



p-ISSN 2085-8507
e-ISSN 2722-3280

TECHNOLOGIC

VOLUME 14 NOMOR 2 | DESEMBER 2023

POLITEKNIK ASTRA

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

www.polytechnic.astra.ac.id

Email: editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id

DEWAN REDAKSI Technologic

Ketua Editor:

Dr. Setia Abikusna, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.

Dewan Editor:

Lin Prasetyani, S.T., M.T.

Rida Indah Fariani, S.Si., M.T.I

Yohanes Tri Joko Wibowo, S.T., M.T.

Mitra Bestari:

Abdi Suryadinata Telaga, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Agung Premono, S.T., M.T. (Universitas Negeri Jakarta)

Harki Apri Yanto, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Ir. Lukas, MAI, CISA, IPM (Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya)

Dr. Sirajuddin, S.T., M.T. (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

Dr. Eng. Syahril Ardi, S.T., M.T. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M.Eng. (Politeknik Negeri Sriwijaya)

Administrasi:

Asri Aisyah, A.md.

Kristina Hutajulu, S.Kom.

Kantor Editor:

Politeknik Astra

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

www.polytechnic.astra.ac.id

Email: editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id

EDITORIAL

Pembaca yang budiman,

Puji syukur kita dapat berjumpa kembali dengan Technologic Volume 14 No. 2, Edisi Desember 2023.

Pembaca, Jurnal Technologic Edisi Desember 2023 kali ini berisi 12 manuskrip.

Atas nama Redaksi dan Editor, kami do'akan semoga dalam keadaan sehat selalu, dan semoga di tahun 2024 semakin sukses dan Berjaya. Tak lupa kami haturkan terima kasih atas kepercayaan para peneliti dan pembaca, serta selamat menikmati dan mengambil manfaat dari terbitan Jurnal Technologic kali ini.

Perlu kami sampaikan untuk meningkatkan kualitas jurnal, Jurnal Technologic sudah menggunakan OJS versi 3, dalam rangka persiapan akreditasi jurnal, mohon dukungan dari para peneliti dan pembaca agar persiapan tersebut lancar dan mendapat hasil yang maksimal.

Selamat membaca!

DAFTAR ISI

PEMBUATAN KOMPONEN MODUL UNTUK INDIKATOR LEVEL BENSIN MENJADI LEVEL BATERAI PADA <i>DISPLAY</i> SEPEDA MOTOR LISTRIK KONVERSI TANPA MERUBAH FUNGSI DAN TAMPILAN ORISINAL <i>DISPLAY</i> SEPEDA MOTOR	74
Afitro Adam Nugraha , Ajib Rosadi, dan Yohanes Climacus Utama	
EFEKTIVITAS PEMBUATAN 3D MODEL MENGGUNAKAN <i>VISUAL SCRIPT</i> (STUDI KASUS: PROYEK JORR ELEVATED RUAS CIKUNIR – ULUJAMI, JAKARTA)	80
Dica Rosmyanto, Muhammad Pandu Madani	
OPTIMASI PEKERJAAN <i>PATCHING</i> MENGGUNAKAN <i>ASPHALT PRE-CAST</i> PADA JALAN TOL CIKOPO - PALIMANAN	86
Andry Wisnu Prabowo, Cintri Anjani Rahmada Putri	
ANALISIS KINERJA WAKTU DAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE <i>EARNED VALUE</i> PADA PROYEK X DI JAWA BARAT	93
Cintri Anjani Rahmada Putri , Awal Fikri Arsalan	
EFEKTIVITAS PERKUATAN STRUKTUR AULA DENGAN METODE EVALUASI STRUKTUR	100
Sofian Arissaputra, Faid Elhar	
ANALISIS <i>WASTE MATERIAL</i> MENGGUNAKAN <i>FAULT TREE ANALYSIS</i> PADA PEKERJAAN <i>CONCRETE BARRIER</i>	107
Merdy Evalina Silaban , Amir Hamzah Pamungkas	
PURWARUPA SIMULATOR <i>THROTTLE-BY-WIRE</i> SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN <i>ENGINE MANAGEMENT SYSTEM</i>	115
Aditya Endratma, Ajib Rosadi, dan Yohanes C. Utama	
PENGENDALIAN KUALITAS HASIL PRAKTIKUM <i>SAND CASTING</i> DENGAN PENDEKATAN <i>STATISTICAL QUALITY CONTROL (SQC)</i> MENGGUNAKAN PETA KENDALI VARIABEL	121
Rifdah Zahabiyah, Rohmat Setiawan, dan Noviani Putri Sugihartanti	
RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PERSEDIAAN <i>SPAREPART DIES</i> MENGGUNAKAN <i>QR CODE</i> DENGAN METODE <i>DESIGN THINKING</i> PADA PT XYZ	127
Rohmat Setiawan, Dita Ameilya Kusuma, Ida Bagus Indra Widi K., dan Rifdah Zahabiyah	
PENGGANTIAN UKURAN <i>NOZZLE VACUUM DRYER</i> MENGGUNAKAN METODE <i>8 STEPS</i> UNTUK MENGURANGI <i>MOISTURE</i> PADA <i>CRUDE PALM OIL (CPO)</i> DI PT LETAWA	135
Nensi Yuselin, Edwar Rosyidi, Hasanuddin Pardomuan Lubis	

