

## Analisis faktor penyebab kecelakaan kerja pada pembangunan Jalan Tepus Jerukwudel II Yogyakarta menggunakan metode *event tree analysis* (ETA)

Muhammad Gazali Arfan<sup>1,\*</sup>, Fitri Nugraheni<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

### Article Info

Available online

### Keywords:

Work accident  
Involving zeolite stone falling  
Cut and fill work  
Event Tree Analysis (ETA) method

### Abstract

Special Region Province Yogyakarta is growing rapidly, especially in the tourism sector. However, road infrastructure has not fully supported the surge in tourists and students. The local government built the Gunung Kidul Ring Road to facilitate access, considering the access, considering that the trip from Universitas Islam Indonesia to Gunung Kidul Gunung Kidul tourist destination takes about 2.5 hours, which is less efficient. In construction projects, excavation and embankment or cut and fill activities have a high risk of work accidents, especially the fall of zeolite stones from a height. This research uses the Event Tree Analysis (ETA) method to analyze the possibility of accidents due to falling zeolite stones in cut and fill work and identify mitigation measures to prevent accidents. After obtaining the initial event and pivotal event, then look for the probability value of each pivotal event and get the risk that can occur from each work accident scheme. The results of this study obtained the possibility of a work accident falling from a height of 0.930. To get a safe state or no work accident in this project does not exist because the field of work that often occurs accidents and moderate work accidents get the final result of  $4.229846 \times 10^{-2}$ , and in heavy work accidents the largest probability value obtained is  $9.207000 \times 10^{-2}$ .

### Corresponding Author:

Muhammad Gazali Arfan  
[ghazali.arfan@gmail.com](mailto:ghazali.arfan@gmail.com)

Copyright © 2025 Universitas Islam Indonesia  
All rights reserved

### Pendahuluan

#### Latar belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang kini tengah aktif melakukan pembangunan di berbagai sektor. Pembangunan yang banyak berjalan saat ini antara lain pembangunan dari sisi infrastruktur yang diharapkan mampu mendorong produktivitas di sektor lainnya. (Oglesby, 1998).

Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan memiliki perkembangan pesat di segala bidang utamanya dalam bidang pariwisata. Bidang ini bisa berkembang pesat di Provinsi ini dikarenakan keindahan alam

yang ada di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta ini sangat beragam. Hal ini terbukti dari wisatawan yang ada di Provinsi ini menurut data dari Portal Berita Pemerintahan Kota Yogyakarta di tahun 2022 sebanyak 5,1 juta orang bahkan lebih banyak dari jumlah penduduk yang ada di provinsi ini yaitu 3,689 juta jiwa. Wisatawan yang datang ke Provinsi ini tertarik datang karena banyak keindahan alam dan kebudayaan yang ada di Provinsi ini yang sangat bagus mulai dari adanya Gunung Merapi, Pantai-Pantai di Selatan dan masih banyak lainnya. Predikatnya sebagai “Kota Pelajar” membuat banyaknya pelajar ingin menempuh Pendidikan di Provinsi ini.

Tetapi banyaknya wisatawan dan pelajar yang datang di Provinsi ini tidak didukung dengan sebagian prasarana yang baik contohnya berupa prasarana jalan. Dengan demikian, Pemerintah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan membuat Jalan *Ring Road* Gunung Kidul sebagai prasarana pendukung untuk mempermudah datang ke provinsi ini dikarenakan saat ini jika ingin ke Provinsi ini jalan *Ring Road* Gunung Kidul yang paling dekat dengan Destinasi Wisata yang dimana jarak dari Kampus Universitas Islam Indonesia menuju deretan Destinasi Wisata Gunung Kidul ini memakan waktu sekitar 2,5 jam yang membuat waktu sangat tidak efisien.

Dalam pengerjaan proyek pembangunan, galian dan timbunan adalah salah satu kegiatan dalam proyek konstruksi yang berbahaya, dimana kecelakaan yang terjadi cenderung serius. Jenis-jenis kecelakaan kerja akibat pekerjaan galian dapat berupa tertimbun tanah, tersengat aliran listrik bawah tanah, terhirup gas beracun, dan lain-lain. Bahaya tertimbun adalah risiko yang sangat tinggi, pekerja yang tertimbun tanah sampai sebatas dada saja dapat berakibat kematian. Untuk itu, perlunya mengurangi angka kecelakaan proses konstruksi perlu ditingkatkan dengan dibuat terlebih dahulu perencanaan keselamatan konstruksi.

Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan efektifitas dalam perlindungan keselamatan konstruksi, diperlukan adanya sebuah sistem untuk mengatur keselamatan kerja, yaitu Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) yang diatur pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2021.

