

**ANALISIS KETERLAMBATAN PROYEK PEMBANGUNAN PRASARANA
PENGENDALIAN BANJIR SUNGAI INDRAGIRI DENGAN
METODE FAULT TREE ANALYSIS (FTA)
(STUDI KASUS : DESA SELUNAK KABUPATEN INDRAGIRI HULU)**

Rosita¹, Dwi Visti Rurianti²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kuantan Singingi, Jl. Gatot Subroto KM7
Teluk Kuantan, Kec. Kuantan Tengah, Kab.Kuantan Singingi, Riau

email: tatarosita344@gmail.com

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kuantan Singingi, Jl. Gatot Subroto KM7
Teluk Kuantan, Kec. Kuantan Tengah, Kab.Kuantan Singingi, Riau

email: dwivisti87@gmail.com

ABSTRAK

Keterlambatan yang terjadi pada sebuah proyek dapat menghambat waktu dan menyebabkan kerugian biaya. Keterlambatan konstruksi dapat didefinisikan sebagai penyelesaian pembangunan dalam memenuhi target waktu pekerjaan melebihi tanggal yang telah disepakati oleh seluruh pihak. Pada proyek Pembangunan Prasarana Pengendalian Banjir Sungai Indragiri di Indragiri Hulu, dapat dilihat salah satu contoh dimana pelaksanaan proyek tidak sesuai dengan jadwal yang direncanakan. Pada proyek tersebut, telah direncanakan akan selesai dalam 174 hari, sedangkan dalam pelaksanaannya proyek tersebut selesai dalam 209 hari, berarti ada keterlambatan selama 35 hari. Tujuan Penelitian ini adalah Mengetahui hasil perhitungan koefisien yang didapat dari setiap item pekerjaan yang mengalami keterlambatan dengan menggunakan metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Mengetahui apa faktor yang menyebabkan keterlambatan pada setiap item pekerjaan. Dari hasil analisis dan pengolahan data dengan metode Set Potongan Minimal Klasik (Classical Minimal Cut Sets Method) pada aplikasi Top Event FTA maka didapat, dengan evaluasi kualitatif, maka didapatkan item pekerjaan yang lebih sering terhambat dalam pelaksanaan dan akhirnya menyebabkan keterlambatan terjadi pada item pekerjaan pemancangan spunpile Ø30 cm dengan nilai Koefisien 0,0487, sedangkan dengan metode kuantitatif didapatkan pengaruh dari tiap item pekerjaan pada setiap event tersebut dipengaruhi oleh 3 kriteria antara lain: alat kerja, kondisi jalan, dan tenaga kerja yang menyebabkan keterlambatan.

Kata Kunci : keterlambatan jadwal, top event FTA, metode evaluasi

1. PENDAHULUAN

Proyek konstruksi merupakan suatu kegiatan yang bertujuan untuk membangun sebuah sarana dan prasarana dalam ketentuan waktu yang telah direncanakan. Sebuah proyek dapat diartikan sebagai upaya atau aktivitas yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu.

Proyek konstruksi adalah suatu upaya untuk mencapai suatu hasil dalam bentuk infrastruktur. Proyek konstruksi memiliki karakteristik unik yang tidak berulang, sehingga proses yang terjadi pada suatu proyek tidak akan berulang pada proyek lainnya. Dalam suatu proyek konstruksi terdapat batasan yang mendasar berupa biaya yang dianggarkan serta mutu dan waktu yang harus dipenuhi, ketiga hal ini disebut dengan tiga pembatas (*triple constrain*).

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 bagus dalam pembangunan sebuah proyek tentunya dapat mempengaruhi efisiensi dan kinerja yang dilakukan, sehingga menyebabkan sebuah proyek dapat dilakukan dengan cepat, bermutu dan *cost-efficient*.

Dalam setiap proyek pada *time schedule* yang sudah direncanakan, dan pelaksana proyek harus mengikuti *time schedule* tersebut sebagai pedoman dalam pelaksanaan proyek. Namun *time schedule* yang direncanakan dan praktek yang terjadi di lapangan belum tentu sama. Realita di lapangan menunjukkan bahwa waktu penyelesaian sebuah proyek bervariasi, akibatnya perkiraan waktu penyelesaian proyek tidak dapat dipastikan akan dapat ditepati.