OPTIMALISASI DIMENSI <i>FEED SYSTEM</i> PADA CETAKAN <i>BODY CALIPER</i> UNTUK EFISIENSI BAHAN BAKU	142
Agung Kaswadi, Taufik Irmawan, dan Mohamad Rizki Darmawan	
ANALISIS <i>QUANTITY TAKE OFF</i> PADA PEKERJAAN ARSITEK STUDI KASUS APARTEMEN GARDEN SERPONG	150
Kartika Setiawati , Dwicky Titto Sundjava	

ANALISIS WASTE MATERIAL MENGGUNAKAN FAULT TREE ANALYSIS PADA PEKERJAAN CONCRETE BARRIER

Merdy Evalina Silaban¹, Amir Hamzah Pamungkas²

1. Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung, Jurusan Teknik Sipil dan Infrastruktur, Politeknik Astra, Jalan Gaharu Blok F-3 Delta Silicon 2 Lippo Cikarang, Kel. Cibatu, Kec. Cikarang Selatan, Bekasi, Jawa Barat, 17530, Indonesia
 E-mail: merdy.silaban@polytechnic.astra.ac.id¹, amrhamzz80@gmail.com²

Abstract— This research aims to present a structured approach in addressing construction waste issues through the application of Fault Tree Analysis (FTA) method. Construction waste has become a serious concern affecting the sustainability and efficiency of construction projects. FTA is utilized as a systematic analytical tool to identify and analyze key factors leading to the generation of construction waste, providing an in-depth understanding of root causes and interconnections among various variables in the construction context. The research methodology involves field surveys, project documentation analysis, and interviews with construction industry experts. The results of the FTA analysis provide a clear overview of the chain of events leading to construction waste and enable the identification of effective preventive measures. The application of FTA also offers the ability to mitigate risks, prioritize solutions, and design sustainable waste management strategies. The specific materials studied in the Cikande Serang Timur Toll Road Widening Project are D13 and D16 reinforcement bars. The causes of construction waste are attributed to design, calculations, management, and implementation factors. The cost calculation results for D13 reinforcement bars show zero waste cost with 0% waste because the remaining material exceeds 1 meter, allowing it to be used in other structural work. Meanwhile, the cost for D16 reinforcement bars is Rp. 3,528,835.20 with 2.65% waste. The findings indicate that the highest construction waste cost is associated with D16 reinforcement bars, while the lowest is related to D13 reinforcement bars.

Keywords: Construction Cost, Fault Tree Analysis (FTA), Construction Waste

Abstrak— Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan pendekatan terstruktur dalam mengatasi permasalahan sisa material di industri konstruksi melalui penerapan metode Fault Tree Analysis (FTA). Permasalahan sisa material menjadi isu serius yang mempengaruhi keberlanjutan dan efisiensi proyek konstruksi. FTA digunakan sebagai alat analisis sistematis untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor utama yang menyebabkan waste material, memberikan pemahaman mendalam tentang penyebab akar dan interkoneksi antara berbagai variabel dalam konteks konstruksi. Metode penelitian ini melibatkan survei lapangan, analisis dokumentasi proyek, serta wawancara dengan para ahli industri konstruksi. Hasil analisis Fault Tree Analysis (FTA) dapat memberikan gambaran penjelasan tentang rantai kejadian penyebab terjadinya sisa material dan memungkinkan identifikasi langkah-langkah pencegahan yang efektif. Penerapan FTA juga memberikan kemampuan untuk memitigasi risiko, memprioritaskan solusi, dan merancang strategi manajemen limbah yang berkelanjutan. Jenis material yang diteliti pada Proyek Pelebaran Jalan Tol Cikande Serang Timur adalah besi tulangan D13 dan D16. Faktor penyebab terjadinya sisa material disebabkan oleh faktor desain, perhitungan, manajemen, dan pelaksanaan. Hasil perhitungan biaya sisa material besi tulangan D13 Rp. 0 dengan sisa material 0% karena sisa material lebih dari 1 meter, jadi untuk sisa materialnya bisa digunakan di pekerjaan struktur lain dan jenis besi tulangan D16 Rp. 3,528,835,20 dengan sisa material 2,65%. Dari hasil tersebut biaya sisa material terbesar adalah besi tulangan D16 dan biaya sisa material terkecil adalah besi tulangan D13

