

**ANALISIS PENJADWALAN PROYEK DENGAN METODE PERT DAN
SIMULASI MONTE CARLO
(Studi Kasus: Proyek Pembangunan SMAN 2 Kuta Utara)**

Ni Kadek Chandra Kartika¹⁾, I Nyoman Suardika²⁾, Ni Kadek Sri Ebtha Yuni³⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi, Politenik Negeri Bali, Jl. Raya Uluwatu No.45, Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali.

Email: chandrak.dct@gmail.com

²⁾Jurusan Teknik Sipil Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi, Politenik Negeri Bali, Jl. Raya Uluwatu No.45, Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali.

Email: nsuardika@gmail.com

³⁾Jurusan Teknik Sipil Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi, Politenik Negeri Bali, Jl. Raya Uluwatu No.45, Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali.

Email: ebthayuni@pnb.ac.id

ABSTRAK

Manajemen proyek dibuat untuk menghindari atau meminimalisir kegagalan dan risiko proyek. Salah satu ketidakpastian yang mungkin dialami sebuah proyek ialah masalah durasi pengerjaan proyek. Metode yang sering digunakan untuk durasi pengerjaan, yaitu metode penjadwalan yang bersifat deterministik seringkali tidak berjalan sesuai dengan perencanaan awal, karena setiap proyek tidak akan selalu sama dengan proyek-proyek yang lain. Maka dari itu, salah satu cara untuk mempertimbangkan ketidakpastian dalam durasi sebuah proyek ialah dengan menganalisis penjadwalan tersebut dengan metode probabilistik, misalnya dengan menggunakan metode PERT atau simulasi Monte Carlo. Penelitian ini menggunakan hasil wawancara dengan pihak proyek dengan lokasi penelitian di Proyek Pembangunan SMA N 2 Kuta Utara, kemudian hasil wawancara diolah dengan metode PERT dan simulasi Monte Carlo dengan bantuan *Microsoft Project* dan program @RISK.

Berdasarkan hasil analisis data diperoleh hasil penjadwalan proyek dengan metode *Project Evaluation and Review Technique* (PERT) didapatkan durasi rata-rata selama 136 hari dengan probabilitas sekitar 51,54 %. Simulasi Monte Carlo pada proyek pembangunan SMAN 2 Kuta Utara didapatkan durasi rata-rata selama 133 hari dengan probabilitas sekitar 50,00 %. Hasil penjadwalan rencana proyek dengan durasi 138 hari didapatkan probabilitas sekitar 69,26 % dengan metode *Project Evaluation and Review Technique* (PERT) dan probabilitas sekitar 85,00 % dengan Simulasi Monte Carlo.

Kata Kunci : Penjadwalan, Proyek, Probabilitas, Metode PERT, Simulasi Monte Carlo

ABSTRACT

Project management is made to avoid or minimize project failures and risks. One of the uncertainties that may be experienced in a project is the problem of the duration of the project. The method that is often used for the duration of work, namely the deterministic scheduling method, often does not go according to the initial planning, because each project will not always be the same as other projects. Therefore, one way to consider the uncertainty in the duration of a project is to analyze the schedule using a probabilistic method, for example by using the PERT method or Monte Carlo simulation. This study uses the results of interviews with the project with the research location in the SMA N 2 North Kuta Development Project, then the results of the interviews are processed using the PERT method and Monte Carlo simulation with the help of Microsoft Project and the @RISK program.

Based on the results of data analysis, the results of project scheduling with the Project Evaluation and Review Technique (PERT) method obtained an average duration of 136 days with a probability of about 51.54%. The Monte Carlo simulation on the construction project of SMAN 2 Kuta Utara has an average duration of 133 days with a probability of about 50.00%. The results of scheduling a project plan with a duration of 138 days obtained a probability of about 69.26% with the Project Evaluation and Review Technique (PERT) method and a probability of about 85.00% with a Monte Carlo Simulation.

