

**EVALUASI WAKTU DAN BIAYA EKSISTING PROYEK PEMBANGUNAN JEMBATAN
PANGKUNG DALEM RUAS JALAN SP.3 GITGIT-WANAGIRI
DENGAN MENGGUNAKAN METODE CCPM (*Critical Chain Project Management*)**

**Ketut Aditya Candra Saputra¹⁾, Anak Agung Putri Indrayanti, ST., MT.²⁾, I.G.A. Dewi
Paramita, SS., M. Hum.³⁾**

¹⁾ Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

²⁾ Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

³⁾ Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

Email: adityacandrasaputra@gmail.com ¹⁾ ajung_putri@yahoo.com ²⁾

gustiayuputudewiparamita@pnb.ac.id ³⁾

ABSTRAK

Dalam proses pelaksanaan proyek sering terjadi keterlambatan pelaksanaan yang diakibatkan oleh beberapa hal, seperti faktor alam (cuaca), metode pelaksanaan yang diterapkan kurang tepat dan juga kesalahan yang diakibatkan oleh sumber daya manusia (SDM) yang terlibat didalam pelaksanaan proyek tersebut. Penjadwalan merupakan salah bagian terpenting dalam sebuah manajemen konstruksi. Dimana dalam menyusun perencanaan dan jadwal terdapat berbagai macam metode. Salah satunya ialah metode CCPM.

Critical Chain Project Management adalah metode penjadwalan dan pengendalian proyek yang dikembangkan dari sebuah metodologi yang disebut *Theory of Constraints* diberlakukan bagi proyek-proyek untuk memperbaiki kinerja proyek kedepan. Dalam penelitian ini diawali dengan pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder. Penelitian yang berjudul "Analisis Waktu dan Biaya Proyek Pembangunan Jembatan Pangkung Dalem Ruas Jalan SP.3 Gitgit-Wanagiri Dengan Menggunakan Metode CCPM (*Critical Chain Project Management*)" dilakukan untuk mengetahui perbandingan waktu serta biaya tenaga kerja pada proyek ini.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan didapatkan *feeding buffer* yaitu sebesar 9 minggu dan *project buffer* yaitu sebesar 45 minggu. Hasil perhitungan durasi penjadwalan dengan metode CCPM yaitu sebesar 25 minggu atau lebih cepat 5 minggu dari penjadwalan awal yaitu 30 minggu. Dan penghematan biaya tenaga kerja yang didapatkan tanpa konsumsi *buffer* yaitu sebesar Rp.229,537,674.42.

Kata Kunci: Penjadwalan, Keterlambatan, CCPM, Waktu, Biaya.

ABSTRACT

In the project implementation process, there are often delays in implementation caused by several things, such as natural factors (weather), the implementation method applied is not appropriate and also errors caused by human resources (HR) involved in the implementation of the project. Scheduling is one of the most important parts of construction management. Where in preparing plans and schedules there are various methods. One of them is the CCPM method.

Critical Chain Project Management is a project scheduling and control method developed from a methodology called Theory of Constraints applied to projects to improve project performance in the future. In this study begins with data collection in the form of primary data and secondary data. The research entitled "Time and Cost Analysis of the Pangkung Dalem Bridge Construction Project for the SP.3 Gitgit-Wanagiri Road Using the CCPM (Critical Chain Project Management) Method" was conducted to determine the comparison of time and labor costs in this project.

Based on the results of the research, it was found that the feeding buffer was 9 weeks and the project buffer was 45 weeks. The results of the calculation of the scheduling duration using the CCPM method are 25 weeks or 5 weeks faster than the initial schedule, which is 30 weeks. And labor cost savings obtained without buffer consumption is Rp.229.537,674.42.

Keywords: Scheduling, Delay, CCPM, Time, Cost.

Informasi Artikel: Pengajuan Repository pada September 2022/Submission to Repository on September 2022

Pendahuluan/Introduction

Saat ini perkembangan sarana/infrastruktur di Indonesia mengalami perkembangan yang sangat pesat, seperti jalan tol, jembatan, gedung, pelabuhan dan yang lainnya. Dalam proses pembangunan infrastruktur ini tentunya memerlukan perencanaan yang matang agar pelaksanaan pekerjaannya dapat berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Dalam proses pelaksanaan proyek sering terjadi keterlambatan pelaksanaan yang diakibatkan oleh beberapa hal, seperti faktor alam (cuaca), metode pelaksanaan yang diterapkan kurang tepat dan juga kesalahan yang diakibatkan oleh sumber daya manusia (SDM) yang terlibat didalam pelaksanaan proyek tersebut. Keterlambatan akan menyebabkan kerugian bagi pihak-pihak terkait terutama pemilik dan kontraktor, karena umumnya disertai konflik, tuntutan waktu dan biaya, serta penyimpangan kualitas penyelesaian [10].