Kata Kunci: Biaya Konstruksi, Fault Tree Analysis (FTA), Sisa Material

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengelolaan limbah material pada proyek konstruksi memiliki peran krusial dalam mencapai keberlanjutan dan efisiensi. Pekerjaan pembangunan beton, khususnya pada proyek pembuatan *concrete barrier*, seringkali melibatkan penggunaan material yang signifikan, dan pengelolaan limbah pada tahap

ini dapat menjadi perhatian utama. Dalam konteks ini, penelitian bertujuan menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya limbah material pada pekerjaan *concrete barrier*, dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)*.

Proyek-proyek pembangunan *concrete barrier* memiliki potensi menghasilkan limbah material yang signifikan, seperti sisa beton, bekisting, dan bahan konstruksi lainnya. Pengelolaan limbah yang tidak

efektif tidak hanya dapat mengakibatkan pemborosan sumber daya alam dan biaya tambahan, tetapi juga dapat memiliki dampak negatif terhadap lingkungan dan keberlanjutan proyek konstruksi.

Dengan memahami penyebab akar dari terjadinya limbah material, analisis menggunakan *Fault Tree Analysis* diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif tentang berbagai faktor yang mempengaruhi efisiensi pengelolaan limbah pada pekerjaan concrete barrier. Dalam konteks ini, aspek-aspek seperti perencanaan proyek, penggunaan material yang tepat, manajemen limbah di lapangan, dan koordinasi antar pihak terlibat menjadi kritis untuk dievaluasi.

Pemahaman mendalam terhadap penyebab-penyebab utama limbah material pada pekerjaan *concrete barrier* melalui analisis FTA diharapkan dapat menjadi dasar untuk merancang strategi manajemen limbah yang lebih efektif dan berkelanjutan. Hal ini tidak hanya akan memberikan kontribusi pada peningkatan efisiensi penggunaan material, tetapi juga mendukung tujuan keseluruhan industri konstruksi dalam mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan keberlanjutan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menjalani analisis *waste material* menggunakan metode FTA pada pekerjaan *concrete barrier* di Proyek Pelebaran Jalan Tol Cikande Serang Timur.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mengidentifikasi jenis-jenis material yang menjadi kontributor terbesar kerugian biaya pada Proyek Pelebaran Jalan Tol Cikande Serang Timur.
- 2) Dapat mengetahui hasil dan identifikasi sisa material pada Proyek Pelebaran Jalan Tol Cikande Serang Timur.

1.3. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada pada proyek pelebaran Jalan Tol Tangerang – Merak segmen Ciujung – Serang Timur KM 60+200 s.d KM 72+000, Kabupaten Serang, Banten. Lokasi proyek dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

1.4. Landasan Teori

1.4.1 Waste Material di Industri Konstruksi

Material adalah salah satu bagian atau komponen penting yang menunjang keberhasilan dalam sebuah proyek konstruksi. Pemilihan material yang akan digunakan harus dilakukan secara selektif agar kualitas bangunan yang dihasilkan sesuai dengan yang sudah direncanakan. Menurut Gavilan dan Bernold (1994), material yang digunakan dalam proyek konstruksi dibagi menjadi dua jenis yaitu material yang menjadi bagian utama dari bangunan konstruksi (*Consumable Material*) dan material yang tidak menjadi bagian utama dari bangunan konstruksi (*Non-Consumable Material*).

Dalam kegiatan proyek konstruksi, *waste material* yang dihasilkan tentunya tidak sedikit dan akan mempengaruhi pada produktivitas proyek dan memberikan dampak yang kurang baik kepada lingkungan di sekitarnya. Menurut Skoyles (1976), terdapat dua jenis sisa material konstruksi yaitu *waste material* yang timbul secara langsung dilapangan karena aktivitas konstruksi yang sedang berlangsung (*Direct Waste*) dan *waste material* yang timbul secara tidak langsung karena proses perencanaan, pelaksanaan dan pengadaan (*Indirect Waste*).

1.4.2 Concrete Barrier

Pembatas lajur tersebut bernama "*Barrier*" dan ada yang berbahan beton maupun plastik. *Barrier* yang merupakan beton pracetak ini dinamakan "*Concrete Barrier*" yang memiliki kelebihan lebih kokoh dan tidak akan mudah rusak atau bergeser sehingga lebih aman sebagai pembatas di Jalan Tol (BPJT, 2022).