Keywords: Scheduling, Project, Probability, PERT Method, Monte Carlo Simulation

Pendahuluan/Introduction

Manajemen proyek merupakan suatu perencanaan, pengkoordinasian, dan pengawasan secara teliti menyangkut berbagai macam kegiatan proyek. Tujuan dari manajemen proyek adalah untuk mendapatkan metode atau cara yang paling baik agar dengan sumber-sumber daya yang terbatas diperoleh hasil yang maksimal [1]. Perencanaan dalam manajemen proyek perlu memperhatikan risiko dikarenakan banyaknya ketidakpastian yang dapat terjadi di dalam sebuah proyek. Salah satu ketidakpastian yang mungkin dialami di sebuah proyek ialah masalah durasi pengerjaan proyek. Metode yang sering digunakan untuk durasi pengerjaan dalam bentuk perencanaan jaringan (*network planning*), yaitu *Critical Path Method* (CPM) dan *Precendence Diagram Method* (PDM) yang masih bersifat deterministik. Akan tetapi, dalam pelaksanaannya metode penjadwalan yang bersifat deterministik seringkali tidak berjalan sesuai dengan perencanaan awal, karena setiap proyek tidak akan selalu sama dengan proyek-proyek yang lain [4]. Maka dari itu, salah satu cara untuk mempertimbangkan ketidakpastian dalam durasi sebuah proyek ialah dengan menganalisa penjadwalan tersebut dengan metode probabilistik, misalnya dengan menggunakan metode PERT dan simulasi Monte Carlo. Studi kasus penelitian ini yakni proyek Pembangunan SMA Negeri 2 Kuta Utara dengan jadwal rencana 138 hari, dalam perencanaan penjawalan proyek pembangunan SMA N 2 Kuta Utara ini masih menggunakan metode konvensional berupa kurva S pada *Microsoft Excel* tanpa adanya dasar metode apa yang dipakai dalam pembuatan jadwal rencana. Maka dari itu, diperlukan solusi berupa metode yang jelas untuk dipakai acuan dalam penyusunan jawal rencana dari kemungkinan-kemungkinan yang mungkin terjadi di proyek dengan menggunakan metode PERT dan simulasi Monte Carlo. Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah adalah berapa durasi dan probabilitas keberhasilan Proyek Pembangunan SMAN 2 Kuta Utara dengan analisis metode PERT dan analisis simulasi Monte Carlo serta berapa probabilitas keberhasilan Proyek Pembangunan SMAN 2 Kuta Utara dari jadwal rencana jika ditinjau berdasarkan hasil analisis metode PERT dan simulasi Monte Carlo. Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut untuk menganalisis durasi dan probabilitas keberhasilan Proyek Pembangunan SMAN 2 Kuta Utara dengan metode PERT dan simulasi Monte Carlo serta untuk menganalisis probabilitas keberhasilan Proyek Pembangunan SMAN 2 Kuta Utara dari jadwal rencana jika ditinjau berdasarkan hasil analisis metode PERT dan simulasi Monte Carlo.

Metode/Method

Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif kuantitatif, yaitu metode untuk memecahkan suatu masalah yang ada dengan cara mengumpulkan data, disusun, dijelaskan, diolah dan dianalisis sehingga diperoleh hasil akhir. Hasil akhir ini kemudian digunakan sebagai bahan untuk mengambil kesimpulan dari permasalahan yang ada. Pada penelitian ini, konsep metode *Project Evaluation and Review Technique* (PERT) dan simulasi Monte Carlo digunakan sebagai metode pengendalian waktu yang memperhatikan kinerja proyek. Obyek dalam penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Gedung SMAN 2 Kuta Utara. Analisis data penjadwalan dengan metode PERT dan simulasi Monte Carlo dilakukan dengan bantuan *Microsoft Excel* terlebih dahulu untuk merekap durasi yang didapat dari hasil wawancara, kemudian memasukan data yang terkait pada *Microsoft Project* untuk melakukan analisis pada program sehingga didapatkan hasil dengan metode PERT, sedangkan proses selanjutnya nantinya akan melakukan kalkulasi secara otomatis sesuai dengan rumus-rumus kalkulasi yang telah

dibuat oleh program ini dengan bantuan program tambahan yakni dari *RiskyProject Professional* untuk menjalankan simulasi Monte Carlo. Hasil analisis penjadwalan dengan metode PERT dari *Microsoft Project* dan hasil analisis penjadwalan dengan simulasi Monte Carlo dari *Microsoft Project* dengan bantuan *software add-in RiskyProject Professional* kemudian di hasil analisis kedua metode tersebut di analisis. Sehingga didapatkan hasil yang mengarah pada tujuan penelitian.

