

Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Pondasi *Bore Pile* Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis*

Sapna Rezain Kaca Sungkana^a, Anik Ratnaningsih^{a*}, Jojok Widodo Soetjipto^a

^a Program Studi Teknik Sipil, Universitas Jember

DOI: <https://doi.org/10.18196/bce.v3i1.17491>

Abstrak

Proses pembangunan proyek X berpotensi mengalami kemunduran dari *schedule* yang telah direncanakan karena pekerjaan pondasi bore pile. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor penyebab keterlambatan pelaksanaan pondasi bore pile menggunakan metode *Fault Tree Analysis*. Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan teknik *observasi*, *kuesioner* dan wawancara. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini diambil dengan menggunakan teknik *purposive sampling* dengan jumlah sebanyak 14 orang. Data yang terkumpul kemudian di analisis dengan menggunakan diagram pareto dan metode FTA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 50 variabel penyebab keterlambatan pekerjaan pondasi bore pile di Proyek X yang dipengaruhi oleh *owner*, manajemen konstruksi, kontraktor, lingkungan dan K3. Faktor dominan dapat diketahui melalui analisa menggunakan metode diagram pareto dengan prinsip 80/20. Terdapat 7 variabel dominan yang disebabkan oleh *owner*, 4 variabel oleh manajemen konstruksi, 4 variabel oleh kontraktor, dan 6 variabel oleh lingkungan dan K3. Secara garis besar, solusi yang dapat diberikan untuk mengatasi faktor penyebab keterlambatan yang disebabkan oleh *owner* yaitu dengan mengirimkan surat kepada *owner* perihal kewajiban-kewajiban yang belum dipenuhi oleh *owner*.

Kata-kata kunci: Fault Tree Analysis (FTA), event, Aljabar Boolean

Abstract

The development process for the X project has the potential to experience a setback from the planned schedule due to the bore pile voice acting work. Several factors cause this. The purpose of this study is to determine the factors causing delays in file execution using the Fault Tree Analysis method. They are collecting data in this study using observation techniques, questionnaires and interviews. The sample used in this study was taken using a purposive sampling technique with a total of 14 people. The data collected was then analyzed using a Pareto chart and the FTA method. The results showed that there were 50 variables causing delays in the work of vocal bore piles in the X Project which were influenced by the owner, construction management, contractor, environment and K3. Dominant factors can be identified through analysis using the Pareto chart method with the 80/20 principle. There are 7 dominant variables caused by the owner, 4 variables by construction management, 4 variables by the contractor, and 6 variables by the environment and K3. Broadly speaking, the solution that can be given to overcome the factors causing delays caused by the owner is by sending a letter to the owner regarding obligations that have not been fulfilled by the owner.

Keywords: Fault Tree Analysis (FTA), event, Aljabar Boolean

© 2023. Bulletin of Civil Engineering UMY

Riwayat Artikel

Diserahkan
8 Januari 2023

Direvisi
17 Februari 2023

Diterima
26 Februari 2023

*Penulis korespondensi
anik.teknik@unej.ac.id

1 PENDAHULUAN

Keterlambatan dalam pekerjaan pembangunan konstruksi gedung sering terjadi. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor seperti faktor alam, faktor pengguna jasa dan faktor lain-lainnya. Perlunya menganalisis keterlambatan pekerjaan sebagai salah satu cara untuk mengetahui faktor apa saja yang menghambat pelaksanaan

pekerjaan proyek sehingga menimbulkan risiko yang kemungkinan terjadi (Sukmana, 2021).

Analisis keterlambatan pekerjaan dapat dilakukan dengan menggunakan metode metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) adalah suatu analisis pohon kesalahan sederhana yang dapat dijelaskan sebagai metode analitis (Leimester & Koliros, 2018). Metode ini memiliki keunggulan dapat melakukan pengembangan desain, identifikasi arah kesalahan, mudah diubah ke

pengukuran probabilitas. Akar penyebab keterlambatan proyek antara lain terlambatnya serah terima lahan, perubahan *design*, pekerjaan yang tidak sesuai dengan *shop drawing*, eksternal, internal, teknis, dan legal. Penggunaan variabel tersebut sangat mendukung dalam pengembangan metode FTA.