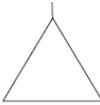
1.4.3 Fault Tree Analysis (FTA)

Fault Tree Analysis (FTA) digunakan untuk memberikan rekomendasi perbaikan yang lebih akurat berdasarkan akar penyebab risiko yang telah diidentifikasi. *Fault Tree Analysis* dapat

dideskripsikan sebagai teknik analitis, untuk menemukan solusi dari masalah-masalah yang muncul (Lee et al., 1985).

Symbol	Meaning
	<i>Basic Event</i> , kesalahan instasi dasar yang tidak memerlukan pengembangan lebih lanjut.
	<i>Conditioning Event</i> , kondisi atau batasan khusus yang berlaku untuk gerbang logika apa pun (digunakan terutama dengan <i>priority AND</i> dan <i>inhibit gates</i>).
	<i>Undeveloped Event</i> , suatu peristiwa yang tidak dikembangkan lebih lanjut baik karena tidak cukup konsekuensi atau karena informasi tidak tersedia.
	<i>External Event</i> , suatu peristiwa yang biasanya diharapkan terjadi.

Gambar 2. Primary Event Symbol

Symbol	Meaning
	<i>Transfer in</i> , menunjukkan bahwa <i>Fault Tree Analysis</i> akan dikembangkan lebih lanjut.
	<i>Transfer out</i> , menunjukkan bahwa bagian <i>analysis</i> ini harus terlampir di <i>transfer in</i> .

Gambar 3. Transfer Symbol

Symbol	Meaning
	<i>AND Gate</i> , Kesalahan output terjadi jika semua kesalahan input terjadi.
	<i>OR Gate</i> , Kesalahan output terjadi jika setidaknya salah satu kesalahan input terjadi.
	<i>Exclusive OR Gate</i> , digunakan dengan kasus tertentu yaitu Kesalahan output terjadi jika tepat salah satu input kesalahan terjadi.
	<i>Priority AND Gate</i> , Kesalahan output terjadi jika semua kesalahan input terjadi dalam urutan tertentu (urutan diwakili oleh peristiwa kondisi yang ditarik di sebelah kanan gerbang).
	<i>Inhibit Gate</i> , Kesalahan output terjadi jika kesalahan input (nanggal) terjadi di adanya kondisi yang memungkinkan.

Gambar 4. Gate Symbol

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini yang pertama dilakukan adalah mengidentifikasi masalah yang ada dan tujuan penelitian dilakukan di Proyek Pelebaran Jalan Tol Cikande Serang Timur dengan literatur yang berkaitan dengan permasalahan. Data yang digunakan yaitu data berbentuk kuantitatif dengan metode penelitian yang digunakan adalah metode analisis dan perhitungan menggunakan aplikasi pemrograman *Microsoft Excel*. Begitu juga penelitian ini dilakukan dengan studi literatur dan juga mengumpulkan data sekunder yang didapat dari data-data teknis proyek. Data penelitian yang diperlukan diantaranya:

1. Harga Satuan
2. *Purchase Order*
3. *As Built Drawing*

2.2. Analisis Data Penelitian

Subjek penelitian ini adalah menganalisis sisa material konstruksi dengan metode *Fault Tree Analysis (FTA)* dan objek penelitian ini ada pada Proyek Pelebaran Jalan Tol Cikande Serang Timur. Pada dasarnya, proses analisis data dimulai dengan pengolahan data secara keseluruhan tersedia dari berbagai sumber baik dari observasi atau wawancara, catatan laporan lapangan selanjutnya diteliti, dilanjutkan dengan penelitian yang akan dilakukan melalui cara berikut:

1. Menghitung Kebutuhan Material

Langkah pertama adalah mengidentifikasi di setiap masing-masing elemen pekerjaan dan jenis material yang akan digunakan, kemudian dihitung kuantitas material yang dibutuhkan berdasarkan gambar kondisi (*as-built drawing*). Kemudian semua hasil perhitungan *Bill of Quantity (BOQ)* dimasukkan ke tabel yang diurutkan berdasarkan masing-masing pekerjaan dan setiap jenis material. Pada angka akan dijumlahkan berdasarkan kolom dan jenis material.

2. Menghitung Pembelian Material

Pembelian material dijumlahkan sesuai laporan harian proyek sehingga bisa mengetahui jumlah total material yang didatangkan setiap hari dalam periode selama pelaksanaan proyek berlangsung, termasuk jumlah akhir stok material yang akan disimpan.

3. Menghitung Sisa Material

Sisa material adalah kelebihan bahan yang tidak terpakai dan tidak menambah nilai pada pekerjaan.

Sisa material tersisa bisa dijumlahkan dengan berbagai cara antara lain:

- 1) Menghitung kuantitas material yang tersisa.
- 2) Menghitung biaya material yang tersisa.
- 3) Menghitung persentase biaya material yang tersisa.
- 4) Menghitung persentase total biaya sisa material pada total biaya proyek.