Hasil dan Pembahasan/ *Result and Discussion*

Berdasarkan hasil wawancara waktu optimis (t_a), waktu normal (t_b), waktu pesimis (t_m) pada pekerjaan arsitektur, struktur, dan MEP gedung kelas lantai 1 sampai lantai 3 SMAN 2 Kuta Utara. Setelah didapatkan hasil wawancara, data tersebut kemudian diolah dengan metode PERT. Tahapan yang pertama dilakukan pada metode PERT ialah analisis data dengan ketiga nilai durasi tersebut dipergunakan untuk menghitung durasi yang diharapkan (t_e). Setelah itu, dilakukan perhitungan standar deviasi ini berguna untuk perhitungan probabilitas dengan selesainya proyek sesuai dengan waktu yang diharapkan. Hasil analisis data dengan menghitung nilai durasi yang diharapkan (t_e), standar deviasi (s), dan varians (v) pada pekerjaan arsitektur, struktur, dan MEP gedung kelas lantai 1 sampai lantai 3 SMAN 2 Kuta Utara, dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 1 Durasi yang Diharapkan (t_e), Standar Deviasi (s), dan Varians (v)

No	Aktivitas	Durasi yang Diharapkan	Standar Deviasi	Varians
		t_e	s	$v(t_e)$
		(hari)	(hari)	(hari)
		$(t_a+4t_m+t_b)/6$	$1/6(b-a)$	$S^2 = (b-a/6)^2$
A	PEKERJAAN TANAH, GALIAN DAN PONDASI			
1	Pek. Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank	1.17	0.17	0.03
2	Pek. Galian Tanah	2.17	0.50	0.25
3	Pek. Urugan Pasir T = 5 cm	1.17	0.17	0.03
4	Pek. Batu Kosong T = 20 cm	2.17	0.50	0.25
5	Pek. Pas. Batu Kali Camp. 1 PC : 5 PS	4.17	0.83	0.69
	Dst.			

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2022

Dengan bantuan *Microsoft Project*, dilakukan analisis data dengan memasukkan waktu optimis (t_a), waktu normal (t_m), dan waktu pesimis (t_b) dari hasil wawancara kemudian memasukkan *predecessors* setiap pekerjaan dengan memakai satu tipe antar kegiatan yaitu *Finish to Start* (suatu pekerjaan bisa dilaksanakan apabila pekerjaan sebelumnya telah selesai dilaksanakan). Untuk mencari hasil metode PERT diperlukan mencari lintasan kritis pada *Microsoft Project* untuk mencari pekerjaan yang memiliki lintasan kritis (lintasan yang memiliki durasi terpanjang yang melalui jaringan atau lintasan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan). Dari pekerjaan kritis tersebut didapatkan durasi rata-rata dengan menjumlahkan pekerjaan yang memiliki lintasan kritis dan merupakan durasi metode PERT. Item pekerjaan yang memiliki lintasan kritis dengan durasi yang diharapkan (t_e), standar deviasi kegiatan (s) dan varians kegiatan (v) pada tabel 4.5 berikut:

Tabel 4. 2 Durasi yang Diharapkan (t_e), Standar Deviasi (s) dan Varians (v) Lintasan Kritis

No	Uraian Pekerjaan	Durasi yang Diharapkan (t_e)	Standar Deviasi (s)	Varians (v)
A.	PEKERJAAN TANAH, GALIAN DAN PONDASI			
1	Pek. Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank	1.17	0.17	0.03
2	Pek. Galian Tanah	2.17	0.50	0.25
3	Pek. Urugan Pasir T = 5 cm	1.17	0.17	0.03
4	Pek. Batu Kosong T = 20 cm	2.17	0.50	0.25
5	Pek. Pas. Batu Kali Camp. 1 PC : 5 PS	4.17	0.83	0.69
	Dst.			
DURASI PROYEK RATA-RATA (Σt_e)				136
STANDARD DEVIASI (Σs)				4.30
VARIANS DURASI PROYEK (Σv)				18.53