Proyek ini terletak di tanah yang memiliki ketinggian elevasi yang berbeda-beda. Proses pembangunan proyek X berpotensi mengalami kemunduran dari *schedule* yang telah direncanakan karena pekerjaan pondasi bore pile. Pekerjaan pondasi bore pile yang seharusnya dalam satu hari ditargetkan bisa mendapat 1 - 2 titik kenyataannya belum tercapai karena disebabkan oleh kondisi tanah yang belum memenuhi persyaratan. Progres pekerjaan bore pile pada bulan Maret sampai Juni yang seharusnya mencapai 18% hanya mendapatkan 6%.

Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, peneliti melakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui faktor penyebab keterlambatan pelaksanaan pondasi bore pile menggunakan metode *fault tree analysis*. Metode analisis permasalahan pada proyek ini menggunakan metode FTA dalam menentukan faktor penyebab keterlambatan pekerjaan, menentukan risiko keterlambatan pekerjaan, dan cara solusi penanggulangan risiko tersebut.

2 METODE PENELITIAN

Lokasi yang ditinjau adalah Proyek Pembangunan X di Jalan Kemado, Pasuruan, Jawa Timur. Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan teknik observasi dan wawancara. Selain wawancara, pengumpulan data juga dilakukan dengan membagikan *kuisisioner* yang berisi pertanyaan seputar variabel-variabel yang menyebabkan keterlambatan kepada pihak kontraktor untuk mendapatkan faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan pekerjaan bore pile. Populasi pada penelitian ini ialah staff kontraktor proyek X. Sedangkan sampel yang digunakan dalam penelitian ini diambil dengan menggunakan teknik *purposive sampling* dengan jumlah sebanyak 14 orang. Data yang terkumpul kemudian di analisis dengan menggunakan diagram pareto dan metode FTA. Diagram pareto digunakan untuk mendapatkan peringkat tertinggi yang akan digunakan untuk analisa *basic event* menggunakan metode FTA. Sedangkan metode FTA

digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah yang terjadi dalam proyek pembangunan X. Berikut merupakan tahapan pengolahan data dengan menggunakan metode FTA:

1. Menjelaskan masalah dan kondisi batas dari sistem yang sedang ditinjau.
2. Menggambar model grafis *Fault Tree*.
3. Menganalisis dan menghitung minimal *cut set analysis fault tree*.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Menggunakan Diagram Pareto

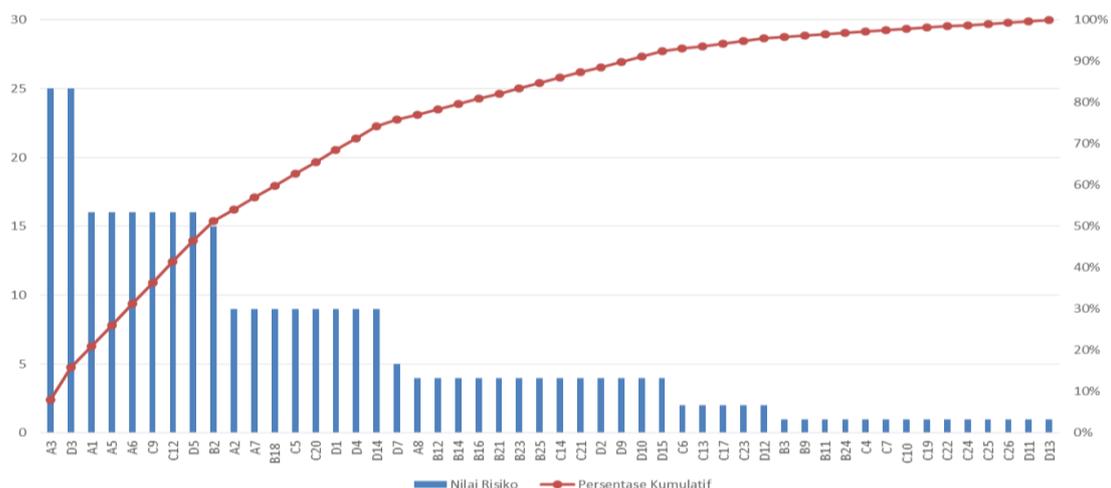
Analisis diagram pareto digunakan untuk mendapatkan peringkat tertinggi yang akan digunakan untuk analisa *basic event* menggunakan metode *Fault Tree Analysis*. Hasil dari analisis didapatkan nilai persentase kumulatif yang digunakan untuk membuat diagram pareto. Diagram pareto dapat dilihat pada Gambar 1.