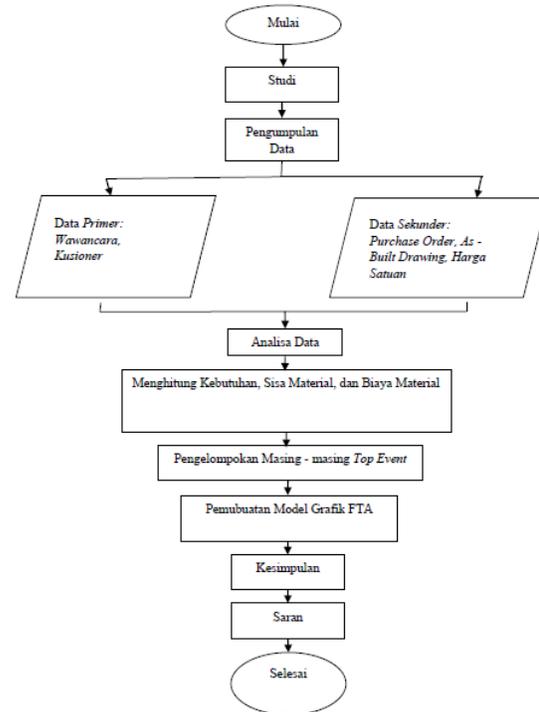
2.3. Tahapan Penelitian

1. Survey pendahuluan: untuk mengetahui kondisi *waste* material di proyek
2. Tahap Pengumpulan Data : data-data yang diperlukan yaitu gambar as-built drawing, rencana anggaran biaya, laporan harian proyek dan daftar harga satuan material.
3. Tahapan Analisa Data
Langkah yang dilakukan untuk menganalisa data adalah:

- a) Menghitung kebutuhan material berdasarkan as-built management plan
- b) Menghitung pembelian material berdasarkan laporan harian proyek.
- c) Proses perhitungan sisa material dengan cara antara lain:
 1. Menghitung banyaknya material yang tersisa.
 2. Menghitung biaya material yang tersisa.
 3. Menghitung persentase biaya yang tersisa.
 4. Menghitung persentase total biaya sisa material dari total biaya proyek.
- d) Menciptakan jarak waktu
- e) Tempatkan suatu keadaan dan kondisi pada sebuah *causal factor tree*.
- f) Menggunakan metode *FTA* untuk mengidentifikasi penyebab yang potensial dan dominan
- g) Memecah kegagalan sistem sampai ke dasar kejadian/ kondisi (level terendah dari suatu *event*).
- h) Mengidentifikasi penyebab kerusakan secara spesifik.
- i) Selanjutnya untuk melihat penyebab yang potensial dengan cara memeriksa perkiraan dan fakta secara menyeluruh.

- j) Mengeliminasi item-item yang tidak bukan menjadi penyebab atau memberi kontribusi pada faktor.
- k) Menghasilkan solusi yang berkaitan antara penyebab dan akar penyebab kegagalan.

2.4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PERANCANGAN

3.1 Analisis Data

Perhitungan Kebutuhan Material Pada penelitian ini, penulis tidak menghitung semua kebutuhan material yang ada pada Proyek Pelebaran Jalan Tol Cikande Serang Timur, maka dari itu penulis mengambil lokasi kebutuhan material pekerjaan *concrete barrier*, tipe b *area traffic box* dan *drain* dalam penelitian ini.

Tabel 1. Lokasi *Area Box Traffic*

No.	Box Traffic	Panjang (m')	
		Jalur A	Jalur B
1	60+200	10,5	10,50
2	61+000	9,60	9,60
3	65+275	7,20	7,20
4	66+700	13,80	8,55

No.	Box Traffic	Panjang (m')	
		Jalur A	Jalur B
5	66+850	12,80	8,55

Tabel 2. Lokasi Area Box Traffic

No.	Box Drain	Panjang (m')	
		Jalur A	Jalur B
1	61+020	16,80	16,80
2	62+185	17,80	17,80
3	64+010	-	14,20
4	66+775	20,00	20,00
5	68+200	-	14,40
6	69+856	14,80	14,80
7	70+775	14,00	14,00

3.1.1 Perhitungan Barrier Box Traffic Sta. 60+200 Jalur A & B

Tabel 3. Bar Bending Schedule Box Barrier Sta 60+200

No	Reinf	Type	Dia	Dimensi				Total Panjang	Jumlah	Berat/m'	Total (kg)
				a	b	c	d				
A1	A	D13	21,520				21,520	14	1,040	313,33	
A2	B	D16	1,100	0,160	1,100		2,360	141	1,580	525,76	
A3	C	D16	0,150	0,640	0,040	0,400	1,230	141	1,580	274,02	
A4	D	D16	0,300	0,100			0,400	95	1,580	60,25	
Total (kg)		D13					313,33				
		D16					860,03				