Keterlambatan yang terjadi pada sebuah proyek dapat menghambat waktu dan menyebabkan kerugian biaya. Keterlambatan konstruksi dapat didefinisikan sebagai penyelesaian pembangunan dalam memenuhi target waktu pekerjaan melebihi tanggal yang telah disepakati oleh seluruh pihak.

Pada proyek Pembangunan Prasarana Pengendalian Banjir Sungai Indragiri di Indragiri Hulu, dapat dilihat salah satu contoh dimana pelaksanaan proyek tidak sesuai dengan jadwal yang direncanakan. Pada proyek tersebut, telah direncanakan akan selesai dalam 174 hari, sedangkan dalam pelaksanaannya proyek tersebut selesai dalam 209 hari, berarti ada keterlambatan selama 35 hari.

Dikarenakan banyaknya faktor yang mungkin mengakibatkan keterlambatan didalam sebuah proyek, maka pada kasus seperti ini perlu dilakukan pengkajian ulang mengenai kegiatan yang ada pada proyek untuk mengetahui dimana letak kesalahan yang terjadi sehingga menyebabkan keterlambatan dalam penyelesaian proyek. Untuk mencapai hal tersebut, dapat digunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)*, yaitu metode yang digunakan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya keterlambatan pada sebuah proyek.

Berdasarkan latar belakang, didapatkan rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Berapa hasil perhitungan koefisien yang didapat dari setiap item pekerjaan yang mengalami keterlambatan dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)* pada Proyek Prasarana Pengendalian Banjir Sungai Indragiri Kabupaten Indragiri Hulu?
2. Apa faktor tertinggi yang menyebabkan keterlambatan pada setiap item pekerjaan pada Proyek Prasarana Pengendalian Banjir Sungai Indragiri Kabupaten Indragiri Hulu?

Berdasarkan rumusan masalah, didapatkan tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui hasil perhitungan koefisien yang didapat dari setiap item pekerjaan yang mengalami keterlambatan dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)* pada Proyek Prasarana Pengendalian Banjir Sungai Indragiri Kabupaten Indragiri Hulu

- Mengetahui apa faktor yang menyebabkan keterlambatan pada setiap item pekerjaan Proyek Prasarana Pengendalian Banjir Sungai Indragiri Kabupaten Indragiri Hulu

Adapun manfaat penelitian ini bagi pembaca maupun penulis adalah sebagai berikut:

- Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam mengetahui apa penyebab terjadinya keterlambatan pada pelaksanaan Proyek Pembangunan Prasarana Pengendalian Banjir Sungai Indragiri Kabupaten Indragiri Hulu
- Hasil dari penelitian dapat digunakan sebagai acuan dasar untuk penelitian-penelitian selanjutnya
- Penelitian sebagai bentuk usaha dalam merealisasikan ilmu yang diperoleh selama masa kuliah di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Fault Tree Analysis (FTA). Pada penelitian ini diperbantukan aplikasi Top Event FTA untuk dilaksanakan analisis pada pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi, pekerjaan pemancangan spunpile Ø30 cm, dan pekerjaan pengadaan dan pemasangan batu bronjong

2.1 Teknik Pengumpulan Data

Berdasarkan Teknik pengumpulan datanya, penelitian yang akan dilakukan menggunakan Teknik pengumpulan data primer dan data sekunder, untuk lebih jelasnya berikut uraian pengambilan data:

1. Data primer

Data primer adalah data yang diambil langsung dari lapangan, dalam hal ini data primer berupa wawancara dari pihak pengawas lapangan. Adapun data primer yang didapatkan adalah macam-macam event yang menyebabkan keterlambatan.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diambil dari data yang sudah ada, dalam penelitian ini data sekunder yang dimaksud adalah data kurva s dan laporan harian minggu ke-1 s.d minggu ke-28.

2.2 Model Analisa Penelitian

Penelitian yang dilaksanakan penulis menggunakan bantuan aplikasi Top Event FTA. Pada salah satu model analisis pada aplikasi tersebut digunakan untuk penelitian penulis. Adapun model analisis yang digunakan yaitu Mean Time To Failure (MTTF).