### ***Manajemen proyek***

Manajemen Proyek adalah salah satu cara yang ditawarkan untuk maksud tertentu, yaitu suatu metode pengelolaan yang dikembangkan secara intensif sejak pertengahan abad 20 untuk menghadapi kegiatan khusus yang berbentuk proyek. Manajemen proyek juga dapat diartikan yaitu merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan

untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Dalam manajemen proyek, manajer proyek mempunyai wewenang penuh untuk memimpin penyelenggaraan proyek. Perumusannya disusun sedemikian rupa sehingga dapat menghadapi dan mengakomodir perilaku dan dinamika yang pemahaman dasar-dasar pemikiran tersebut (Soeharto, 1995).

Pada saat perusahaan mengembangkan kematangan sistem dan prosesnya, dua keuntungan muncul. Pertama, pekerjaan diselesaikan dengan sedikit perubahan, dan yang kedua proses yang direncanakan menjadi aman terhadap gangguan yang mungkin timbul pada tahap pelaksanaan. Rencana pembangunan konstruksi yang baik adalah dasar untuk mengembangkan anggaran, jadwal dan mutu pekerjaan.

Kemudian melakukan perhitungan yang lebih teliti terhadap volume pekerjaan, kebutuhan material, peralatan serta tenaga kerja yang digunakan dan dilanjutkan menyusun anggaran biaya pelaksanaan yang rinci yang disesuaikan dengan alokasi sumber daya yang dibutuhkan dan dana yang tersedia. Kemudian memilih jenis teknologi dan peralatan yang sesuai dengan kebutuhan dan perumusan rincian kegiatan dengan jadwal yang akurat dan terpadu. Serta melakukan persiapan aspek administratif, pengadaan serta pengorganisasian pihak-pihak yang terlibat, penyusunan program kerja, perencanaan pengelolaan risiko, perencanaan kesehatan dan keselamatan kerja serta perencanaan sistem informasi manajemen.

### ***Keterlambatan proyek***

Keterlambatan proyek sering kali menjadi sumber perselisihan dan tuntutan antara pemilik dan kontraktor, sehingga akan menjadi sangat mahal nilainya baik ditinjau dari sisi kontraktor maupun pemilik. Kontraktor akan terkena denda penalti sesuai dengan kontrak, di samping itu kontraktor juga akan mengalami tambahan biaya overhead selama proyek masih berlangsung. Dari sisi pemilik, keterlambatan proyek akan membawa dampak pengurangan pemasukan

karena penundaan pengoperasian fasilitasnya. Peran aktif manajemen merupakan salah satu kunci utama keberhasilan pengelolaan proyek. Pengkajian jadwal proyek diperlukan untuk menentukan langkah perubahan mendasar agar keterlambatan penyelesaian proyek dapat dihindari atau dikurangi.

Menurut (Lewis dan Atherley, 1996), keterlambatan akan berdampak pada perencanaan semula serta pada masalah keuangan. Keterlambatan dalam suatu proyek konstruksi akan memperpanjang durasi proyek atau meningkatkan biaya maupun keduanya. Adapun dampak keterlambatan pada *owner* adalah hilangnya potensial *income* dari fasilitas yang dibangun tidak sesuai waktu yang ditetapkan, sedangkan pada kontraktor adalah hilangnya kesempatan untuk menempatkan sumber dayanya ke proyek lain, meningkatnya biaya tidak langsung (*indirect cost*) karena bertambahnya pengeluaran untuk gaji karyawan, sewa peralatan serta mengurangi keuntungan.

### Pengendalian risiko

Menurut (Ramli, 2010), pengendalian risiko didefinisikan sebagai langkah esensial dalam manajemen risiko. Pengendalian risiko memiliki keterkaitan erat dengan risiko dan kecelakaan kerja, sebagaimana dijelaskan dalam materi terkait. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Republik Indonesia No. 10 Tahun 2021 menjelaskan bahwa pengendalian risiko merupakan tindakan yang bertujuan untuk mengendalikan atau menghilangkan dampak-dampak potensial yang mungkin timbul. Dalam peraturan ini juga ditegaskan bahwa pengendalian risiko harus dilaksanakan dengan mempertimbangkan aspek-aspek manajemen, keteknikan, perilaku manusia, serta dinamika yang terjadi dalam pekerjaan konstruksi. Oleh karena itu, pengendalian risiko dapat dipahami sebagai suatu hierarki yang bertujuan untuk mengendalikan atau menghilangkan kejadian yang tidak diinginkan. Pengendalian risiko dapat dianalisis melalui tahapan-tahapan atau hierarki pengendalian seperti pada Gambar 1.