Prinsip diagram pareto yaitu aturan 80/20 menyatakan bahwa 80% efek kejadian berasal dari 20% penyebab, dengan kata lain penyebab kecil dapat berdampak besar (Dunford, dkk, 2014). Hasil analisis peringkat variabel mendapatkan banyak nya jumlah variabel yang dapat dilakukan analisa menggunakan metode *Fault Tree Analysis* sebanyak 21 variabel.

3.2 Probabilitas Pengaruh Variabel

Hasil *probabilitas cut set* yang diperoleh dari setiap *event variable* didapatkan hasil sebagai berikut. Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil probabilitas tertinggi terdapat pada variabel D3 yaitu terlambatnya pekerjaan karena kondisi lingkungan dan cuaca dengan perolehan probabilitas 0,950 dan variabe D4 yaitu lokasi pekerjaan merupakan daerah rawan bencana dengan hasil probabilitas 0,849. Hasil probabilitas terkecil yaitu terdapat pada variabel B2 yaitu kurangnya komunikasi dan koordinasi antara manajemen konstruksi dengan kontraktor dengan hasil probabilitas 0,098.

Hasil pada Tabel 1 menunjukkan bahwa keterlambatan *owner* dalam persiapan lahan yang akan dilakukan proses pembangunan merupakan hasil probabilitas perhitungan dengan menggunakan *aljabar* boolean. Hasil tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Santoso dan



Gambar 1 Diagram Pareto Variabel risiko Keterlambatan

Trijeti 2020) yang menunjukkan bahwa pada pekerjaan *pleminaries* faktor yang menyebabkan keterlambatan adalah sulitnya pembebasan lahan, sulitnya meletakkan alat dan material, area proyek terbatas. Penelitian Analisa (2019) menunjukkan bahwa faktor penyebab keterlambatan proyek pembangunan ialah item pekerjaan yang mengalami keterlambatan yaitu pekerjaan elektrikal, pekerjaan elektronika, dan pekerjaan penunjang. berdasarkan ketiga top event tersebut, keterlambatan dikarenakan tidak berfungsinya konsultan pengawasan dengan baik dan

banyaknya addendum. Hasil perhitungan probabilitas *basic event* dapat dilihat pada Tabel 1

3.3 Respon Risiko

Sesuai dengan prinsip diagram pareto 80/20, maka respon risiko diberikan terhadap variabel dengan tingkat 80% variabel tertinggi. Respon resiko variable keterlambatan diperoleh dari hasil wawancara dengan responden dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1 Hasil Perhitungan Probabilitas *Basic Event*