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir terjadinya keterlambatan proyek yaitu mengatur waktu pelaksanaan proyek dengan sebaik-baiknya. Salah satu langkah yang dapat digunakan untuk mengatur waktu pelaksanaan proyek yaitu dengan menyusun penjadwalan proyek. Penjadwalan ini dilakukan untuk menentukan waktu efektif yang dibutuhkan dalam suatu proyek. Penjadwalan proyek merupakan hal yang penting dalam suatu proyek karena proyek pada umumnya memiliki batas waktu (*deadline*), artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. [6].

Penjadwalan merupakan salah bagian terpenting dalam sebuah manajemen konstruksi. Dimana dalam menyusun perencanaan dan jadwal terdapat berbagai macam metode. Salah satunya ialah metode CCPM. Pada metode ini penambahan waktu aman (*safety time*) yang biasanya diletakkan pada setiap aktivitas akan dihilangkan dan digantikan dengan waktu penyangga (*buffer time*) yang diletakkan diakhir rantai kritis sebagai cadangan waktu pada keseluruhan proyek. Apabila hal-hal yang tidak pasti (*uncertainty*) terjadi saat pelaksanaan proyek, maka dapat diantisipasi dengan adanya waktu penyangga (*buffer time*) sehingga terhindar dari keterlambatan.[9].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rizzal Adi Wardana dengan judul penelitian yaitu Studi Analisa Biaya Dan Waktu Pada Perencanaan Pembangunan Gudang Umum Rsud Sidoarjo Menggunakan Metode Critical Chain Project Management, melakukan evaluasi penjadwalan dengan menerapkan metode CCPM diperoleh *feeding buffer* berdurasi 29 hari dan *project buffer* berdurasi 63 hari, sehingga waktu yang diperoleh untuk menyelesaikan proyek pembangunan Gudang Umum RSUD Sidoarjo adalah 128 hari lebih cepat 22 hari dari waktu penjadwalan proyek yaitu 150 hari. Terjadi penghematan biaya tenaga kerja sebesar Rp.237,793,387.61. [5]. Dari latar belakang tersebut, didapat rumusan masalah yang akan dibahas yaitu berapakah perbandingan waktu proyek antara penjadwalan eksisting dengan penjadwalan yang disusun menggunakan metode CCPM serta berapa besar perbandingan biaya proyek antara biaya eksisting dengan biaya sesuai dengan penjadwalan yang disusun menggunakan metode CCPM. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapat perbandingan waktu proyek antara metode penjadwalan eksisting dengan penjadwalan yang disusun menggunakan metode CCPM serta untuk mendapatkan perbandingan biaya proyek antara biaya eksisting dengan biaya sesuai dengan penjadwalan yang disusun menggunakan metode CCPM. Metode CCPM dapat digunakan dalam proses penjadwalan suatu proyek agar dapat mengetahui berapa waktu pelaksanaan yang optimal untuk melaksanakan suatu proyek. Maka dari itu perlu dilakukan suatu penelitian dengan judul "Evaluasi Waktu dan Biaya Eksisting Proyek Pembangunan Jembatan Pangkung Dalem Ruas Jalan SP.3 Gitgit-Wanagiri Dengan Menggunakan Metode CCPM (*Critical Chain Project Management*)".

Metode/Method

Rancangan penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu perpaduan antara penelitian deskriptif dan penelitian komparatif. Penelitian ini dilakukan untuk menggambarkan situasi dilapangan (proyek), kemudian dilakukan penyusunan penjadwalan ulang dengan menggunakan metode CCPM (*Critical Chain Project Management*) sehingga didapatkan hasil penjadwalan yang baru dan akan dibandingkan dengan penjadwalan yang telah ada sebelumnya sehingga didapatkan kesimpulan dari penjadwalan proyek tersebut. Pada penelitian ini sumber data yaitu berupa data primer dan data sekunder. Data-data primer yang didapatkan dari proses wawancara dan observasi yaitu berupa jumlah kebutuhan tenaga kerja. Data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu *Time Schedule* dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)/Bill of Quantity (BOQ).