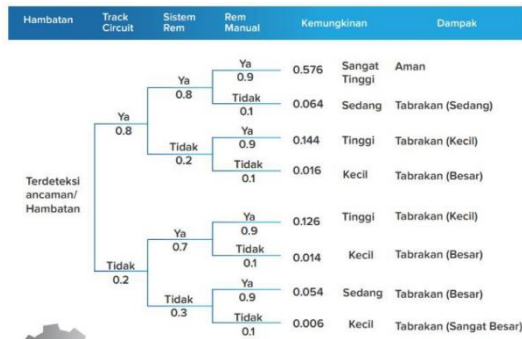
Gambar 1. Hierarki pengendalian risiko  
Sumber: OHSAS 18001 (2007)

### Metode event tree analysis (ETA)

*Event Tree Analysis* (ETA) merupakan metode analisis yang digunakan untuk menggambarkan urutan kejadian yang saling berkaitan yang dimulai dari sebuah peristiwa risiko awal (*initial event*). Analisis ini juga berfungsi untuk mengevaluasi apakah prosedur yang diterapkan dapat efektif dalam menangani peristiwa tersebut. Tujuan utama dari ETA adalah untuk menentukan apakah peristiwa yang mungkin terjadi dapat dikendalikan atau diantisipasi oleh prosedur keselamatan yang telah dirancang, serta untuk mengidentifikasi dampak yang mungkin timbul jika kecelakaan tersebut terjadi. Seiring dengan perkembangan zaman, metode ETA tidak hanya digunakan untuk mengidentifikasi dampak yang mungkin terjadi, tetapi juga untuk memperkirakan probabilitas terjadinya kecelakaan itu sendiri (Alijoyo, dkk. 2021).

Teknik *Event Tree Analysis* (ETA) umumnya digunakan dalam penilaian risiko, khususnya pada tahap identifikasi dan analisis risiko. Teknik ini menggunakan logika yang mirip dengan *Fault Tree Analysis* (FTA). Namun, perbedaan utama antara kedua teknik ini terletak pada fokus analisisnya. *Fault Tree Analysis* berfokus pada peristiwa atau kejadian yang dapat menyebabkan terjadinya peristiwa puncak atau risiko utama. Sebaliknya, *Event Tree Analysis* lebih memfokuskan pada dampak-dampak yang dapat terjadi apabila risiko utama terjadi, serta memperkirakan peristiwa selanjutnya yang mungkin terjadi dan menentukan jenis perlindungan yang dapat mengendalikan peristiwa tersebut (Alijoyo, dkk. 2021).

Contoh penggambaran metode ETA dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penggambaran metode *event tree analysis* (ETA)

Sumber: Alijoyo dkk., (2021)

### Metode Penelitian

#### Subjek dan objek penelitian

Menurut Arikunto (2016) subjek penelitian adalah sebuah batasan yang ada pada sebuah penelitian yang mana peneliti dapat menentukannya sendiri dengan hal, benda, atau orang untuk melekatkannya dengan variabel penelitian. Maka dari itu pada penelitian ini subjek yang akan digunakan adalah pekerja pada proyek Jalan Tepus – Jerukwudel II.

Sedangkan Objek menurut Arikunto (2016) merupakan sebuah variabel dari sebuah penelitian yang dapat memiliki arti sebagai inti permasalahan yang akan diteliti. Maka dari itu objek adalah sebuah sasaran yang dimiliki untuk melaksanakan penelitian guna mendapatkan jawaban dari permasalahan yang ada. Objek sendiri memiliki dua sifat yaitu realistis dan spesifik untuk menentukan pokok pembahasannya. Objek pada penelitian ini adalah metode *Event Tree Analysis* pada pekerjaan *cut and fill*.

#### Metode pengumpulan data

Berdasarkan Sugiyono (2013) tujuan paling utama dari penelitian adalah mengumpulkan data, maka dari itu metode pengumpulan data merupakan langkah yang paling penting dari penelitian atau arti lain dari pengumpulan data adalah proses untuk mendapatkan data yang dilakukan peneliti agar penelitiannya berjalan

dengan baik. Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan pada proyek Jalan Tepus – Jerukwudel II dengan objek metode *Event Tree Analysis* pada pekerjaan *cut and fill*. Metode pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti adalah sebagai berikut.

### Hasil Penelitian

#### Kesehatan dan keselamatan kerja

Kesehatan dan keselamatan kerja (K3) memiliki peran yang sangat penting dalam pelaksanaan pekerjaan di proyek. Menyediakan jaminan keselamatan dan kesehatan kerja adalah suatu keharusan untuk melindungi para pekerja dari kemungkinan kecelakaan kerja yang dapat terjadi. Dalam proyek ini untuk penerapan sistem K3 mengacu pada peraturan ISO 45001 dan untuk sistem manajemen K3 mengacu pada Peraturan Menteri PUPR Nomor 10 Tahun 2021.

#### Pekerjaan *cut and fill* pada lokasi proyek

*Cut and fill* merupakan proses pengerjaan tanah melibatkan pemindahan material, baik tanah maupun bebatuan, dari satu lokasi ke lokasi lain untuk mencapai elevasi yang diinginkan.

