

## Faktor Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Gedung Balai Nikah dan Manasik Haji Kecamatan Dumoga Utara di Kabupaten Bolaang Mongondow

Teguh Hadi Riswanto<sup>1</sup>, Sely Novita Sari<sup>2</sup>, Rizal Maulana<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi: [sely.novita@itny.ac.id](mailto:sely.novita@itny.ac.id).

### ABSTRAK

Pada perencanaan sebuah proyek, perlu adanya penjadwalan kegiatan yang dapat menjadi pedoman oleh pelaksana dalam melaksanakan kegiatannya di lapangan, ini menunjukkan bahwa penjadwalan sangat berpengaruh pada pelaksanaan sebuah proyek. Penjadwalan proyek yang bagus dapat membuat sebuah proyek berjalan secara efektif dan efisien, namun kenyataannya di lapangan tidak selalu sama dengan apa yang direncanakan. Dalam hal ini, dapat dilihat pada pelaksanaan Pembangunan Gedung Balai Nikah dan Manasik Haji Kecamatan Dumoga Utara di Kabupaten Bolaang Mongondow. Dalam proses pembangunan Pembangunan Gedung Balai Nikah dan Manasik Haji Kecamatan Dumoga Utara di Kabupaten Bolaang Mongondow, terjadi keterlambatan yang disebabkan beberapa faktor di lapangan, sehingga terjadinya keterlambatan sebesar 25 hari yang pada awalnya direncanakan untuk selesai dalam 120 hari namun pada lapangan proyek tersebut selesai dalam 145 hari. Karena hal ini terjadi maka dilakukan analisis pada penjadwalan proyek agar dapat mengetahui apa penyebab terjadinya keterlambatan pada proyek. Dari hasil analisis yang didapatkan, penyebab terjadinya keterlambatan ada pada item pekerjaan pondasi. Faktor – faktor yang menyebabkan terjadinya keterlambatan adalah faktor cuaca yang kurang mendukung, kurangnya tenaga kerja, dan kontraktor.

**Kata kunci:** Keterlambatan, FTA, Gedung

### ABSTRACT

*In planning a project, it is necessary to have an activity schedule that can be used as a guide by implementers in carrying out their activities in the field, this shows that scheduling is very influential in the implementation of a project. Good project scheduling can make a project run effectively and efficiently, but in reality it is not always the same as what was planned. In this case, it can be seen in the implementation of the construction of the Marriage Hall and Hajj Pilgrimage Building in Dumoga Utara District in Bolaang Mongondow Regency. In the construction process for the construction of the Balai Nikah and Manasik Haji Building, North Dumoga District in Bolaang Mongondow Regency, there were delays caused by several factors in the field, resulting in a delay of 25 days which was originally planned to be completed in 120 days but in the field the project was completed in 145 days. Because this happens, an analysis of project scheduling is carried out in order to find out what causes delays in the project. From the results of the analysis obtained, the cause of the delay is in the foundation work item. Factors that cause delays are unfavorable weather, lack of labor, and contractors.*

**Keyword :** Delay, FTA, Building

### PENDAHULUAN

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu (bangunan/konstruksi) dalam Batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Suatu proyek merupakan upaya yang mengerahkan sumber daya yang tersedia, yang diorganisasikan untuk tujuan, sasaran dan harapan penting tertentu serta harus diselesaikan dalam jangka waktu terbatas sesuai dengan kesepakatan [1]. Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut melibatkan pihak-pihak yang terkait, baik secara langsung maupun secara tidak langsung.