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2022

Jadi, durasi yang diharapkan (t_e) yaitu 136 hari, standar deviasi kegiatan (s) yaitu 4,30, dan varians kegiatan (v) yaitu 18,53 pada lintasan kritis. Hubungan antara durasi yang diharapkan (t_e) dengan target $T(d)$ pada metode PERT dinyatakan dengan z dan untuk varian kegiatan dihitung dengan menjumlahkan nilai varian kegiatan pada lintasan kritis. Berikut ini tabel perhitungan nilai z serta mencari angka probabilitas keberhasilan dengan cara mengembalikan distribusi normal untuk rata-rata dan simpangan. Selain itu, untuk mencari *bar chart* serta kurva S dibutuhkan perhitungan *probability distribution function* (PDF) dan *cumulative distribution function* (CDF) pada tabel 4.6 berikut:

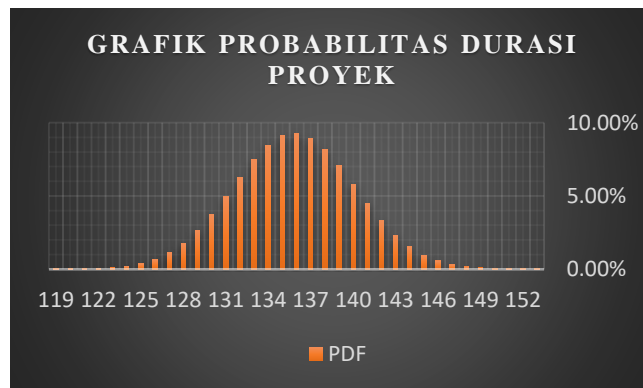
Tabel 4. 3 Nilai Z, Probabilitas, PDF, dan CDF

Durasi	Z	PDF	CDF	Probabilitas

	$(Durasi-te)/V$	Norm.Dist (Durasi, te, s , False)	Norm.Dist (Durasi, te, s , True)	Norm.Dist (z)
132	(0.89)	6.23%	18.66%	18.66%
133	(0.66)	7.46%	25.52%	25.52%
134	(0.43)	8.46%	33.51%	33.51%
135	(0.19)	9.10%	42.32%	42.32%
136	0.04	9.26%	51.54%	51.54%
	Dst.			
			TOTAL	100.00%

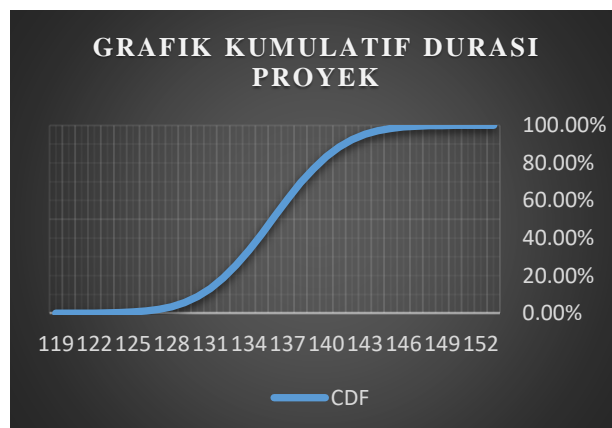
Sumber: Hasil Pengolahan Data 2022

Hasil perhitungan probabilitas durasi proyek disajikan dalam bentuk *barchart* probabilitas PERT pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Grafik Probabilitas Durasi Proyek

Hasil perhitungan kumulatif durasi proyek disajikan dalam bentuk kurva CDF pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Grafik Kumulatif Durasi Proyek

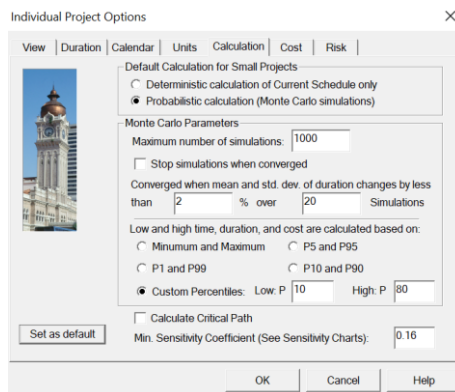
Tabel 4. 4 Perbandingan Jadwal Rencana Berdasarkan Metode PERT dan Jadwal Metode PERT

Jadwal	Durasi (Minggu)	Durasi (Hari)	Probabilitas
Jadwal Rencana Berdasarkan Metode PERT	20	138	69,26%

Jadwal Metode PERT	19	136	51,54%
--------------------	----	-----	--------

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2022

Simulasi Monte Carlo yang dilakukan dengan bantuan program @RISK versi 7.2. Penjadwalan dengan metode Monte Carlo dilakukan dengan cara melakukan kuisioner terhadap pihak yang berkompeten (konsultan pengawas) untuk mendapatkan estimasi waktu untuk setiap pekerjaan proyek yaitu waktu optimis (*ta*), waktu realistis/*most likely* (*tm*) dan waktu pesimis (*tb*) menurut pengalaman profesional dari kontraktor. Kemudian data hasil kuisioner tersebut diolah dengan program @RISK 7.2 dengan standar deviasi dibawah 2%. Data masukan di @RISK paa gambar 4.4 berikut.