Hasil dan Pembahasan/Result and Discussion

Proyek Pembangunan Jembatan Pangkung Dalem Ruas Jalan Sp.3 Gitgit Wanagiri ini akan dimulai pada 18 Mei 2021 dan direncanakan selesai pada 13 Desember 2021 atau 210 hari kalender. Target pengaplikasian metode CCPM ini yaitu untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek sehingga proyek pembangunan jembatan sepanjang 40,1 meter ini dapat diselesaikan dalam waktu kurang dari 210 hari kalender. Dengan menggunakan metode CCPM maka setiap perusahaan yang akan mengaplikasikan metode ini harus mengetahui langkah-langkah penerapan metode ini sehingga didapatkan hasil yang sesuai.

Data-data primer yang didapatkan dari proses wawancara dan observasi yaitu berupa jumlah kebutuhan tenaga kerja. Data sekunder atau data-data yang diperoleh dari pelaksana jasa konstruksi yaitu kontraktor maupun konsultan. Data sekunder yang akan digunakan untuk pembahasan penelitian ini berupa *time schedule* serta rencana anggaran pelaksanaan maupun BOQ. Data *time schedule* nantinya akan digunakan untuk menentukan jaringan kerja dan juga pekerjaan yang termasuk kedalam rantai kritis. Data BOQ akan digunakan untuk menentukan besaran biaya tenaga kerja.

A. Jaringan Kerja dan Identifikasi Critical Chain

Berikut ini merupakan hasil yang didapatkan dari pengolahan data *time schedule*:

ID	TeknName	Duration	Start	Finish	Predecessor	Resource Names	Cost
0	SKRIPSI 1	25 wks	Tue 5/18/21	Mon 11/8/21			Rp182.780.000
1	UMUM	15 wks	Tue 5/18/21	Mon 8/30/21			Rp0
2	Mobilisasi	15 wks	Tue 5/18/21	Mon 8/30/21			Rp0
3	Kesehatan dan Keselamatan Kerja	15 wks	Tue 5/18/21	Mon 8/30/21			Rp0
4	a. Penyiapan RKK	15 wks	Tue 5/18/21	Mon 8/30/21	255		Rp0
5	b. Sosialisasi, Promosi dan Pelatihan	15 wks	Tue 5/18/21	Mon 8/30/21	455		Rp0
6	c. Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri	15 wks	Tue 5/18/21	Mon 8/30/21	555		Rp0
7	d. Asuransi dan Perlindungan	15 wks	Tue 5/18/21	Mon 8/30/21	655		Rp0
8	e. Personil Keselamatan Konstruksi	15 wks	Tue 5/18/21	Mon 8/30/21	755		Rp0
9	f. Fasilitas Sarana, Prasarana dan Alat Kesehatan	15 wks	Tue 5/18/21	Mon 8/30/21	855		Rp0
10	g. Rambu - Rambu Yang Diperlukan	15 wks	Tue 5/18/21	Mon 8/30/21	955		Rp0
11	h. Konsultasi Dengan Ahli Terkait Keselamatan Konstruksi	15 wks	Tue 5/18/21	Mon 8/30/21	1055		Rp0
12	i. Kegiatan dan Peralatan Terkait Dengan Pengendalian Risiko Keselamatan	15 wks	Tue 5/18/21	Mon 8/30/21	1155		Rp0
13	DRAINASE	6 wks	Thu 6/17/21	Thu 7/29/21			Rp2.658.000
14	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	2 wks	Thu 6/17/21	Thu 7/2/21	12	M a n d e r [2], P e k e r j a [4]	Rp7.350.000
15	Pasangan Batu dengan Mortar	3 wks	Thu 7/2/21	Thu 7/29/21	14	M a n d e r [2], P e k e r j a [10]	Rp1.092.000
16	Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang, ukuran dalam 150 cm x 1	1 wk	Tue 7/20/21	Mon 7/26/21	13P5-30K	M a n d e r [2], P e k e r j a [4]	Rp2.440.000
17	PEKERJAAN TANAH	18.5 wks	Thu 5/13/21	Thu 9/23/21			Rp9.652.000
18	Galian Biasa	3 wks	Thu 5/13/21	Thu 5/13/21	25P5-30K	M a n d e r, P e k e r j a [4]	Rp4.050.000
19	Galian Batu	2 wks	Thu 6/17/21	Thu 7/1/21	1455	M a n d e r [2], P e k e r j a [4]	Rp4.550.000
20	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	2 wks	Thu 6/24/21	Thu 7/8/21	19P5-30K	M a n d e r [2], P e k e r j a [4]	Rp4.250.000
21	Timbunan Biasa dari hasil galian	3 wks	Thu 7/29/21	Thu 8/19/21	15	M a n d e r [2], P e k e r j a [4]	Rp7.350.000
22	Timbunan Pilihan dari sumber galian	5 wks	Thu 8/19/21	Thu 9/15/21	21	M a n d e r [2], P e k e r j a [4]	Rp11.200.000
23	Penyiapan Badan Jalan	2 wks	Thu 8/19/21	Thu 8/19/21	24	M a n d e r [2], P e k e r j a [4]	Rp4.550.000
24	Pemotongan Pohon Pilihan diameter > 30 – 50 cm	0.5 wks	Thu 8/19/21	Thu 8/19/21	1255	M a n d e r, P e k e r j a [2]	Rp750.000
25	PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON SEMEN	3 wks	Thu 9/23/21	Thu 10/14/21			Rp7.350.000
26	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	1.5 wks	Thu 9/23/21	Mon 10/4/21	27	M a n d e r [2], P e k e r j a [4]	Rp3.850.000
27	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	1.5 wks	Thu 9/23/21	Mon 10/4/21	22	M a n d e r [2], P e k e r j a [4]	Rp3.850.000
28	PERKERASAN ASPAL	2.5 wks	Thu 10/14/21	Mon 11/1/21			Rp3.900.000
29	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	0.5 wks	Thu 10/14/21	Mon 10/19/21	28	M a n d e r, P e k e r j a	Rp750.000
30	Laston Lapis Aus (AC-WC)	1 wk	Thu 10/19/21	Mon 10/25/21	29	M a n d e r, P e k e r j a [7]	Rp1.950.000
31	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	0.5 wks	Thu 10/25/21	Thu 10/25/21	30	M a n d e r, P e k e r j a	Rp750.000
32	Bahan anti pengelupasan	0.5 wks	Thu 10/25/21	Mon 11/1/21	31	M a n d e r, P e k e r j a	Rp750.000