Rumus persamaan pada Model analisis Mean Time To Failure (MTTF) :

$$q(t) = 1 - e^{-(\lambda+\mu)t}$$

$$\omega(t) = \lambda [1 - q(t)]$$

$$\lambda = \frac{1}{MTTF}$$

Keterangan :

- q (t) = unavailability (time) (ketidak tersediaan)
 ω (t) = failure frequency (time) (frekuensi kegagalan)
 λ = failure rate (laju kegagalan per satuan waktu)
 e = basis dari logaritma natural
 μ = Mikro dalam Sistem Matrik

2.3 Metode Evaluate Fault Tree

Pada penelitian ini dengan bantuan aplikasi Top Event FTA, digunakan metode Set Potongan Minimal Klasik (Classical Minimal Cut Sets Method). Metode ini merincikan

minimal cut set yang didapatkan pada tiap event yang dikelompokkan pada Fault Tree Analysis.

1. Metode Evaluasi Kualitatif

Pada penelitian ini dengan bantuan aplikasi Top Event FTA, didapatkan hasil minimal cut set yang terjadi pada Fault Tree Analysis sesuai dengan event-event yang telah diinput atau dikelompokkan pada aplikasi tersebut.

Pada pengelompokkan minimal cut set didapatkan, akan menghasilkan nilai unavailability dan Failure Frequency pada tiap event yang masuk didalam minimal cut set.

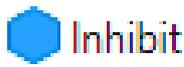
Maka hasil dari nilai unavailability dan Failure Frequency ini akan menentukan Top Event yang menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek prasarana pengendalian banjir sungai Indragiri ini.

2. Metode Evaluasi Kuantitatif

Penelitian evaluasi kuantitatif dengan bantuan aplikasi Top Event FTA, mendapatkan hasil Importance Factors (faktor penting). Di dalam hasil Importance Factors akan menghasilkan Diagnostic Importance (DI), dan Unavailability.

2.4 Arti Simbol pada Aplikasi Top Event FTA

Tabel 2.1 Pengertian simbol yang diaplikasikan pada top event FTA akan dijelaskan sebagai berikut:

No	Simbol	Keterangan
1.	 Or	Or gate. Output event terjadi jika paling tidak satu input event terjadi
2.	 And	And gate. Output event terjadi jika semua input event terjadi secara bersamaan
3.	 Voting	Voting gate. Output event yang terjadi dimana input event dipilih secara berpendapat
4.	 Inhibit	Inhibit gate. Input menghasilkan output jika conditional event ada
5.	 Not	Not gate. Output event terjadi jika input event tidak terjadi
6.	 Nor	Not or gate. Output event terjadi jika salah satu input event tidak terjadi
7.	 Nand	Not and gate. Output event terjadi jika bersamaan dengan input event yang tidak terjadi

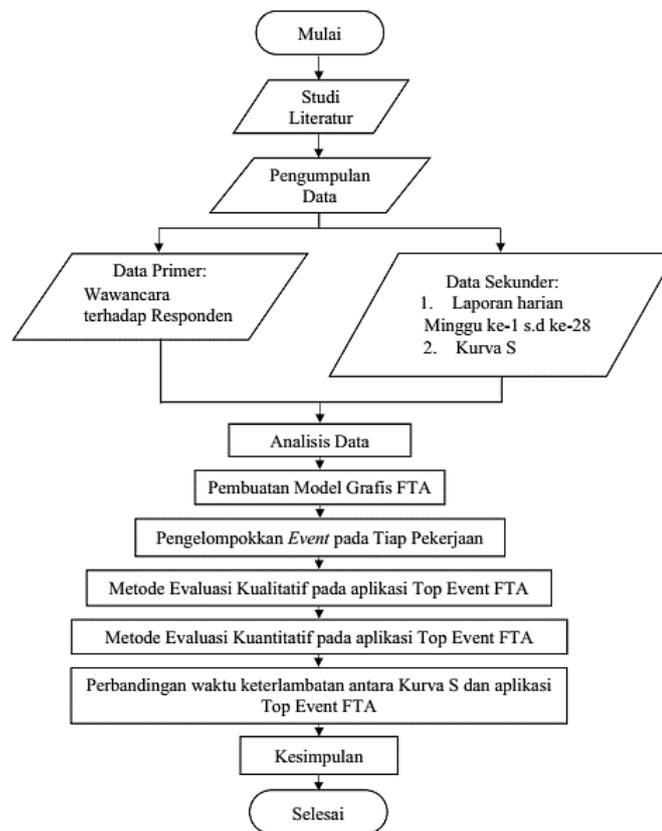
2.5 Tabel 2.2 Arti simbol gate pada FTA

No	Simbol	Keterangan
1.	 Basic	Basic menunjukkan kejadian level paling bawah (<i>lowest level failure event</i>) atau disebut kejadian