Gambar 4. 1 Data Masukan Simulasi Monte Carlo Pada @RISK 7.2

Serta menggunakan *triangular distribution* yang merupakan model distribusi yang menggunakan 3 angka sebagai batas nilainya yaitu batas waktu optimis/minimum (*ta*), waktu realistis/*most likely* (*tm*) dan waktu pesimis/maksimum (*tb*). Setelah semua data yang diinginkan telah dimasukan pada program @RISK 7.2, maka dilakukan kalkulasi simulai Monte Carlo. Adapun hasil simulasi Monte Carlo dengan @RISK 7.2 pada *Microsoft Project*, dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut:

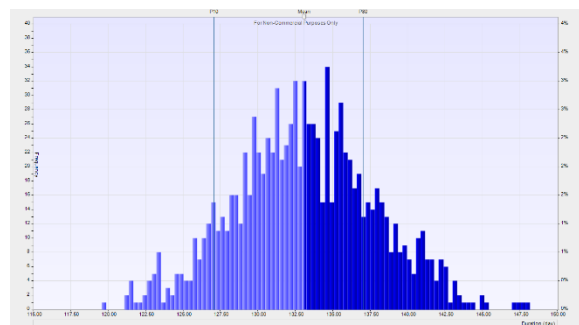
Tabel 4. 5 Hasil Analisis Monte Carlo dengan *Microsoft Project Add In @RISK 7.2*

<i>Task Name</i>	<i>Result Low Duration</i>	<i>Result Mean Duration</i>	<i>Result High Duration</i>	<i>Start Mean</i>	<i>Start Finish</i>
ANALISA MONTE CARLO	127.44 days	133.47 days	136.78 days	8/15/2021 13:13	12/26/2021 16:16
A. PEKERJAAN TANAH, GALIAN DAN PONDASI	11.18 days	13.6 days	15.34 days	8/15/2021 14:15	8/29/2021 10:01
1. Pek. Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank	1.34 days	1.65 days	1.9 days	8/16/2021 8:00	8/17/2021 14:12
2. Pek. Galian Tanah	2.04 days	2.39 days	3.05 days	8/15/2021 14:15	8/18/2021 8:23
3. Pek. Urugan Pasir T = 5 cm	1.6 days	2 days	2 days	8/22/2021 8:00	8/23/2021 17:00
4. Pek. Batu Kosong T = 20 cm	2.45 days	2.89 days	2.89 days	8/22/2021 8:00	8/24/2021 16:09
5. Pek. Pas. Batu Kali Camp. 1 PC : 5 PS	4.33 days	4.33 days	5.04 days	8/22/2021 16:12	8/27/2021 8:22

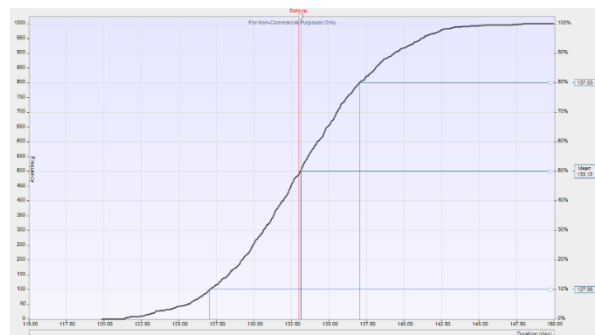
6. Pek. Urugan Tanah Kembali	2.81 days	2.9 days	3.12 days	8/25/2021 8:55	8/28/2021 8:06
7. Pek. Urugan Sirtu Padat Peninggian Level	2.77 days	3.05 days	3.18 days	8/26/2021 8:06	8/29/2021 8:31
Dst					