No	Variabel.	Probabilitas <i>Basic Event</i>
A3	Keterlambatan owner dalam persiapan lahan yang akan dilakukan proses pembangunan	0,448
D3	Terlambatnya pekerjaan karena kondisi lingkungan dan cuaca	0,950
A1	Keterlambatan <i>owner</i> dalam proses pembayaran progress pekerjaan kontraktor	0,240
A5	Keterlambatan <i>owner</i> dalam menyiapkan perizinan	0,592
A6	Keterlambatan <i>owner</i> dalam melakukan proses serah terima lahan	0,800
C9	Adanya perubahan metode pekerjaan	0,798
C12	Adanya pekerjaan lain yang mengganggu proses pekerjaan bore pile	0,098
D5	Kondisi tanah pada proyek konstruksi	0,842
B2	Kurangnya komunikasi dan koordinasi antara manajemen konstruksi dengan kontraktor	0,098
A2	Keterlambatan <i>owner</i> dalam proses persetujuan dan melakukan perubahan desain	0,784
A7	Adanya perubahan perintah kerja oleh <i>owner</i>	0,499
B18	Adanya miss komunikasi antara MK dengan pihak kontraktor dan <i>owner</i>	0,499
C5	Kurangnya jumlah tenaga kerja dilapangan	0,150
C20	Perencanaan schedule yang tidak tepat	0,700
D1	Terjadinya kecelakaan kerja ketika proses pembangunan	0,500
D4	Lokasi pekerjaan merupakan daerah rawan bencana	0,849
D14	Tidak adanya unit khusus yang mengawasi tentang K3	0,784
D7	Adanya bencana alam yang terjadi saat proses pekerjaan berlangsung	0,784
A8	Terkendalanya pendanaan proyek oleh <i>owner</i>	0,646
B12	Kurangnya pemahaman MK terhadap kontrak kerja	0,24
B14	Adanya pihak ketiga yang mempengaruhi proses pekerjaan MK	0,798

Tabel 2 Respon Risiko Variable Keterlambatan

No	Variabel Kejadian	Respon Risiko
A3	Keterlambatan owner dalam persiapan lahan yang akan dilakukan proses pembangunan	<ul style="list-style-type: none"> Mengirimkan surat kepada owner agar menindaklanjuti perihal perizinan pembangunan.
D3	Terlambatnya pekerjaan karena kondisi lingkungan dan cuaca	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan perbaikan akses jalan menuju proyek, Menghentikan sementara pekerjaan jika terjadi hujan.
A1	Keterlambatan <i>owner</i> dalam proses pembayaran progress pekerjaan kontraktor	<ul style="list-style-type: none"> Mengirimkan surat kepada owner perihal pembayaran <i>progress</i> pekerjaan, Melakukan pertemuan antara pihak owner, kontraktor, dan <i>staff head office</i> kontraktor.
A5	Keterlambatan <i>owner</i> dalam menyiapkan perizinan	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan pengajuan ulang surat Izin Membangun Bangunan, Mengingatkan owner untuk menindaklanjuti masalah IMB ketika <i>meeting</i>.

Tabel 2 Repon Resiko Variable keterlambatan (Lanjutan)