Tabel 4. Perhitungan Biaya Sisa Material

Material	Purchase Order (kg)	Harga PO	Pemakaian (kg)	Waste	Harga Waste	Waste %
D13	5.616	60.652.800	4.368,00	-	-	-
D16	12.324	133.099.200	9.984,13	326,74	3.528.835,20	2,65%
Jumlah Harga Waste					3.528.835,20	

3.1.2 Fault Tree Analysis

3.1.2.1 Penentuan Top Event

Yang perlu dilakukan pertama adalah membuat FTA yaitu dengan cara menentukan top event. Top event adalah tema permasalahan yang akan diidentifikasi secara spesifik dalam hal ini adalah sisa material. Top event yang diperoleh, ditentukan dari hasil perhitungan sisa material dengan nilai terbesar dari segi biaya.

3.1.2.2 Faktor Penyebab Sisa material

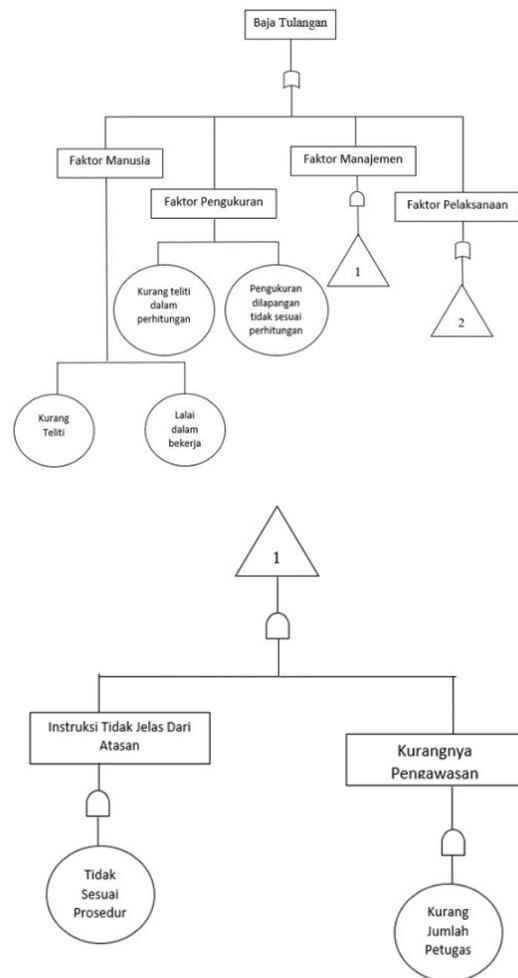
Begitu hasil penelitian diketahui, proses selanjutnya adalah menelusuri yang menjadi penyebab yang bisa menimbulkan adanya sisa material. Faktor alasan kegagalan atau kesalahan sisa material terdiri dari dua faktor yaitu, intermediate event dan basic event. Dimana intermediate event yaitu sebuah peristiwa kesalahan yang terjadi karena satu atau lebih penyebab yang bertindak melalui gerbang logika dan tempat yang kemungkinan untuk diteliti kembali

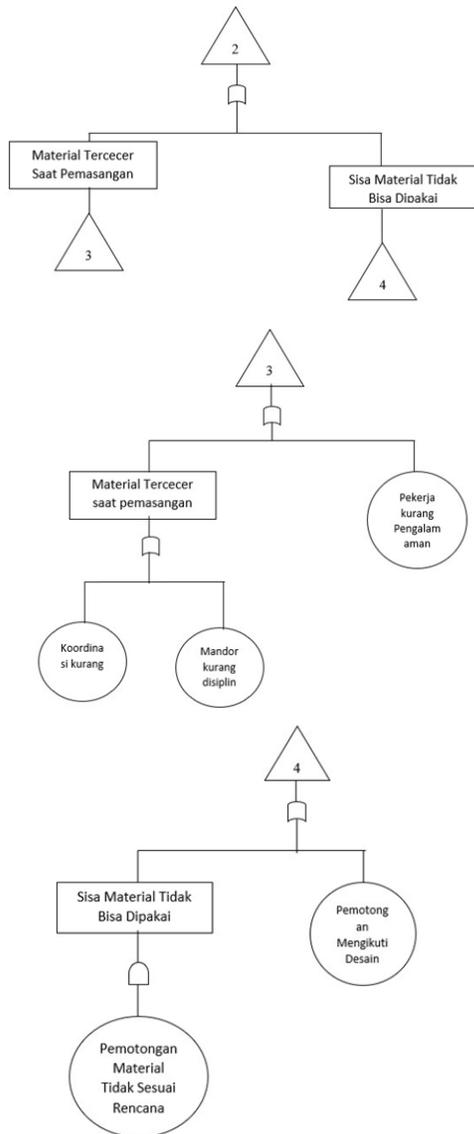
sumber penyebab lainnya yang dihubungkan dengan gerbang logika. Basic Event adalah bentuk penyebab sisa material yang paling dasar sehingga tidak lagi dikenali dan diselidiki karena alasan lain.