		paling dasar (<i>basic event</i>)
2.	 House	House menunjukkan kejadian input (<i>input event</i>) dan merupakan kegiatan terkendali (<i>signal</i>). Kejadian ini dapat menyebabkan kerusakan
3.	 Undeveloped	Undeveloped menunjukkan kejadian yang tidak terduga (<i>undeveloped event</i>). Kejadian-kejadian tak terduga dapat dilihat pada pohon kesalahan dan dianggap sebagai kejadian paling awal yang menyebabkan kerusakan
4.	 Conditioning	Conditioning menunjukkan kejadian pada level paling atas (<i>top level event</i>) dalam pohon kesalahan

2.6 Bagan Alir Penelitian

Dalam penelitian ini dilaksanakan tahapan-tahapan mulai dari awal sampai selesai seperti teknik analisis data pada gambar



Gambar 2.1 Bagan Alir Penelitian

3. HASIL & PEMBAHASAN

Adapun sesuai dengan kurva S yang didapat, kurva S pada kontrak masa pelaksanaan yang terjadi yaitu 174 hari kalender. Sedangkan kurva S pada jadwal pelaksanaan keterlambatan masa pelaksanaan yang terjadi yaitu 209 hari kalender. Dari analisis tersebut maka didapatkan waktu keterlambatan selama 35 hari kalender.

Perhitungan failure rate (laju kegagalan) sesuai kurva S dilapangan

Failure Rate (Laju Kegagalan) :
 $\lambda(t) = f/T$

dimana

λ (t) = Laju kegagalan per satuan waktu (nilai reabilitas)
f = Jumlah kegagalan dalam satuan hari (waktu keterlambatan)
T = Total waktu pengujian (masa pelaksanaan sesuai kontrak)

maka

$$\lambda$$
 (t) = 35/174 = 0,2011

Sesuai dengan lintasan kritis (critical path) item pekerjaan yang mengalami keterlambatan yaitu pengadaan spunpile 9 m dan 12 m serta pemancangan spunpile Ø30 cm selama 42 hari kalender, maka didapatkan perhitungannya sebagai berikut:

Rumus persamaan pada Model analisis Mean Time To Failure (MTTF) :

$$q(t) = 1 - e^{-(\lambda+\mu)t}$$
$$\omega(t) = \lambda [1 - q(t)]$$
$$\lambda = \frac{1}{MTTF}$$

Keterangan :

q (t) = Unavailability (time) (ketidak tersediaan)
 ω (t) = Failure frequency (time) (frekuensi kegagalan)
 λ = Failure rate (keterlambatan tiap item pekerjaan)
 μ = Mikro dalam Sistem Matrik dengan nilai 0,000001
e = Basis dari logaritma natural dengan nilai 2,718281

Maka didapatkan perhitungan pada

1. Pengadaan Spunpile 9 m dan 12 m dengan perhitungan sebagai berikut :

$$q(t) = 1 - 2,718281^{-(0,023809+0,000001)t}$$
$$= 1 - 2,718281^{-(0,02381)t}$$
$$= 1 - 0,976471$$
$$= 0,023529$$
$$\omega(t) = 0,023809 [1 - 0,023529]$$
$$= 0,023809 [0,976471]$$
$$= 0,023248$$
$$\lambda = 1/42$$
$$= 0,023809$$

2. Pemancangan Spunpile Ø30 cm

$$q(t) = 1 - 2,718281^{-(0,023809+0,000001)t}$$
$$= 1 - 2,718281^{-(0,02381)t}$$
$$= 1 - 0,976471$$
$$= 0,023529$$
$$\omega(t) = 0,023809 [1 - 0,023529]$$
$$= 0,023809 [0,976471]$$
$$= 0,023248$$
$$\lambda = 1/42$$
$$= 0,023809$$

3.1 Data-data yang dihasilkan

Sesuai dengan laporan harian, wawancara terhadap responden serta analisis lintasan kritis maka item pekerjaan yang akan dianalisis dan diaplikasikan pada aplikasi top event

FTA yang diutamakan oleh penulis adalah pemancangan spunpile Ø30 cm. Penulis tidak menganalisis pekerjaan pengadaan spunpile dikarenakan pengadaan tersebut menjadi satu kesatuan pada item pekerjaan pemancangan spunpile Ø30 cm.