Berdasarkan keterangan yang ada didapat dari hasil wawancara kepada Bapak Ari Wibowo yang ada pada Lampiran 3, salah satu kecelakaan kerja yang sangat fatal yang dapat terjadi pada pekerjaan *cut and fill* adalah kejatuhan batu zeolit dari ketinggian. Hasil wawancara yang terdapat pada Lampiran 3 pekerja kejatuhan batu zeolit dari ketinggian memiliki tingkat risiko tinggi, karena jika pekerja kejatuhan batu zeolit dari ketinggian dan tidak menggunakan APD lengkap atau tidak diberikan rambu – rambu dibawah bukit akan membuat pekerja tersebut akan mengalami kecelakaan kerja yang berat bahkan bisa mengakibatkan kematian.

Oleh karena itu, diperlukan pengukuran dan perhitungan yang cermat sebelum memulai pekerjaan ini. Pekerjaan *cut and fill* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pekerjaan Cut and Fill

Gambar di atas menunjukkan pekerjaan *cut and fill* pada Proyek Pembangunan Jalan Tepus - Jerukwadel II. Berdasarkan pengamatan, para pekerja dalam proyek ini belum sepenuhnya mematuhi standar keselamatan yang berlaku, sehingga berisiko mengalami kecelakaan kerja yang serius, yaitu longsornya tumpukan bebatuan yang menyebabkan mengenai kepala pekerja di bawah yang sedang bekerja. Hal ini dapat dikategorikan sebagai kecelakaan fatal karena jika seorang pekerja terkena kejatuhan batu bongkaran *excavator breaker* dan *excavator bucket*, maka berpotensi mengalami cedera parah atau bahkan kematian. Kematian akibat kejatuhan batu bongkaran dari ketinggian dapat terjadi jika pekerja terbentur pada bagian kepala, tertimpa alat berat di bawahnya, atau terkena material yang ikut jatuh bersamaan.

### Hasil dan Pembahasan

#### Hasil pengerjaan event tree analysis

Menentukan peristiwa risiko awal (*initial event*) merupakan langkah pertama dalam penerapan metode analisis pohon kejadian (*event tree analysis*). Pada tahap ini, perlu dilakukan analisis langsung di lapangan untuk memahami segala aspek kemungkinan dan risiko kecelakaan kerja yang dapat terjadi pada pekerjaan *cut and fill* di Proyek Pembangunan Jalan Tepus – Jerukwudel II. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan dan potensi risiko yang dihadapi oleh pekerja pada pekerjaan *cut and fill* tersebut, peristiwa risiko awal yang dipilih dalam penelitian ini adalah pekerja yang kejatuhan batu bongkaran dari

ketinggian. Hal ini dikarenakan bongkaran batu dari *excavator breaker* jatuh dari ketinggian memiliki risiko yang paling besar, yaitu kematian.

Penentuan mitigasi (*pivotal event*) ini bertujuan untuk mempermudah penyusunan diagram analisis pohon kejadian (*event tree analysis*). Selain memudahkan dalam pembuatan diagram, penentuan ini juga memungkinkan kita untuk mengidentifikasi langkah-langkah mitigasi yang dapat dilakukan guna mengantisipasi kecelakaan kerja pada pekerjaan *cut and fill*.

Dampak yang ditimbulkan oleh kecelakaan kerja dapat bervariasi, mengingat banyaknya orang yang terlibat dalam proyek pembangunan ini. Dalam penelitian ini, dampak yang terjadi juga memiliki berbagai konsekuensi karena banyaknya pekerja yang terlibat, yang pada akhirnya dapat mempengaruhi kelanjutan pekerjaan tersebut, yang di mana dalam penelitian ini difokuskan pada pekerjaan *cut and fill*.

Penilaian yang diberikan dalam kuisioner tersebut menggunakan deskripsi angka atau "*verbal descriptors*" yang terdapat pada data Kementerian PU (2021). Penggunaan deskripsi angka ini bertujuan untuk memperkirakan probabilitas dari reaksi yang timbul jika tidak memiliki dasar informasi yang memadai. Tabel deskripsi angka probabilitas atau "*verbal descriptors*" dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi verbal

No.	Deskripsi	Probabilitas
1	Pasti ( <i>Virtually Certain</i> )	0,999
2	Sangat Mungkin ( <i>Very Likely</i> )	0,99
3	Mungkin ( <i>Likely</i> )	0,9
4	Sedang ( <i>Neutral</i> )	0,5
5	Tidak Mungkin ( <i>Unlikely</i> )	0,1
6	Sangat Tidak Mungkin ( <i>Very Unlikely</i> )	0,01
7	Mustahil ( <i>Virtually Impossible</i> )	0,001

Berikut ini adalah hasil akhir dari probabilitas yang diperoleh dari kuisioner yang telah dibagikan kepada pekerja dan nantinya diisi sesuai dengan perintah yang ada pada kertas

kuisisioner tersebut. Setelah membagikan kuisisioner kepada para pekerja, maka didapatkan hasil responden oleh salah satu pekerja dan rekap pada Tabel 2.