Proyek konstruksi adalah suatu upaya untuk mencapai hasil dalam bentuk infrastruktur. Proyek konstruksi adalah suatu upaya untuk mencapai suatu hasil dalam bentuk infrastruktur [2]. Dalam suatu proyek konstruksi terdapat Batasan yang mendasar berupa biaya yang dianggarkan serta mutu dan waktu yang harus terpenuhi, ketiga hal ini disebut dengan tiga pembatas (*triple constraint*). Karena itu, pentingnya membuat penjadwalan waktu yang efektif dan efisien merupakan sebuah prioritas dalam perencanaan sebuah proyek

konstruksi. Dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan, maka penjadwalan yang benar dalam pembangunan sebuah proyek tentunya dapat mempengaruhi efisiensi dan kinerja yang dilakukan, sehingga menyebabkan sebuah proyek dapat dilakukan dengan cepat, bermutu dan *cost-efficient* [3]. Dalam setiap proyek memiliki time schedule yang sudah direncanakan dan pelaksana proyek harus mengikuti time schedule sebagai pedoman dalam pelaksanaan proyek [4]. Namun time schedule yang direncanakan dan praktek yang terjadi di lapangan belum tentu sama. Realita di lapangan menunjukkan bahwa suatu proyek tidak dapat dipastikan akan dapat ditepati.

Keterlambatan yang terjadi pada sebuah proyek dapat menghambat waktu dan menyebabkan kerugian biaya [5]. Keterlambatan konstruksi dapat didefinisikan sebagai waktu pelaksanaan yang tidak dimanfaatkan sesuai dengan rencana kegiatan sehingga menyebabkan satu atau beberapa kegiatan mengikuti menjadi tertunda atau tidak diselesaikan tepat sesuai jadwal yang telah direncanakan [6]. Pada Proyek Pembangunan Gedung Balai Nikah dan Manasik Haji Kecamatan Dumoga Utara, dapat dilihat salah satu contoh dimana pelaksanaan proyek tidak sesuai dengan jadwal yang direncanakan sebelumnya. Pada proyek tersebut, telah direncanakan akan selesai dalam 120 hari, sedangkan dalam proses pelaksanaan proyek tersebut selesai dalam 145 hari, berarti ada keterlambatan sebesar 25 Hari.

Dalam manajemen proyek, tahap pelaksanaan waktu melibatkan sejumlah proses, termasuk definisi kegiatan (identifikasi kegiatan yang harus dilakukan untuk mencapai tujuan proyek), pengurutan kegiatan (menentukan urutan logis kegiatan), estimasi durasi kegiatan dan sumber daya (perkiraan waktu dan sumber daya yang dibutuhkan untuk setiap kegiatan), penyusunan jadwal (menentukan waktu mulai dan selesai setiap kegiatan), serta pengawasan jadwal (memantau perubahan yang mempengaruhi jadwal proyek). Terdapat tujuh kategori faktor yang berpotensi mempengaruhi waktu pelaksanaan konstruksi, termasuk faktor-faktor seperti tenaga kerja (termasuk kualifikasi dan motivasi pekerja), bahan (termasuk pengiriman dan kualitas bahan), peralatan (ketersediaan dan kualitas), karakteristik tempat (termasuk lingkungan proyek), faktor manajerial (pengawasan dan komunikasi), keuangan (pembayaran pemilik dan harga material), serta faktor-faktor lain seperti kondisi cuaca dan ekonomi [7]. Pengawasan yang efektif oleh pengawas proyek dan motivasi pekerja dapat mempengaruhi kualitas pelaksanaan jadwal proyek sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan.

*Fault tree analysis* (FTA) pertama kali diperkenalkan pada tahun 1962 di Bell Laboratories oleh H.A Watson dalam konteks evaluasi keselamatan sistem peluncuran rudal Minuteman antar benua. Kemudian, Boeing mulai menerapkan FTA pada sistem konstruksi pesawat terbang sipil mereka. FTA adalah model grafis yang mencakup berbagai kombinasi peristiwa dan kesalahan yang dapat menyebabkan peristiwa tidak diinginkan yang sudah diketahui sebelumnya. FTA adalah alat untuk menganalisis dan mengevaluasi jalur kegagalan dalam sistem dengan tampilan visual dan mengidentifikasi tingkat bahaya [8]. FTA digambarkan sebagai metode untuk mengidentifikasi penyebab potensial kegagalan sistem dan menghitung peluang kejadian kegagalan tersebut [9]. Dalam FTA, terdapat beberapa istilah penting, termasuk *Event* (peristiwa penyimpangan dari keadaan normal), *Top Event* (kejadian puncak dalam fault tree yang dianalisis lebih lanjut), *Logic Gate* (hubungan logis antara input dalam bentuk "and" dan "or"), *Transferred Event* (simbol transfer yang menunjukkan lanjutan kejadian di halaman lain), *Undeveloped Event* (kejadian dasar yang tidak dikembangkan lebih lanjut karena kurangnya informasi), dan *Basic Event* (kejadian dasar yang dianggap sebagai penyebab utama dan tidak memerlukan analisis lebih lanjut).