33	STRUKTUR	24.5 wks	Thu 5/20/21	Mon 11/8/21			Rp9.626.000
34	Beton struktur, fc'30 MPa	0.5 wks	Tue 7/20/21	Thu 7/22/21	41	M a n d e r, P e k e r j a [10], T	Rp1.950.000
35	Beton struktur, fc'20 MPa	4 wks	Tue 7/20/21	Mon 8/16/21	41	M a n d e r, P e k e r j a [10], T	Rp11.840.000
36	Beton , fc'15 MPa	0.5 wks	Tue 7/20/21	Thu 7/22/21	41	M a n d e r, P e k e r j a [10], T	Rp2.330.000
37	Beton, fc'10 Mpa	1 wk	Thu 11/2/21	Mon 11/8/21	32	M a n d e r, P e k e r j a [10], T	Rp3.150.000
38	Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 40.00 meter (K-500)	1.5 wks	Tue 8/17/21	Thu 8/26/21	33	M a n d e r, P e k e r j a [2]	Rp2.850.000
39	Penyediaan Paracetak Diafragma K-350 (Pengadaan + Pemasangan + Stressing)	1.5 wks	Thu 8/26/21	Mon 9/6/21	33	M a n d e r, P e k e r j a [10]	Rp3.350.000
40	Penyediaan Deck Slab (Pengadaan + Pemasangan)	1.5 wks	Tue 9/7/21	Thu 9/16/21	39	M a n d e r, P e k e r j a [10]	Rp3.550.000
41	Baja Tulangan Polos-BJTP 280	1.5 wks	Thu 7/2/21	Mon 8/16/21	4155	M a n d e r, P e k e r j a [8], T u	Rp7.450.000
42	Baja Tulangan Smp BJTS 280	4 wks	Thu 7/1/21	Thu 7/29/21	19	M a n d e r, P e k e r j a [8], T u	Rp11.240.000
43	Tiang Bor Beton, diameter 600 mm	1 wk	Thu 7/29/21	Thu 8/9/21	43	M a n d e r, P e k e r j a [4]	Rp1.230.000
44	Pengujian Pembebanan Dinamis Jenis PDT	1 wk	Thu 7/29/21	Thu 8/9/21	4455	M a n d e r, P e k e r j a [4]	Rp1.230.000
45	Pengujian Keutuhan Tiang dengan Pile Integrated Test (PIT)	4 wks	Thu 7/1/21	Thu 8/2/21	4155	M a n d e r [2], P e k e r j a [20]	Rp11.250.000
46	Pasangan Batu	0.5 wks	Thu 8/2/21	Mon 8/30/21	5955	M a n d e r, P e k e r j a [10]	Rp750.000
47	Sambungan Siar Muai Tipe Asphaltic Plug, Fixed	0.5 wks	Thu 8/17/21	Thu 8/19/21	5555	M a n d e r, P e k e r j a [10]	Rp750.000
48	Landasan Elastomerik Karet Sintetis Berlapis Baja Ukuran 480 Ml	1 wk	Thu 8/20/21	Thu 8/27/21	59	M a n d e r, P e k e r j a [10], T	Rp2.150.000
49	Papan Nama Jembatan	0.5 wks	Thu 8/20/21	Mon 8/24/21	6055	M a n d e r, P e k e r j a, T u k e r	Rp1.550.000
50	Pipa Drainase Baja diameter 114 Mm	0.5 wks	Thu 7/22/21	Mon 7/26/21	57	M a n d e r, P e k e r j a [3], T u	Rp1.550.000
51	PERKERJAAN HARIAN & PEKERJAAN LAIN-LAIN	24.5 wks	Tue 5/18/21	Thu 11/4/21			Rp13.000.000
52	Marka Jalan Termoplastik	0.5 wks	Tue 11/2/21	Thu 11/4/21	52	M a n d e r, P e k e r j a, T u k e r	Rp1.550.000
53	Rambu Jalan Tempgal dengan Permukaan Pemantul Engineering	0.5 wks	Tue 11/2/21	Thu 11/4/21	5455	M a n d e r, P e k e r j a, T u k e r	Rp1.550.000
54	Patok Pengarah	0.5 wks	Thu 7/22/21	Mon 7/26/21	54	M a n d e r	Rp1.550.000
55	Kerab Pracetak Jenis 4 (Penghalang Berparit / Barrier Gutter) t = 20 cm	0.5 wks	Thu 7/20/21	Thu 7/22/21	42	M a n d e r [10], T u k e r [2], T u k e r	Rp1.550.000
56	Pas. Baja Kanal 50.100.6 (Untuk Drainase)	0.5 wks	Thu 8/27/21	Mon 8/31/21	49	M a n d e r, P e k e r j a [10]	Rp750.000
57	Pekerjaan Cat Railing dan Kerab	0.5 wks	Thu 8/18/21	Thu 8/20/21			Rp1.550.000
58	Koral Sikat untuk Trotoar	0.5 wks	Thu 8/20/21	Mon 8/24/21	59	M a n d e r, P e k e r j a [10], T u	Rp1.550.000
59	Pembuatan Leneng	0.5 wks	Thu 8/20/21	Mon 8/24/21	59	M a n d e r, P e k e r j a [10], T u	Rp1.550.000
60	Pembuatan Tempal Patung	0.5 wks	Thu 8/20/21	Mon 8/24/21	6055	M a n d e r, P e k e r j a [10], T u	Rp1.550.000
61	Patung Tinggi 1.25 meter	0.5 wks	Thu 8/26/21	Thu 8/27/21	51	M a n d e r, P e k e r j a [10], T u	Rp1.550.000