Tabel 2. Responden 1 (Ari)

No	Akar Penyebab	Probabilitas				
		Pasti	Sangat Mungkin	Mungkin	Sedang	Tidak Mungkin
1.	Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan <i>Cut and Fill</i>		✓			
2.	Kecelakaan Kejatuhan Batu dari Atas Bukit pada Pekerjaan <i>Cut and Fill</i>					
	Mitigasi yang Dilakukan					
	Membuat rambu-rambu /banner pemakaian APD lengkap pada lokasi Pekerjaan			✓		
	Menggunakan APD lengkap pada saat memasuki lokasi pekerjaan		✓			
	Membuat pagar <i>safety line</i> sementara di area bawah bukit sebagai pembatas			✓		
	Melakukan <i>toolbox meeting</i> sebelum melakukan pekerjaan			✓		
	Jalan di sepanjang jalur pekerja yang sudah dibuat			✓		
	Menghindar jauh saat <i>excavator breaker</i> sedang beroperasi		✓			
	Selalu hati-hati, fokus, konsentrasi dengan adanya <i>excavator</i>		✓			
	Memberikan aba-aba arahan ke operator <i>excavator</i> dengan jauh melalui HT		✓			

Tabel 3. Hasil keseluruhan responden

Kecelakaan Kejatuhan Batu dari Bukit pada Pekerjaan <i>Cut and Fill</i>	Probabilitas					
	Responden 1 (Ari)		Responden 2 (Danang)		Responden 3 (Wahyu)	
	Yes	No	Yes	No	Yes	No
	0,99	0,00	0,9	0,0	0,9	0,09
		9		09		9

Setelah mendapatkan hasil tersebut maka selanjutnya mencari rata-rata dari probabilitas kecelakaan kerja dan mitigasinya dengan contoh perhitungan sebagai berikut:

Probabilitas Kejatuhan Batu dari Atas Bukit

$$= \frac{\text{Responden 1} + \text{Responden 2} + \text{Responden 3}}{3}$$

$$= \frac{0,99 + 0,9 + 0,9}{3}$$

$$= 0,930$$

Probabilitas Tidak Kejatuhan Batu dari Atas Bukit

$$= \frac{\text{Responden 1} + \text{Responden 2} + \text{Responden 3}}{3}$$

$$= \frac{0,009 + 0,099 + 0,099}{3}$$

$$= 0,069$$

Tabel 4. Hasil keseluruhan kuisisioner

Parameter	Nilai
Probabilitas Kecelakaan Kejatuhan Batu dari Atas Bukit pada Pekerjaan <i>Cut And Fill</i>	0,930
Probabilitas Tidak Kecelakaan Kejatuhan Batu dari Atas Bukit pada Pekerjaan <i>Cut And Fill</i>	0,069

Dibawah ini merupakan hasil akhir dari probabilitas yang telah didapatkan dari kuisioner yang telah dibagikan kepada tiga pekerja sebagai berikut.

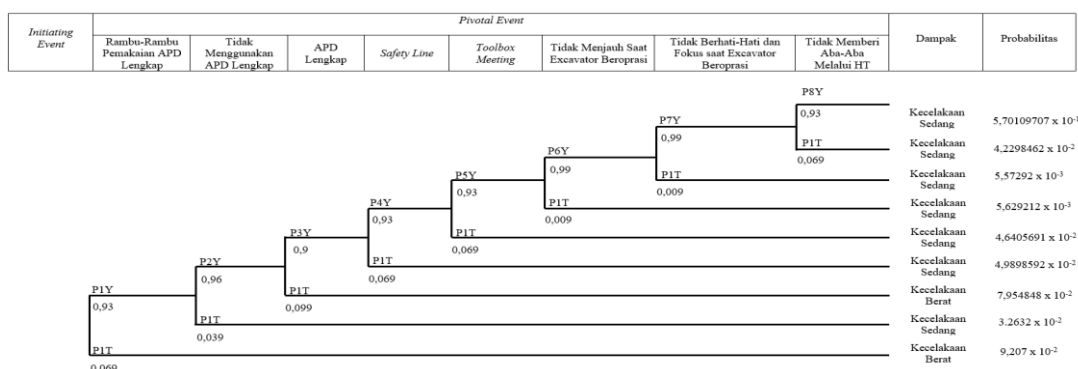
Tabel 5. Nilai probabilitas kecelakaan kerja dan mitigasi