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2022

Jadi, durasi yang diharapkan (te) pelaksanaan proyek dari hasil simulasi Monte Carlo yaitu 133,47 hari atau dapat dibulatkan menjadi 133 hari, standar deviasi kegiatan (s) yaitu 4,71, dan varians kegiatan (v) yaitu 22,23. Hasil perhitungan probabilitas durasi proyek dari tabel 4.6 disajikan dalam bentuk *barchart* probabilitas Monte Carlo pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 2 Grafik Probabilitas (PDF) Durasi Proyek Simulasi Monte Carlo



Gambar 4. 3 Grafik Kumulatif (CDF) Durasi Proyek Simulasi Monte Carlo

Tabel 4. 6 Perbandingan Jadwal Rencana Berdasarkan Simulasi Monte Carlo dan Jadwal Simulasi Monte Carlo

Jadwal	Durasi (Minggu)	Durasi (Hari)	Probabilitas
Jadwal Rencana Berdasarkan Simulasi Monte Carlo	20	138	85,00%
Jadwal Simulasi Monte Carlo	18	133	50,00%

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2022

Simpulan/ Conclusion

Berdasarkan penelitian yang dilakukan mengenai “Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Metode PERT dan Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus: Proyek Pembangunan SMAN 2 Kuta Utara)” dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil penjadwalan proyek dengan metode *Project Evaluation and Review Technique* (PERT) pada proyek pembangunan SMAN 2 Kuta Utara didapatkan durasi rata-rata selama 136 hari dengan probabilitas sekitar 51,54 %.

2. Hasil penjadwalan proyek dengan simulasi Monte Carlo pada proyek pembangunan SMAN 2 Kuta Utara didapatkan durasi rata-rata selama 133 hari dengan probabilitas sekitar 50,00 %.
3. Hasil penjadwalan rencana proyek dengan durasi 138 hari didapatkan probabilitas sekitar 69,26 % dengan metode *Project Evaluation and Review Technique* (PERT) dan probabilitas sekitar 85,00 % dengan Simulasi Monte Carlo.

Ucapan Terima Kasih/ Acknowledgment

Dalam penyusunan penelitian ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan 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 Sudiasa, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali. Bapak Ir. I Nyoman Suardika, MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali. Bapak I Made Sudiarsa, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Diploma IV Manajemen Proyek Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali. Bapak Ir. I Nyoman Suardika, MT., selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Ni Kadek Sri Ebtha Yuni, SST., MT. yang telah memberikan bimbingan dan arahan secara langsung maupun tidak langsung selama penyusunan skripsi ini. 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 pihak Kontraktor CV. Jaya Kerthi yang telah memberikan saya kesempatan untuk melakukan penelitian. Keluarga dan rekan-rekan mahasiswa serta pihak lain yang telah banyak membantu penulis dalam menyusun skripsi ini.

Referensi/ Reference

- [1] Ervintanto I, Wulfarm, Teori Aplikasi Manajemen Proyek Kontruksi. Yogyakarta: Ardi, 2004.
- [5] Kusnanto, Penjadwalan Proyek Konstruksi Dengan Metode PERT. Surakarta: Universitas Sebelas Maret, 2010.
- [6] Cleland, D. I., & King, W. R, *Systems Analysis and Project Management*. New York: Mc Graw-Hill, 1987.
- [4] Project Management Institute, Inc, *A Guide To The Project Management Body of Knowledge*. USA: Campus Boulevard, 2017.
- [12] Frederika, Arianty, Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambahkan Jam Kerja Optimum pada Proyek Kontruksi. Skripsi. Denpasar: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Udayana, 2010.
- [16] Wyrozębski, Wyrozębska, *Challenges of project planning in the probabilistic approach using PERT, GERT and Monte Carlo*. Poland: Department of Project Management, Warsaw School of Economics (SGH) Warsaw, 2013.
- [17] Carl L. Pritchard, *Risk Management: Concepts and Guidance*. USA: E S I Intl, 2001.
- [18] Susandra, Modul Panduan Microsoft Excel. Lhokseumawe: Bina Informasi dan Teknologi (BIT) MAN, 2010.
- [19] Musyafa, Rancang Bangun Sistem Prabayar pada PDAM Berbasis Arduino Uno R3. Surabaya: Jurusan Sistem Komputer STIMIK STIKOM, 2014.
- [20] Adi, Kusrianto, Pengantar Desain Komunikasi Visual. Yogyakarta: Andi Offset, 2007.