Gambar 4. 1 Hasil Penjadwalan Dengan Metode CCPM (Critical Chain Project Management)

B. Perhitungan Project Buffer dan Feeding Buffer

Berikut ini merupakan langkah-langkah perhitungan *Project Buffer* sesuai dengan acuan yaitu *copy and paste method (C&PM)* dan *root square error method (RSEM)*:

Tabel 4. 1 Perhitungan Durasi Pekerjaan Kritis Sesuai Metode C&PM dan RSEM

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Aman (s)	Durasi Tercepat (a)	S-A	A/2	(A/2) ²
1	Mobilisasi	30	15	15	7.5	56.250
2	Penyiapan RKK	30	15	15	7.5	56.250
3	Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri	30	15	15	7.5	56.250
4	Asuransi dan Perizinan	30	15	15	7.5	56.250
5	Personil Keselamatan Konstruksi	30	15	15	7.5	56.250
6	Fasilitas Sarana, Prasarana dan Alat Kesehatan	30	15	15	7.5	56.250
7	Konsultasi Dengan Ahli Terkait Keselamatan Konstruksi	30	15	15	7.5	56.250
8	Kegiatan dan Peralatan Terkait Dengan Pengendalian Risiko Keselamatan	30	15	15	7.5	56.250
9	Pemotongan Pohon Pilihan diameter > 30 – 50 cm	1	0.5	0.5	0.25	0.063
10	Penyiapan Badan Jalan	4	2	2	1.00	1.000
11	Galian Biasa	6	3	3	1.50	2.250
12	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	6	3	3	1.50	2.250
13	Galian Batu	4	2	2	1	1.000
14	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	4	2	2	1	1.000
15	Timbunan Biasa dari hasil galian	6	3	3	1.5	2.250
16	Timbunan Pilihan dari sumber galian	10	5	5	2.5	6.250
17	Pasangan Batu dengan Mortar	6	3	3	1.5	2.250
18	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	3	1.5	1.5	0.75	0.563
19	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	3	1.5	1.5	0.75	0.563
20	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	11	5.5	5.5	2.75	7.563
21	Beton strukur, fc'20 MPa	8	4	4	2	4.000
22	Beton, fc'10 Mpa	2	1	1	0.5	0.250
23	Penyediaan Unit Pracetak Gelagar Tipe I Bentang 40.00 meter (K-600)	4	2	2	1	1.000
24	Penyediaan Paracetak Diafragma K-350 (Pengadaan + Pemasangan + Stressing)	6	3	3	1.5	2.250
25	Penyediaan Deck Slab (Pengadaan + Pemasangan)	6	3	3	1.5	2.250
26	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	1	0.5	0.5	0.25	0.063
27	Laston Lapis Aus (AC-WC)	2	1	1	0.5	0.250
28	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	1	0.5	0.5	0.25	0.063
29	Bahan anti pengelupasan	1	0.5	0.5	0.25	0.063
Total						487.188

Setelah di ketahui total maka dimasukan ke dalam rumus project buffer sesuai metode RSEM. Berikut ini merupakan hasil yang didapatkan dari proses perhitungan *Project Buffer* sesuai dengan Metode RSEM:

$$\begin{aligned}
 \text{Project Buffer} &= 2 \times \sqrt{\left(\frac{S-A}{2}\right)^2} \\
 &= 2 \times \sqrt{487.19} \\
 &= 2 \times 22,069 \\
 &= 44,138 \text{ Minggu} \approx 45 \text{ Minggu}
 \end{aligned}$$

Berikut ini merupakan langkah-langkah perhitungan *Feeding Buffer* sesuai dengan acuan yaitu *copy and paste method (C&PM)* dan *root square error method (RSEM)*:

Tabel 4. 2 Perhitungan Durasi Pekerjaan Non Kritis Sesuai Dengan Metode C&PM dan RSEM

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Aman (s)	Durasi Tercepat (a)	S-A	A/2	(A/2) ²
1	Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang, ukuran dalam 150 cm x 150 cm	2.00	1.00	1.00	0.50	0.25
2	Baja Tulangan Sirip BjTS 280	10.00	5.00	5.00	2.50	6.25
3	Pasangan Batu	8.00	4.00	4.00	2.00	4.00
4	Beton struktur, fc'30 MPa	2.00	1.00	1.00	0.50	0.25
5	Beton , fc'15 Mpa	2.00	1.00	1.00	0.50	0.25
6	Tiang Bor Beton, diameter 600 mm	8.00	4.00	4.00	2.00	4.00
7	Pengujian Pembebanan Dinamis Jenis PDLT	3.00	1.50	1.50	0.75	0.56
8	Pengujian Keutuhan Tiang dengan Pile Integrated Test (PIT)	2.00	1.00	1.00	0.50	0.25
9	Sambungan Siar Muai Tipe Asphaltic Plug, Fixed	1.00	0.50	0.50	0.25	0.06
10	Landasan Elastomerik Karet Sintetis Berlapis Baja Ukuran 480 Mm x 250 Mm x 101 Mm	1.00	0.50	0.50	0.25	0.06
11	Pas. Baja Kanal 50.100.6 (Untuk Drainase)	1.00	0.50	0.50	0.25	0.06
12	Marka Jalan Termoplastik	1.00	0.50	0.50	0.25	0.06
13	Rambu Jalan Tunggal dengan Permukaan Pemanjul Engineering Grade	1.00	0.50	0.50	0.25	0.06
14	Patok Pengarah	1.00	0.50	0.50	0.25	0.06
15	Kereb Pracetak Jenis 4 (Penghalang Berparit / Barrier Gutter) t = 20 cm	1.00	0.50	0.50	0.25	0.06
16	Koral Sikat untuk Trotoar	1.00	0.50	0.50	0.25	0.06