Nilai Probabilitas Kecelakaan kerja dan Mitigasi	Responden	
	YA	TIDAK
PIE Kecelakaan Kejatuhan Batu dari Atas Bukit pada Pekerjaan <i>Cut and Fill</i>	0.930	0.069
P1T dan P1Y Membuat rambu-rambu/banner pemakaian APD lengkap pada lokasi Pekerjaan	0.900	0.099
P2T dan P2Y Menggunakan APD lengkap pada saat memasuki lokasi pekerjaan	0.960	0.039
P3T dan P3Y Membuat pagar <i>safety line</i> sementara di area bawah bukit sebagai pembatas	0.900	0.099
P4T dan P4Y Melakukan <i>toolbox meeting</i> sebelum melakukan pekerjaan	0.930	0.069
P5T dan P5Y Jalan di sepanjang jalur pekerja yang sudah dibuat	0.930	0.069
P6T dan P6Y Menghindar jauh saat <i>excavator breaker</i> sedang beroperasi	0.990	0.009
P7T dan P7Y Selalu hati-hati, fokus, konsentrasi dengan adanya <i>excavator</i>	0.990	0.009
P8T dan P8Y Memberikan aba-aba arahan ke operator <i>excavator</i> dengan jauh melalui HT	0.930	0.069

Berdasarkan hasil nilai probabilitas diatas maka didapatkan nilai rata-rata 0,930 pada kecelakaan kerja kejatuhan batu dari ketinggian atas bukit pada pekerjaan *cut and fill*. Nilai ini cukup besar dikarenakan tinggi bukit yang mencapai 20 - 40 meter dan sesuai pada gambar diatas para pekerjanya kurang mematuhi aturan standar keselamatan kerja yang ada pada proyek tersebut.

Berikut ini adalah penggambaran dari metode analisis pohon kejadian (*event tree analysis*) beserta risiko awal (*initial event*) dan mitigasi (*pivotal event*) yang dapat diterapkan untuk mengantisipasi kecelakaan kerja pada pekerjaan *cut and fill* yang dilaksanakan dalam Proyek Pembangunan Jalan Tepus Jerukwudel II.

Setelah mendapatkan nilai probabilitas dari kecelakaan kerja kejatuhan batu dari atas bukit dan mitigasinya langkah selanjutnya adalah memasukkan angka probabilitas ke dalam grafik *event tree analysis* (ETA). Probabilitas dari setiap penanganan nanti akan dikalikan lalu dijadikan satu sesuai dengan skema kemungkinan kecelakaan kerja yang dapat ditimbulkan. Untuk skema dari kecelakaan kerja yang ditimbulkan sesuai dengan penggambaran *event tree analysis* (ETA) diatas adalah empat skema kejadian.



Gambar 4. Probabilitas dan hasil akhir metode *event tree analysis*

Berdasarkan hasil dari gambar dibawah didapatkan angka probabilitas untuk

kecelakaan kerja kejatuhan batu dari atas bukit pada pekerjaan *cut and fill* sendiri

sebesar 0,930. Lalu untuk skema sistem keselamatan yang cukup terbilang aman pada nilai  $3,326430 \times 10^{-2}$ . Nilai probabilitas diatas didapatkan pada saat para pekerja menggunakan seluruh aturan dan alat keselamatan yang telah di terapkan pada proyek tersebut dan untuk skema kejadian terburuk awal yang dapat terjadi adalah dengan tidak menerapkan sistem keselamatan yang telah ada dan diterapkan untuk nilai probabilitas yang dapat terjadi pada skema kecelakaan kerja ini adalah  $9,207000 \times 10^{-2}$ .

Tabel 6. Keterangan notasi angka

No	Notasi	Deskripsi
1	PIE	Probabilitas risiko awal ( <i>initiating event</i> )
2	P1Y	Probabilitas <i>event</i> 1 digunakan
3	P1T	Probabilitas <i>event</i> 1 tidak digunakan
4	P2Y	Probabilitas <i>event</i> 2 digunakan
5	P2T	Probabilitas <i>event</i> 2 tidak digunakan
6	P3Y	Probabilitas <i>event</i> 3 digunakan
7	P3T	Probabilitas <i>event</i> 3 tidak digunakan
8	P4Y	Probabilitas <i>event</i> 4 digunakan
9	P4T	Probabilitas <i>event</i> 4 tidak digunakan
10	P5Y	Probabilitas <i>event</i> 5 digunakan
11	P5T	Probabilitas <i>event</i> 5 tidak digunakan
12	P6Y	Probabilitas <i>event</i> 6 digunakan
13	P6T	Probabilitas <i>event</i> 6 tidak digunakan
14	P7Y	Probabilitas <i>event</i> 7 digunakan
15	P7T	Probabilitas <i>event</i> 7 tidak digunakan
16	P8Y	Probabilitas <i>event</i> 8 digunakan
17	P8T	Probabilitas <i>event</i> 8 tidak digunakan