Banyak faktor yang mungkin mengakibatkan keterlambatan pada beberapa pekerjaan di dalam sebuah proyek, maka pada kasus seperti ini, perlu dilakukan pengkajian ulang untuk mengetahui pekerjaan atau kegiatan yang mengalami keterlambatan dan faktor-faktor yang menyebabkannya. Untuk mencapai hal tersebut, dapat digunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA), yaitu metode yang digunakan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya keterlambatan pekerjaan atau kegiatan pada sebuah proyek. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pekerjaan yang mengalami keterlambatan, mengidentifikasi faktor-faktor penyebab keterlambatan, dan menghasilkan analisis faktor-faktor keterlambatan menggunakan metode FTA, dalam konteks Proyek Pembangunan Gedung Balai Nikah dan Manasik Haji Kecamatan Dumoga Utara [8].

Manfaat penelitian ini mencakup penggunaan hasil penelitian sebagai acuan bagi pembaca untuk memahami faktor-faktor keterlambatan dalam proyek konstruksi, memberikan pengalaman bagi peneliti, serta menjadi referensi bagi peneliti lain. Penelitian ini juga dapat bermanfaat bagi industri konstruksi yang menghadapi masalah keterlambatan proyek, serta dapat menjadi dasar untuk penelitian selanjutnya.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder dalam pengumpulannya. Data primer melibatkan wawancara dengan responden, khususnya konsultan pengawas, untuk memahami faktor-faktor

penyebab keterlambatan proyek. Sementara data sekunder diperoleh dari instansi terkait dan studi literatur lainnya, termasuk Kurva S dan laporan mingguan dan bulanan.

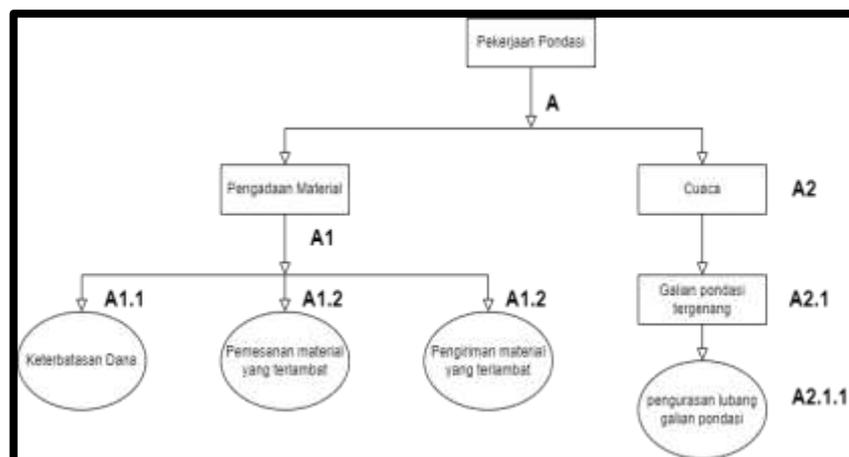
Proses pengumpulan data dilakukan selama dua hari pada akhir pekan, yakni Sabtu dan Minggu, dengan fokus pada wawancara dan pengumpulan data primer dari proyek tersebut. Analisis data dilakukan dengan pendekatan kualitatif dan format deskriptif menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Langkah-langkah analisis melibatkan identifikasi kegiatan penyebab keterlambatan, penentuan intermediate event utama, identifikasi intermediate event lanjutan dan *basic event* sebagai faktor penyebab, serta menentukan penggunaan *logic gate* dalam *fault tree*. Selain itu, dilakukan analisis minimal *cut set* dari *fault tree* dengan menggunakan *Method of Obtaining Cut Sets* (MOCUS) untuk menentukan faktor dan kombinasi faktor yang menyebabkan keterlambatan pada proyek. Peralatan penelitian yang digunakan mencakup smartphone untuk dokumentasi visual, laptop untuk pengolahan data, dan alat tulis-menulis [9]