17	Sandaran (Railing)	2.00	1.00	1.00	0.50	0.25
18	Pekerjaan Cat Railing dan Kereb	1.00	0.50	0.50	0.25	0.06
19	Pembuatan Leneng	1.00	0.50	0.50	0.25	0.06
20	Papan Nama Jembatan	1.00	0.50	0.50	0.25	0.06
21	Pembuatan Tempat Patung	1.00	0.50	0.50	0.25	0.06
22	Patung Tinggi 1.25 meter	1.00	0.50	0.50	0.25	0.06
Total						16.88

Setelah di ketahui total maka dimasukkan ke dalam rumus *feeding buffer* sesuai metode RSEM. Berikut ini merupakan hasil yang didapatkan dari proses perhitungan *Feeding Buffer* sesuai dengan Metode RSEM:

$$\begin{aligned}
 \text{Feeding Buffer} &= 2 \times \sqrt{\frac{S-A}{2}} \\
 &= 2 \times \sqrt{16.88} \\
 &= 2 \times 4,108 \\
 &= 8,216 \text{ Minggu} \approx 9 \text{ Minggu}
 \end{aligned}$$

C. Estimasi biaya tenaga kerja waktu penyangga (*Buffer*)

Berdasarkan rekapitulasi biaya harian tenaga kerja pada seluruh pekerjaan diperoleh biaya yaitu sebesar **Rp.182,780,000.00**. Sehingga rata-rata biaya mingguantenaga kerja yaitu sebesar **Rp.4,250,697.67/minggu**.

Jadi total penghematan biaya tenaga kerja yang akan didapatkan yaitu sebesar **Rp.229,537,674.42** jika *Project Buffer dan Feeding Buffer* tidaki digunakana/dikonsumsi. Jika *Project Buffer dan Feeding Buffer* digunakan/dikonsumsi maka akan terjadi penambahan biaya tenaga kerja sesuai dengan jumlah *buffer* yang digunakan/dikonsumsi.

D. Perbandingan hasil penjadwalan dan pengestimasian biaya tenaga kerja

Setelah melakukan penjadwalan dengan menggunakan metode *Critical Chain Project Management (CCPM)* diketahui durasi yang didapatkan yaitu 25 minggu atau 175 hari, sedangkan durasi proyek yang didapatkan dari data sekunder berupa *time schedule* didapatkan durasi pelaksanaan yaitu sebesar 30 minggu atau 210 hari kalender. Jadi dengan menyusun ulang penjadwalan dengan menggunakan metode CCPM didapatkan percepatan waktu pelaksanaan yaitu sebesar 5 minggu atau 35 hari dari durasi eksisting proyek.

Penerapan metode CCPM ini juga berdampak pada biaya pelaksanaan khususnya biaya tenaga kerja. Berikut ini merupakan perbandingan biaya eksisting dengan biaya yang didapatkan dari hasil penerapan metode CCPM:

Tabel 4. 3 Perbandingan Biaya Tenaga Kerja Antara Biaya Awal Dengan Biaya CCPM

Uraian	Biaya Awal	Biaya CCPM	Perbandingan Biaya
Pekerja	Rp.51,680,000.00	Rp.49,300,000.00	Rp.2,380,000.00
Tukang	Rp.33,200,000.00	Rp.24,800,000.00	Rp.8,400,000.00
Mandor	Rp.161,920,000.00	Rp.82,280,000.00	Rp.79,640,000.00
Kepala Tukang	Rp.50,800,000.00	Rp.26,400,000.00	Rp.24,400,000.00
	Rp 297,600,000.00	Rp 182,780,000.00	Rp 114,820,000.00