Dari proses percabangan tersebut didapatkan sembilan kemungkinan yang dapat terjadi dimana delapan kemungkinan terjadi kecelakaan kerja sedang dan dua kemungkinan terjadi kecelakaan kerja berat. Untuk mendapatkan keadaan aman atau tidak terjadi kecelakaan kerja harus menggunakan delapan *pivotal event* yang telah ditentukan dan mendapatkan hasil akhir sebesar  $5,710970 \times 10^{-1}$ , lalu pada

terjadinya kecelakaan kerja sedang harus menggunakan tujuh *pivotal event* dengan tujuh kegagalan pada mitigasi mendapatkan hasil akhir sebesar  $4,229846 \times 10^{-2}$ , lalu pada terjadinya kecelakaan kerja berat harus menggunakan dua *pivotal event* dengan dua kegagalan yang mendapatkan hasil akhir sebesar  $9,207 \times 10^{-2}$ . Hasil dapat dilihat pada tabel 6 dibawah ini.

Tabel 7. Hasil analisis metode *event tree analysis*

No	Mitigasi Yang Dilakukan	Dampak	Probabilitas
1.	Membuat rambu-rambu/banner pemakaian APD lengkap pada lokasi pekerjaan, menggunakan APD lengkap pada saat memasuki lokasi pekerjaan dan membuat pagar <i>safety line</i> sementara di area bawah bukit sebagai pembatas tetapi tidak melakukan <i>toolbox meeting</i> sebelum melakukan pekerjaan	Kecelakaan Kerja Sedang	0.042298 462 / (4,22984 62 x 10 <sup>-2</sup> )
2.	Membuat rambu-rambu/banner pemakaian APD lengkap pada lokasi pekerjaan dan menggunakan APD lengkap pada saat memasuki lokasi pekerjaan tetapi tidak membuat pagar <i>safety line</i> sementara di area bawah bukit sebagai pembatas sementara di daerah bawa bukit sebagai pembatas	Kecelakaan Kerja Berat	0.09207 / (9,207x1 0 <sup>-2</sup> )

Berdasarkan hasil probabilitas yang didapatkan pada setiap skema yang dapat terjadi probabilitas terkecil didapatkan pada keadaan sedang atau masih dalam kondisi aman adanya kecelakaan kerja. Nilai kecil yang didapatkan tersebut didapatkan karena untuk mencapai kejadian tidak adanya kecelakaan kerja atau aman para pekerja

diharuskan mematuhi segala mitigasi yang telah diterapkan pada proyek untuk mengantisipasi terjadinya kecelakaan kerja kejatuhan batu zeolit pada ketinggian. Lalu pada nilai probabilitas terbesar didapatkan pada kecelakaan kerja berat.

### **Pembahasan**

Penelitian ini dilaksanakan pada Proyek Pembangunan Jalan Tepus – Jerukwudel II. Penelitian ini berkonsentrasi pada kecelakaan pekerjaan *cut and fill*, selama pekerjaan *cut and fill* tersebut berlangsung pada proyek ini. Menurut hasil dari wawancara dengan salah satu pekerja pada proyek tersebut pada jabatan *Project Implementers*, memang pada proyek ini sama sekali belum terjadi kecelakaan kerja yang begitu fatal. Tetapi pada saat dilangsungkan survei lapangan ditemukan banyak sekali pekerja yang tidak memakai APD lengkap pada saat melakukan pekerjaan pada *cut and fill*. Hal ini jika dibiarkan terus-menerus akan menyebabkan kecelakaan kerja yang fatal atau bisa terjadi tewas seketika dikarenakan pekerja tersebut berada di ketinggian yang tinggi yaitu 20 - 40 meter.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan *Project Implementers* yang berada di proyek tersebut maka didapatkan mitigasi yang dilakukan pada proyek tersebut untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja pada pekerjaan *cut and fill*. Mitigasi yang dilakukan untuk mencegah hal tersebut terjadi yaitu: pengadaan rambu-rambu pemakaian APD lengkap, *toolbox meeting*, penggunaan APD lengkap, dll. Untuk mitigasi yang dilakukan pada proyek ini menurut hasil wawancara pada *Project Implementers* proyek didasarkan pada peraturan perundang-undangan dan aturan-aturan yang dibuat oleh departemen selaku penanggung jawab pada proyek ini.