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Objek penelitian pada penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Gedung Balai Nikah dan Manasik Haji Kecamatan Dumoga Utara yang berada di Kabupaten Bolaang Mongondow Provinsi Sulawesi Utara. Kantor tersebut dibawah Kementerian Agama merupakan lembaga untuk melakukan pelayanan-pelayanan keagamaan dan juga berperan dalam kerukunan umat beragama baik secara internal maupun eksternal. Proyek ini direncanakan akan selesai dengan durasi rencana selama 120 hari sedangkan pada pelaksanaannya terjadi keterlambatan sehingga menyebabkan durasi penyelesaian menjadi 145 hari. Pertama, data yang didapat dari proyek adalah data Time Schedule. Setelahnya dilakukan wawancara terhadap responden yang dilakukan pada tanggal 15 juni 2022 untuk mendapatkan data yang berfungsi untuk melakukan identifikasi penyebab keterlambatan pada proyek pembangunan Gedung Balai Nikah dan Manasik Haji Kecamatan Dumoga Utara.

### Analisis Pada Pekerjaan Pondasi

Selama wawancara, responden menyoroti bahwa keterlambatan terjadi pada kegiatan pondasi, yang juga menjadi bagian dari lintasan kritis dalam time schedule proyek. Keterlambatan ini mungkin disebabkan oleh cuaca buruk dengan curah hujan tinggi yang mengakibatkan lubang galian tergenangi air hujan. Akibatnya, pekerjaan pondasi harus ditunda hingga curah hujan mereda dan lubang galian dikeringkan. Selain cuaca buruk, keterlambatan juga terkait dengan keterbatasan dana dari pemilik proyek. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa faktor-faktor dasar yang menyebabkan keterlambatan dalam pekerjaan galian meliputi cuaca buruk, lubang galian yang banjir, perlu dilakukannya pengurusan lubang galian, keterlambatan dalam cairnya dana, kekurangan material bangunan, dan keterlambatan dalam pemesanan dan pengiriman material. Semua faktor ini berkontribusi pada penundaan dalam proyek konstruksi tersebut.



Gambar 1. Diagram FTA keterlambatan pada pekerjaan pondasi

### Analisis Pada Kurangnya Tenaga Kerja

Dari identifikasi yang dilakukan, diketahui basic event penyebab keterlambatan pada pekerjaan pondasi adalah :

**Kurangnya ketersediaan tenaga kerja**

Kurangnya tenaga kerja merupakan salah satu faktor yang cukup mempengaruhi keterlambatan pembangunan Gedung Balai Nikah dan Manasik Haji Kecamatan Dumoga Utara.