No	Variabel Kejadian	Respon Risiko
A6	Keterlambatan owner dalam melakukan proses serah terima lahan	<ul style="list-style-type: none"> • Mengirimkan surat kepada owner perihal proses serah terima lahan, • Melakukan perubahan <i>master schedule</i>, • Membuat Minutes of Meeting (MOM), • Merekam setiap keterlambatan dengan membuat <i>List Delay</i>. • Melakukan pertukaran pekerjaan di zona satu ke zona yang lain,
C9	Adanya perubahan metode pekerjaan	<ul style="list-style-type: none"> • Penambahan alat yang digunakan, • Membagi pekerja yang ada di zona satu ke zona yang lain, • Melakukan percepatan terhadap pekerjaan yang dapat dipercepat.
C12	Adanya pekerjaan lain yang mengganggu proses pekerjaan bore pile	<ul style="list-style-type: none"> • Meminta zona yang sudah siap untuk dilakukan pekerjaan, sehingga kontraktor dapat memulai pekerjaannya, • Meminta kepada pihak owner agar proses serah terima lahan dapat dilakukan secara parsial.
D5	Kondisi tanah pada proyek konstruksi	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan <i>bore log</i> ulang, • Penambahan titik tes <i>bore log</i> sebanyak 8 titik.
B2	Kurangnya komunikasi dan koordinasi antara Manajemen Konstruksi dengan Kontraktor	<ul style="list-style-type: none"> • Memberi pihak MK data-data yang dibutuhkan seperti BOQ, Kurva S, <i>schedule</i>, dll, • Memperbanyak komunikasi dan mengadakan <i>meeting</i>.
A2	Keterlambatan owner dalam proses persetujuan dan melakukan perubahan desain	<ul style="list-style-type: none"> • Meminta gambar superimpose, material, dan kontraktor akan membantu untuk block out dan mengerjakan perubahan desain.
A7	Adanya perubahan perintah kerja oleh owner	<ul style="list-style-type: none"> • Menyiapkan dokumen kontrak, dokumen pekerjaan tambah kurang, dan surat <i>Site Instruction</i>, • Memberitahukan efek perubahan pekerjaan terhadap waktu dan biaya.
B18	Adanya miss komunikasi antara MK dengan pihak kontraktor dan owner	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan pertemuan secara rutin setiap minggunya.
C5	Kurangnya jumlah tenaga kerja dilapangan	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat <i>Action Plan</i> untuk mempermudah dalam memonitoring pekerjaan mana saja yang memerlukan penambahan pekerja.
C20	Perencanaan <i>schedule</i> yang tidak tepat	<ul style="list-style-type: none"> • Mendetailkan pekerjaan yang akan dikerjakan sebelum membuat <i>Master Schedule</i>.
D1	Terjadinya kecelakaan kerja ketika proses pembangunan	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan <i>briefing</i> kepada <i>staff</i> kontraktor dan pekerja ketika diadakan <i>safety talk</i>, • Melakukan pengawasan dan monitoring kepada pekerja.
D4	Lokasi pekerjaan merupakan daerah rawan bencana	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat metode kerja yang aman untuk semua pihak. • Menghentikan pekerjaan ketika terjadi petir dank abut tebal, • Membuat akses yang mudah sehingga mempermudah pekerja dalam melakukan pekerjaannya.
D14	Tidak adanya unit khusus yang mengawasi tentang K3	<ul style="list-style-type: none"> • Menghimbau agar seluruh <i>staff</i> kontraktor dapat berlaku seperti <i>safety officer</i>, • Melakukan <i>safety talk</i> rutin satu minggu sekali, • Melakukan pertemuan untuk membahas pentingnya K3, • Melakukan <i>upgrading</i> mengenai pengetahuan K3.
D7	Adanya bencana alam yang terjadi saat proses pekerjaan berlangsung	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan alat penangkal petir, • Menghentikan pekerjaan jika cuaca ekstrim.
A8	Terkendalanya pendanaan proyek oleh owner	<ul style="list-style-type: none"> • Mengirimkan surat kepada owner mengenai keterlambatan pembayaran <i>progress</i> berlandaskan kontrak.
B12	Kurangnya pemahaman MK terhadap kontrak kerja	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan pertemuan rutin agar tidak ada pemahaman yang salah sebelum meneruskan informasi ke owner.
B14	Adanya pihak ketiga yang mempengaruhi proses pekerjaan MK	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan pekerjaan dengan acuan kontrak kerja dan SPK, jika dirasa pekerjaan keluar dari koridor maka akan dilakukan banding.

Respon resiko tersebut peneliti dapatkan dari hasil analisis dan beberapa sumber peneltian sebelumnya yang ilakukan oleh (Ferdiana, (2018); Haikal, (2020); Hidayat, 2022)). Menurut Ismiyati dan Handajani (2019), diperlukan respon risiko dalam pembangunan proyek guna mengatasi kejadian-kejadian yang tidak diinginkan. Hal tersebut senadan dengan Lokobal (2014) yang menyebutkan bahwa diperlukan manajemen resiko pada sebuah perusahaan konstruksi.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat 50 variabel penyebab keterlambatan pekerjaan pondasi bore pile di proyek X yang dipengaruhi oleh *owner*, manajemen konstruksi, kontraktor,