Hasil dari proses percabangan tersebut lalu langkah selanjutnya adalah mencari dampak yang dapat terjadi pada setiap skema yang telah digambarkan pada grafik *event tree analysis* (ETA). Untuk analisis dampak yang

akan terjadi dari setiap skema pada penelitian ini didasarkan pada pengklasifikasian dampak kecelakaan kerja yang dirumuskan oleh diagram probabilitas. Dari diagram probabilitas dampak kecelakaan kerja dibagi menjadi tiga yaitu kecelakaan kerja ringan, sedang, dan berat akan tetapi pada penelitian ini hanya ada dua kecelakaan sedang dan berat karena pekerjaan yang sering terjadi kecelakaan. Pada penelitian ini didapatkan dua kecelakaan kerja berat, delapan kecelakaan kerja sedang.

Dari proses percabangan tersebut didapatkan sembilan kemungkinan yang dapat terjadi dimana tidak ada kemungkinan berdampak aman (tidak terjadi kecelakaan kerja), tujuh kemungkinan terjadi kecelakaan kerja sedang dan dua kemungkinan terjadi kecelakaan kerja berat. Untuk mendapatkan keadaan aman atau tidak terjadi kecelakaan kerja harus menggunakan delapan *pivotal event* yang telah ditentukan dan mendapatkan hasil akhir sebesar  $5,701097 \times 10^{-10}$ , lalu pada terjadinya kecelakaan kerja sedang harus menggunakan tujuh *pivotal event* dengan tujuh kegagalan pada yang paling parah karena tidak menghindari jauh saat *excavator breaker* sedang beroperasi mendapatkan hasil akhir sebesar  $5,629210 \times 10^{-10}$  dan pada terjadinya kecelakaan kerja berat harus menggunakan dua *pivotal event* dengan dua kegagalan yang paling parah karena tidak membuat rambu-rambu/banner pemakaian APD lengkap pada lokasi Pekerjaan mendapatkan hasil akhir sebesar  $0,092070 \times 10^{-2}$ . Nilai probabilitas itu terdapat pada kegagalan dari awal pada tidak adanya rambu-rambu pemakaian APD lengkap. Nilai probabilitas terkecil didapatkan pada keadaan sedang lalu pada nilai probabilitas terbesar didapatkan pada kecelakaan kerja berat.

### **Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

Hasil analisis kecelakaan kerja pada pekerjaan cut and fill dengan menggunakan metode event tree analysis pada Proyek Pembangunan Jalan Tepus – Jerukwudel II sebagai berikut

1. Pada pekerjaan *cut and fill* yang terdapat pada Proyek Pembangunan Jalan Tepus – Jerukwudel II kecelakaan kerja yang dapat terjadi yaitu ada 4 tetapi yang terparah/fatal ada pada kejatuhan batu zeolit dari ketinggian, hal ini dikarenakan tinggi bukit pada pekerjaan *cut and fill* yang ada pada proyek tersebut mencapai 20 - 40 meter.
2. Dampak-dampak yang dapat terjadi pada para pekerja jika mengalami kecelakaan kerja kejatuhan batu zeolit dari ketinggian yaitu delapan skema kecelakaan kerja sedang yang dapat terjadi karena kegagalan penggunaan beberapa mitigasi, dan dua kecelakaan kerja berat yang dapat terjadi dikarenakan tidak membuat rambu – rambu APD dan tidak membuat *safety line* dibawah bukit.
3. Nilai probabilitas dari tingkat kecelakaan kerja jatuh dari ketinggian adalah sebesar 0,930 atau 93%. Keadaan ringan atau tidak terjadi kecelakaan kerja tidak mendapatkan hasil dikarenakan pekerjaan pada proyek tersebut sering terjadi keceakaan dan berbahaya, kecelakaan kerja sedang mendapatkan hasil akhir sebesar  $4,229846 \times 10^{-2}$ , dan pada kecelaakan kerja berat menurut hasil dari diatas terjadi jika terjadi kegagalan *pivotal event* dari awal hingga kegagalan pada menggunakan rambu – rambu APD dilokasi pekerjaan dengan nilai probabilitas terbesar yang didapatkan adalah sebesar  $9,207000 \times 10^{-2}$ .

### Daftar Pustaka

- Alijoyo, A., Wijaya, B., & Jacob, I. (2021). *Event Tree Analysis: 31 Teknik Penilaian Risiko Berbasis ISO 31010*. Bandung: CRMS Indonesia.
- Arikunto, S. (2016). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta.PT. Rineka Cipta
- Levis and Atherley. (1996). *Delay construction. Langford: Cahner Books Internasional*.
- Oglesby Clarkson H, 1998, Teknik Jalan Raya, Edisi 4 Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Republik Indonesia No. 10 Tahun 2021.
- Ramli, Soehatman. “*Sistem Manajemen Keselamatan dan Keselamatan Kerja OHSAS*”. Jakarta. (2010).
- Soeharto I, (1995), Manajemen proyek dari konseptual sampai operasional, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sugiyono. (2013). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Alfabeta. Bandung.