**Kelelahan**

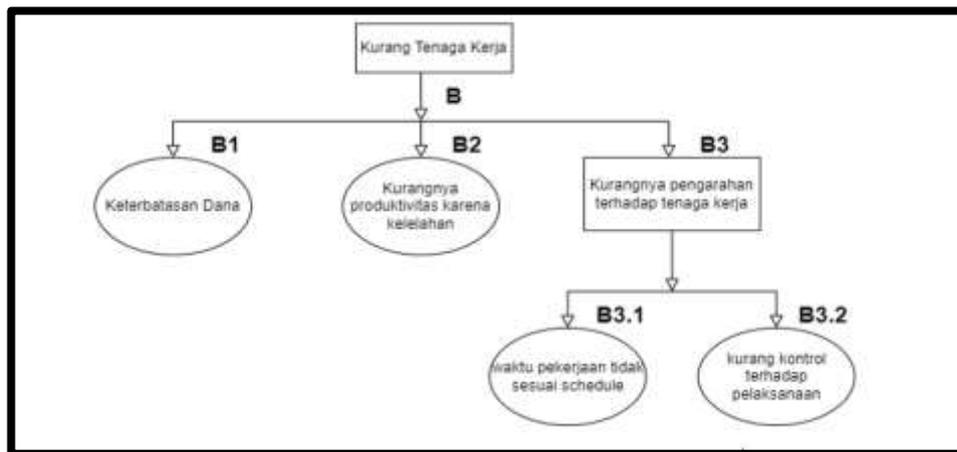
Karena kurangnya tenaga kerja sehingga para pekerja harus bekerja lebih ekstra dari prosi yang seharusnya sehingga dapat membuat para pekerja kelelahan yang akhirnya membuat pekerjaan yang dilakukan menjadi kurang produktif.

**Kurangnya kontrol terhadap pelaksanaan**

Pada saat pelaksanaan terutama dengan kondisi tenaga kerja tidak sesuai kebutuhan, maka dibutuhkan kontrol terhadap pelaksanaan kegiatan yang lebih mengingat semakin besar pula kemungkinan terjadinya kesalahan pada pelaksanaan pekerjaan oleh pekerja.

**Waktu pelaksanaan mundur**

Kurangnya tenaga kerja serta cuaca yang tidak mendukung membuat pekerjaan tidak dapat dilaksanakan sesuai *time schedule* yang telah direncanakan.



Gambar 2. Diagram FTA Kekurangan Tenaga Kerja

**Analisis Kombinasi Basic Event**

Setelah mengidentifikasi *basic event* dalam *fault tree*, langkah berikutnya adalah melakukan analisis minimal cut set menggunakan MOCUS (*Method for Obtaining Cut Sets*). Cut set adalah kombinasi peristiwa yang, jika terjadi semua sekaligus, akan menyebabkan terjadinya *top event* dalam *fault tree*. Minimal cut set adalah kombinasi peristiwa paling kecil yang dapat menyebabkan kejadian yang tidak diinginkan. Perhitungan minimal cut set melibatkan penggunaan logika "or" dan "and" dengan simbol (+) dan (\*), yang menghubungkan peristiwa dalam *fault tree*. Dalam konteks penelitian, Rosdianto (2017) telah menggunakan kuesioner untuk mengumpulkan probabilitas kegagalan dari *basic event* dalam *fault tree* sebagai bagian dari analisis risiko keterlambatan dalam proyek pembangunan apartemen taman melati Surabaya.

Tabel 1. Probabilitas Basic Event

Kode Kejadian	Event	Probabilitas
A1.1	Keterbatasan dana	0,2
A1.2	Pemesanan Material yang terlambat	0,2
A1.3	Pengiriman Material yang terlambat	0,2
A2	Cuaca	0,4
A2.1	Lubang galian pondasi tergenang air hujan	0,2
A.2.1.1	Pengurusan Lubang Galian pondasi	0,2
B1	Keterbatasan dana	0,2
B2	Kurangnya produktivitas dikarenakan kelelahan	0,4
B3	Kurangnya arahan terhadap tenaga kerja	0,2
B3.1.1	Waktu pelaksanaan tidak sesuai dengan schedule	0,2
B3.2.1	Kurangnya kontrol terhadap pelaksanaan	0,2

**Analisa MOCUS pada Pekerjaan Pondasi Normalitas**

*Faktor Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Gedung Balai Nikah dan Manasik Haji Kecamatan Dumoga Utara di Kabupaten Bolaang Mongondow (Teguh Hadi Riswanto)*