Simpulan/Conclusion

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan terhadap waktu dan biaya pelaksanaan pada Proyek Pembangunan Jembatan Pangkung Dalem Ruas jalan SP.3 Gitgit-Wanagiri ini yaitu;

1. Durasi proyek yang didapatkan dari data sekunder yaitu sebesar 30 minggu (210) hari kalender. Setelah dilakukan penyusunan ulang penjadwalan dengan menggunakan CCPM didapatkan percepatan waktu pelaksanaan sebesar 5 minggu 35 hari kalender dari durasi eksisting. Jadi dengan menyusun ulang penjadwalan dengan menggunakan metode CCPM didapatkan percepatan waktu pelaksanaan yaitu sebesar 5 minggu atau 35 hari dari durasi eksisting proyek. Dari hasil perhitungan menggunakan RSEM didapatkan *Project Buffer* yaitu sebesar 45 Minggu. *Project Buffer* ini nantinya akan diletakkan pada akhir rantai kritis. Dari hasil perhitungan menggunakan Metode RSEM didapatkan *Feeding Buffer* yaitu sebesar 9 Minggu. *Feeding Buffer* ini nantinya akan diletakkan pada akhir rantai non kritis (*noncritical chain*).
2. Perbandingan biaya tenaga kerja antara biaya eksisting dengan biaya sesudah menggunakan metode CCPM adalah yang Rp.297,600,000.00 : Rp. 182,780,000.00 didapatkan selisih yaitu sebesar **Rp.114,820,000.00**. Jika *Project Buffer* tidak digunakan maka penghematan biaya tenaga kerja yang didapatkan dalam perhitungan ini yaitu sebesar **Rp. 191,281,395.35**. Jika *Feeding Buffer* tidak digunakan maka penghematan biaya tenaga kerja yang didapatkan dalam perhitungan ini yaitu sebesar **Rp.38,256,279.07**. Jadi total penghematan biaya tenaga kerja yang akan didapatkan yaitu sebesar **Rp.229,537,674.42** jika *Project Buffer dan Feeding Buffer* tidak digunakan/dikonsumsi. Jika *Project Buffer dan Feeding Buffer* digunakan/dikonsumsi maka akan terjadi penambahan biaya tenaga kerja sesuai dengan jumlah *buffer* yang digunakan/dikonsumsi.

Ucapan Terima Kasih/ Acknowledgment

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah bersedia memberikan informasi yang diperlukan dalam proses penyusunan skripsi ini. Serta kepada semua dosen penguji yang telah bersedia menguji skripsi yang telah disusun ini serta memberikan masukan untuk menyempurnakan skripsi yang telah saya susun.iii

Referensi/Reference

- [1] Cornelius Tri Hendradi, 2010. Microsoft Project 2010: Pendekatan Siklus Proyek, Andi Offset, Jakarta.
- [2] D. J. M. Akbar, 2018. "Modifikasi Perencanaan Jembatan Sipait Pekalongan Dengan Menggunakan Sistem Jembatan Busur Rangka Baja," pp. 5-7,
- [3] E. Dannyanti, 2010. "Optimalisasi pelaksanaan proyek dengan metode PERT dan CPM," Fak. Ekon. Universitas Diponegoro Semarang.
- [4] Goldratt, E. M. 1997. Critical Chain. Massachusetts: North River Press.
- [5] <http://repository.untag-sby.ac.id/4055/9/jurnal%20TA.pdf>
- [6] Husen, A. 2009. Manajemen Proyek Perencanaan, Penjadwalan & Pengendalian Proyek, C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- [7] Iman Soeharto, Ir, 1997, "Manajemen Proyek", Erlangga, Jakarta.
- [8] Leach, L. P. 2000. Critical Chain Management. Boston: Artech House.
- [9] Nasution, Siti Rohana, 2014, Penerapan Metode Critical Chain Project Management untuk Perencanaan Proyek Very Low Pressure Phase-II KEI Ltd, Jurnal Teknologi Tech
- [10] Saleh, N. 2005. Faktor-Faktor Yang Menyebabkan Klaim dan Penyelesaiannya Pada Industri Konstruksi. Faculty of Civil Engineering University Teknologi Malaysia.

- [11] Somantri, Agus. 2005. Studi Tentang Perencanaan Waktu dan Biaya Proyek Penambahan Ruang Kelas di POLITEKNIK Manufaktur pada PT. Haryang Kuning. Skripsi
- [12] “Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan,” pp. 35–36, 2006.