktu Proyek Konstruksi Dengan Penabahan Jam Kerja (Lembur) Dibandingkan Dengan Penambahan Tenaga Kerja Menggunakan Metode Time Cost Trade Off”. (2019).
- [13] Simatupang, Juan Sebastian. Dundu, AKT. & Sibi, Mochtar. “Pengaruh Percepatan Durasi Terhadap Waktu Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Pembangunan Persekolahan Eben Haezar Manado)”. *Jurnal Sipil Statik*. 03(05). (2015).
- [14] Simangunsong. “Pengaruh Percepatan Durasi Terhadap Biaya Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Toko Modisland Manado)”. *Jurnal Sipil Statik*. 06(6). (2018).
- [15] Wijaya, Yan Parta. Hartati, Hartati. “Pengendalian Biaya dan Waktu Pada Proyek Konstruksi Dengan Konsep Earned Value (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jembatan Beringin – Kota Padang)”. *Jurnal Rekayasa Sipil Politeknik Negeri Andalas*. (2016).
- [16] Oetomo, Wateno. Priyoto. Uhad. “Analisis Waktu dan Biaya dengan Metode Crash Duration Pada Keterlambatan Proyek Pembangunan Jembatan Sei Hanyu Kapuas”. *Media Ilmiah Teknik Sipil*. 06(01). (2017).