Dari hasil analisa MOCUS, didapatkan 4 basic event yang dapat menyebabkan keterlambatan dan minimal cut set dalam *fault tree* pekerjaan persiapan adalah A1.1; A1.2; A1.3; A2.1 Minimal cut set diatas menjelaskan bahwa pekerjaan pondasi akan gagal apabila kombinasi basic event dari faktor pengadaan material keterbatasan dana, pemesanan material yang terlambat, pengiriman material yang terlambat serta dari faktor cuaca yaitu tergenangnya lubang galian pondasi. Dari data *Cut Set* yang didapat, maka dilakukan perhitungan probabilitas yaitu:

$$\begin{aligned} A &= A1 \cdot A2 \\ &= (A1.1 \cdot A1.2 \cdot A1.3) \cdot (A2.1) \\ &= (A1.1 \cdot A1.2 \cdot A1.3) \cdot (A2.1 \cdot (A2.1.1)) \\ &= 0.00064 \end{aligned}$$

**Tabel 2.** Analisa MOCUS pada pekerjaan pondasi

Top Event	Langkah		
	1	2	3
A	A1;A2	A1.1;A1.2;A1.3;A2.1	A1;A2.1.1

### Analisa MOCUS pada Faktor Kekurangan Tenaga Kerja

Dari hasil analisa MOCUS, didapatkan 2 basic event yang dapat menyebabkan keterlambatan dan minimal cut set dalam *fault tree* pekerjaan pondasi adalah B3.1;B3.2 Minimal cut set diatas menjelaskan bahwa jika kekurangan tenaga kerja akan gagal apabila kombinasi basic event dari faktor keterbatasan dana, kurangnya produktivitas tenaga kerja dikarenakan kelelahan, kurangnya pengarahan terhadap tenaga kerja dikarenakan waktu pekerjaan tidak sesuai schedule serta kurangnya kontrol terhadap pelaksanaan. Dari data *Cut Set* yang didapat, maka dilakukan perhitungan probabilitas yaitu :

$$\begin{aligned} B &= B1 \cdot B2 \cdot B3 \\ &= (B1) \cdot (B2) \cdot (B3 \cdot (B3.1 \cdot B3.2)) \\ &= 0.0064 \end{aligned}$$

**Tabel 3.** Analisa MOCUS Pada Faktor Kekurangan Tenaga Kerja

Top Event	Langkah	
	1	2
B	B1;B2;B3	B1;B2;B3.1;B3.2

### Pembahasan

Setelah dilakukan FTA (*Fault Tree Analysis*), telah diketahui event yang dapat menjadi faktor penyebab keterlambatan pada proyek pembangunan Gedung Balai Nikah dan Manasik Haji Kecamatan Dumoga Utara, yaitu.

**Tabel 4.** Event *Fault Tree*

Event	Keterangan
A	Pekerjaan pondasi
A1	Faktor pengadaan material
A2	Faktor cuaca
A.1.1	Keterbatasan dana
A1.2	Pemesanan material yang terlambat
A1.3	Pengiriman material yang terlambat
A2.1	Galian pondasi tergenang
A2.1.1	Pengurusan lubang galian pondasi
B	Kurang tenaga kerja
B1	Keterbatasan dana
B2	Kurangnya produktivitas tenaga kerja
B3.1	Kurangnya pengarahan terhadap tenaga kerja
B3.1.1	Disebabkan mundurnya waktu pekerjaan
B3.1.2	Kurangnya kontrol terhadap pelaksanaan

Setelah dilakukannya analisa MOCUS pada pekerjaan pondasi dan juga pada faktor kekurangan tenaga kerja didapatkan 2 minimal cut set yang memiliki nilai probabilitas yang sama yaitu sebesar 0,00064