Tujuan mengidentifikasi intermediate event dan basic event yaitu menggambarkan pohon kesalahan yang terstruktur antara satu penyebab dan lainnya, sehingga kemungkinan terjadinya kecelakaan dapat ditentukan secara sistematis.

3.1.2.3 Detail Gambar metode Fault Tree Analysis/FTA

Begitu sudah mengetahui hasil atau mengetahui faktor-faktor penyebab sisa material, maka langkah selanjutnya adalah menggambar Fault Tree Analysis. Dalam penelitian ini, kejadian terbesar adalah kecelakaan atau kesalahan yang terjadi secara umum pada Proyek Pelebaran Jalan Tol Cikande Serang Timur.





Gambar 6. Fault Tree Analysis

3.1.2.4 Baja Tulangan

Baja tulangan termasuk *top event* terpilih yang dikarenakan baja tulangan merupakan salah satu dari 2 (dua) material yang menghasilkan sisa paling merugikan atau paling besar dalam hal biaya. Berikut analisis dari sisa material baja tulangan.

Terjadinya sisa material baja tulangan disebabkan oleh 4 (empat) *event* diantaranya faktor manusia, faktor pengukuran, faktor manajemen, faktor pelaksanaan. Keempat *event* ini merupakan *event* pertama. Hal ini dikarenakan posisi dari simbol kejadiannya sejajar dan juga merupakan kejadian utama penyebab terjadinya sisa material baja tulangan. AND *gate* merupakan simbol gerbang yang digunakan

jika kesalahan muncul akibat semua input masalah terjadi. OR *gate* merupakan simbol gerbang yang digunakan untuk menghubungkan *top event* dengan keempat (4) kejadian tersebut. Digunakannya OR *gate* karena salah satu atau lebih dari keempat (4) kejadiannya lebih dominan menyebabkan *top event* terjadi. Jika simbol OR *gate* digunakan artinya salah satu kejadiannya menyebabkan terjadinya *waste* pada material.

3.1.2.5 Pembahasan

Adapun jenis material yang akan diteliti pada Proyek Pelebaran Jalan Tol Cikande Serang Timur dimana diperoleh 2 jenis sisa material untuk pelebaran Jalan Tol ini besi tulangan D13 dan D16. Dari beberapa hasil tersebut yang paling dominan adalah sisa material besi tulangan D16 yaitu dengan harga sisa Rp. 3.528.835,20.

3.1.2.6 Cara Meminimalisir Sisa Material

Besi Tulangan Material besi tulangan termasuk material “*good waste*” dan “*bad waste*” yang berarti bisa digunakan kembali pada pekerjaan selanjutnya dan ada yang dibuang atau dirongsokkan karena ukuran yang tidak sesuai dengan keperluan. Berikut cara meminimalisir besi tulangan:

- Besi tersisa dengan panjang kecil dibuat ring balok, dudukan, *tie bar* dan lain lain.
- Besi tersisa dengan panjang lebih dari 1 meter dapat digunakan di proyek lain yang masih satu kontraktor.
- Digunakan pada pekerjaan struktur pembesian selanjutnya.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan evaluasi untuk perhitungan sisa material (*waste*) pada Proyek Pelebaran Jalan Tol Cikande Serang Timur dapat dijelaskan bahwa:

- Adapun jenis material yang menjadi kontribusi terbesar kerugian biaya pada Proyek Pelebaran Jalan Tol Cikande Serang Timur adalah D16 Rp 3.528.835,20,-. persentase *waste* 2,65%. Hal tersebut terjadi karena saat pengadaan material dan pekerjaan pemasangan dan pemotongan besi tulangan tidak teliti dan tidak sesuai dengan rencana.
- Faktor - faktor yang berpengaruh menyebabkan sisa material dalam Pelebaran Jalan Tol Cikande Serang Timur adalah faktor manusia,

pengukuran, manajemen, dan pelaksanaan. Yang menjadi penyebab terjadinya sisa material pada Pelebaran Jalan Tol Cikande Serang Timur diantaranya:

Manajemen

- a) Intruksi tidak jelas dari atasan
- b) Tidak Sesuai Prosedur
- c) Kurangnya Pengawasan dalam melakukan pekerjaan
- d) Kurangnya Jumlah Petugas