lingkungan dan K3. Faktor keterlambatan yang disebabkan oleh owner berjumlah 7 variabel. Faktor keterlambatan yang disebabkan oleh manajemen konstruksi berjumlah 12 variabel. Faktor keterlambatan yang disebabkan oleh kontraktor berjumlah 18. Faktor keterlambatan yang terakhir yaitu faktor yang disebabkan oleh lingkungan dan K3 yang berjumlah 13 variabel. Terdapat 7 variabel dominan yang disebabkan oleh owner, 4 variabel oleh manajemen konstruksi, 4 variabel oleh kontraktor, dan 6 variabel oleh lingkungan dan K3. Tingkat risiko yang diperoleh melalui penilaian risiko didapatkan tiga kategori yaitu *High*, *Moderate*, dan *Low*. Solusi yang dapat diberikan untuk mengatasi faktor penyebab keterlambatan yang disebabkan oleh *owner* yaitu dengan mengirimkan surat kepada owner perihal kewajiban-kewajiban yang belum

dipenuhi oleh *owner*. Faktor manajemen konstruksi dapat ditangani dengan melakukan banyak pertemuan antara manajemen konstruksi, *owner*, dan kontraktor untuk membahas perihal masalah-masalah yang terjadi di proyek. Faktor kontraktor dapat ditangani dengan cara melakukan perubahan metode pekerjaan dan memonitoring *schedule* pekerjaan yang telah dibuat agar tidak terjadi keterlambatan. Sedangkan faktor lingkungan dan K3 dapat ditangani dengan perbaikan akses menuju proyek, memantau para staff dan pekerja agar memakai APD lengkap, dan menghentikan pekerjaan ketika cuaca ekstrim terjadi.

5 UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis dapat menuliskan ucapan terima kasih kepada Program Studi Teknik Sipil Universitas Jember yang telah memberikan dukungan dalam terselesaikannya penelitian ini.

6 DAFTAR PUSTAKA

- Analysa, D. S. (2019). Evaluasi Keterlambatan Proyek Pembangunan Graha Mojokerto Service City (GMSC) dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA). *Jurnal Unitri*, 4(2), 1-12.
- Dunford, R., Su, Q., & Tamang, E. (2014). The Pareto Principle. *The Plymouth Student Scientist*, 7, 140-148.
- Faisal, N. (2019). Analisa Penyebab Keterlambatan Proyek Pembangunan Hotel Mason Pine Bandung Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA).
- Ferdiana, T. (2018). Analisis Defect Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) Berdasarkan Data Ground Finding Sheet (GFS). *Universitas Sebelas Maret*.
- Haikal, F. (2020). Analisa Keterlambatan Pekerjaan Borepile dengan Diagram Fishbone Proyek Jalan Tol Cengkareng. *Institu Teknologi PLN*.
- Hidayat, I. (2022). Analisis Kendala - Kendala Pada proyek Pembangunan Gedung Proyek Rumah Sakit Purwokerto. *Universitas Islam Indonesia*.
- Ismiyati, R. S. (2019). Penerapan manajemen Resiko Pada Pengembangan Proyek Perpanjangan Dermaga Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 25(2), 209-220.
- Leimester, M., & Kolios, A. (2018). A review of reliability-based methods for risk analysis and their application in the offshore wind industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 91, 1065-1076.
- Lokobal, A. S. (2014). Manajemen Risiko Pada Perusahaan Jasa Pelaksana Konstruksi DI Provinsi Papua . *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 4(2), 109-118.
- Santoso, I. & Trijeti (2020). Analisis Penyebab Keterlambatan Proyek Bangunan Gedung Perkantoran 53 Lantai Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA). *Seminar Nasional Penelitian*, 111(2), 1-10.
- Sukmana, A. M. (2021). Analisis Resiko Keterlambatan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis Proyek Apartemen Suncity. *Universitas Negeri Jember*.