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada proyek Pembangunan Gedung Balai Nikah dan Manasik Haji Kecamatan Dumoga Utara mengenai faktor penyebab keterlambatannya, beberapa kesimpulan dapat diambil. Pekerjaan yang mengalami keterlambatan adalah pekerjaan pondasi. Faktor penyebab keterlambatan meliputi cuaca yang kurang mendukung dan kurangnya tenaga kerja pada pekerjaan pondasi. Selain itu, kurangnya koordinasi yang baik dari kontraktor juga berkontribusi pada keterlambatan. Untuk menganalisis faktor-faktor penyebab keterlambatan, digunakan metode Fault Tree Analysis (FTA). Melalui FTA, identifikasi event yang menjadi faktor penyebab keterlambatan dapat dilakukan. Analisis MOCUS kemudian dilakukan pada pekerjaan pondasi dan faktor kekurangan tenaga kerja, menghasilkan dua minimal cut set dengan probabilitas yang sama, yaitu 0,00064.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini disimpulkan dengan ungkapan rasa syukur kepada Tuhan yang Maha Esa, dan pengakuan bahwa penelitian ini selesai berkat doa, dukungan, dan dorongan dari berbagai pihak. Penghargaan khusus diberikan kepada dosen pembimbing I dan II, yaitu Ibu Ir. Sely Novita Sari, S.T., M.T., dan Bapak Anggi Hermawan, S.T., MEng. Peneliti menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki kekurangan, sehingga mereka mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Penelitian ini diharapkan dapat diterima dan bermanfaat bagi semua yang terlibat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Dipohusodo, I. (1996). Manajemen proyek & Konstruksi Kanisius. Jogyakarta
- [2]. Ervianto, W. I. (2002). Manajemen Proyek Konstruksi. Edisi Kedua (Edisi Revisi). Yogyakarta. Yogyakarta: Andi
- [3]. Aji, M. T. J., & Sari, S. N. (2020). Analisis Biaya Percepatan Proyek Konstruksi Ruko Yuliani Dengan Menggunakan Metode Time Cost Trade Off di Pasar Klewer Surakarta. *Equilib*, 1(1), 63-72.
- [4]. Sari, S. N., Hermawan, A., & Herbyanto, C. W. (2022). Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Crashing Dengan Penambahan Tenaga Kerja Dan Shift Kerja (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jembatan Damai, Kalimantan Timur). *ReTII*, 597-607.
- [5]. Maulana, R., Pancarani, M., & Sari, S. N. (2022, July). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi Bendung (Studi Kasus: Rehabilitasi Bendung Notog Kabupaten Tegal Jawa Tengah). In *Seminar Nasional Riset & Inovasi Teknologi (Vol. 1, No. 1, pp. 645-654)*.
- [6]. Flegon, F., Sari, S. N., & Hermawan, A. (2021). Analisis Faktor Penyebab Pekerjaan Ulang (Rework) Pada Proyek Bangunan Gedung di Daerah Istimewa Yogyakarta. *EQUILIB*, 2(1), 67-76.
- [7]. Sari, S. N. (2019). Mankon Analisis Pengaruh Manajemen Konstruksi Terhadap Kesuksesan Operasional Proyek Di Kabupaten Sleman Dan Kota Madya Yogyakarta. *ReTII*, 457-464.
- [8]. Amalia, R., Rohman, M. A., & Nurcahyo, C. B. (2012). Analisa Penyebab Keterlambatan Proyek Pembangunan Sidoarjo Town Square Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA). *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), D20-D23.
- [9]. Analysa, D., Suhudi, S., & Rahma, P. D. (2019). Evaluasi Keterlambatan Proyek Pembangunan Graha Mojokerto Service City (GMSC) dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA). *Reka Buana*, 4(2), 112-119.
- [10]. Santoso, jioni Frans, Nurfalaq Hafizh Muhamad. 2019. Studi Geoteknik Pengaruh Muka Air Tanah Terhadap Kestabilan Lereng Tambang Batubara. *PERHAPI. Indonesian Mining Professionals Journal Volume 1*. Hal 12-21.
- [11]. Suyuti, Rizal, Muhamad,. 2020, Evaluasi Tinggi Embankment Jalan Pada Tanah Lunak Diperkuat Geotextile dan Fondasi Cerucuk. *Teras Jurnal Vol 10, No 2*.
- [12]. Terzaghi, K., Peck, R.B., 2009. *Soil Mechanics in Engineering Practice*., JOHN WILEY & SONS, New York.
- [13]. Wyllie., Duncan C., Mah, Christopher W. 2004, *Rock Slope Engineering*, taylor & Francis Group. New York.