Pelaksanaan

- a) Material tercecer saat pemasangan
- b) Koordinasi Kurang
- c) Mandor Kurang Disiplin
- d) Sisa material tidak dapat dipakai
- e) Pematangan material yang tidak sesuai dengan rencana

V. SARAN

Saran yang perlu dilakukan pada proyek berikutnya agar dapat meminimalisirnya sisa material pada pekerjaan *concrete barrier*, tipe-b area *box traffic* dan *box drain* antara lain :

- a. Pelunya dilakukan monitoring pekerjaan
- b. Menyeleksi pekerja - pekerja yang berpengalaman atau yang sudah terpercaya atau handal dalam mengetahui pekerjaan masing-masing.
- c. Dilakukan pengukuran yang lebih teliti dan tepat antara pengukuran dilapangan dan material yang dibutuhkan agar sisa material tidak terjadi.
- d. Pengawasan yang lebih rinci dan ketat saat pelaksanaan konstruksi.
- e. Penyimpanan material yang harus lebih aman atau diletakan pada tempat yang khusus agar terhindar dari kerusakan-kerusakan material yang menyebabkan sisa material
- f. *Waste* besi yang tersisa dengan panjang lebih dari 45 cm dibuat ring balok, dudukan, tie bar dan lain lain.
- g. *Wate* besi tersisa dengan panjang lebih dari 1 meter dapat digunakan di proyek lain yang masih satu kontraktor.
- h. Meningkatkan koordinasi antar pekerja proyek konstruksi.
- i. Meningkatkan kesadaran pekerja.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asiyanto, 2010, Manajemen Produksi Untuk Jasa Konstruksi, PT. Pradnya Paramita.
- [2] Devia, Y.P., 2010, Identifikasi Material Konstruksi Dalam Upaya Memenuhi Bangunan Berkelanjutan, Jurnal Universitas Brawijaya Malang, Malang.
- [3] Dewi, L.T., dan Dewa, P.K., 2005, Implementasi Fault Tree Analysis Pada
- [4] Sistem Pengendalian Kualitas Prosiding Seminar Nasional II, Forum Komunikasi Teknik Industri, Yogyakarta
- [5] Gallardo, B., Sutherland, W. J., Martin, P., & Aldridge, D. C. (2022). Applying fault tree analysis to biological invasions identifies optimal targets for effective biosecurity. *Journal of Applied Ecology*, 59(10), 2553-2566.
- [6] Intan, S. R.S Alifen, L. Arijanto, 2005, Analisa Dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi: Sumber Penyebab, Kuantitas Dan Biaya, Jurnal Dimensi Teknik Sipil Vol 7 no 1 hal 36-45
- [7] Marvin, Rausand, 2004, "System Reliability Theory: Model, Statistical, Method, and Application, Second Edition", Jhon-Wiley & Sons, Inc., New Jersey
- [8] Nursyahbani, H., Negara, K. P., & Zacoeb, A. (2016). Analisis dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi Menggunakan Fault Tree Analysis (FTA)(Studi Kasus pada Proyek Pembangunan Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang) (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- [9] Ompusunggu, V. M. (2018). Dampak Pembangunan Infrastruktur Jalan Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Masyarakat di Desa Semangat Gunung, Kabupaten Karo. *Jupeko (Jurnal Pendidikan Ekonomi)*, 3(2).
- [10] Papadopoulos, 2004, faut and event tree analysis "Uncertanty handling formulation analysis". Vol. 31, No. (1), 86-107.
- [11] Peng, C. L., Scorpio, D. E., & Kibert, C. J. (1997). Strategies for successful construction and demolition waste recycling operations. *Construction Management & Economics*, 15(1), 49-58.
- [12] Priyanta, D., 2000. Keandalan dan Perawatan, Surabaya: Institut Teknologi Surabaya.

- [13] Putri, C. A. R. (2022). Analisis Faktor Penyebab Sisa Material Pekerjaan Struktur Pada Proyek Konstruksi. *Technologic*, 13(2).
- [14] Rumangun, Mare, 2009, Manajemen Material Pada Proyek Konstruksi Di Daerah Maluku Tenggara, *Jurnal Universitas Atma Jaya Yogyakarta*
- [15] Saputra, R. A., & Yuamita, F. (2023). Analisis Program Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Dengan Pendekatan Fault Tree Analysis Pada Cv Bestone Indonesia. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(12), 4607-4614.
- [16] Wibowo, K. (2017). Analisa dan Evaluasi: Akar Penyebab dan Biaya Sisa Material Konstruksi Proyek Pembangunan Kantor Kelurahan di Kota Solo, Sekolah, dan Pasar Menggunakan Root Cause Analysis (RCA) dan Fault Tree Analysis (FTA).