Selain daripada menganalisis item pekerjaan pemancangan spunpile Ø30 cm, penulis menambahkan menganalisis item pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi, serta pengadaan dan pemasangan batu bronjong. Dua item pekerjaan diatas dianalisis dikarenakan merupakan item pekerjaan awal dan item pekerjaan akhir pada pekerjaan tersebut.

Item pekerjaan yang akan dianalisis pada aplikasi Top Event FTA yang dipilih penulis untuk melakukan penelitian lebih lanjut pada item pekerjaan :

1. Mobilisasi dan Demobilisasi
2. Pemancangan Spunpile Ø30 cm
3. Pengadaan dan Pemasangan Batu Bronjong

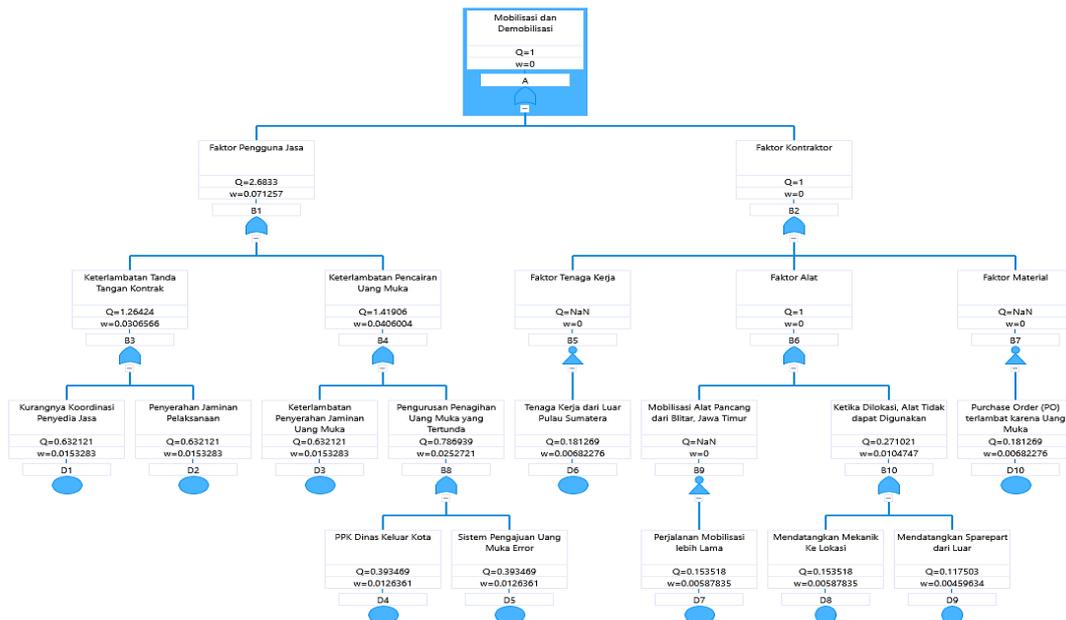
3.2 Kombinasi Basic Event

Pada sub bab ini peneliti akan membahas Metode Evaluasi yang terjadi pada tiap grafis model Top Event FTA.

3.2.1 Metode Evaluasi Kualitatif pada pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi

Disini penulis akan menampilkan grafis yang didapatkan setelah melaksanakan penelitian dengan menggunakan aplikasi Top Event FTA dan pada aplikasi tersebut menggunakan *Classical Minimal Cut Sets Method*.

Berikut gambar 3.1 yang didapatkan dari aplikasi Top Event FTA



Tabel 3.1 Perincian minimal cut sets yang didapat serta Event dengan Unavailability dan Contribution pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi

No	Kombinasi events	Kode Gate	Unavailability	Contribution
----	------------------	-----------	----------------	--------------

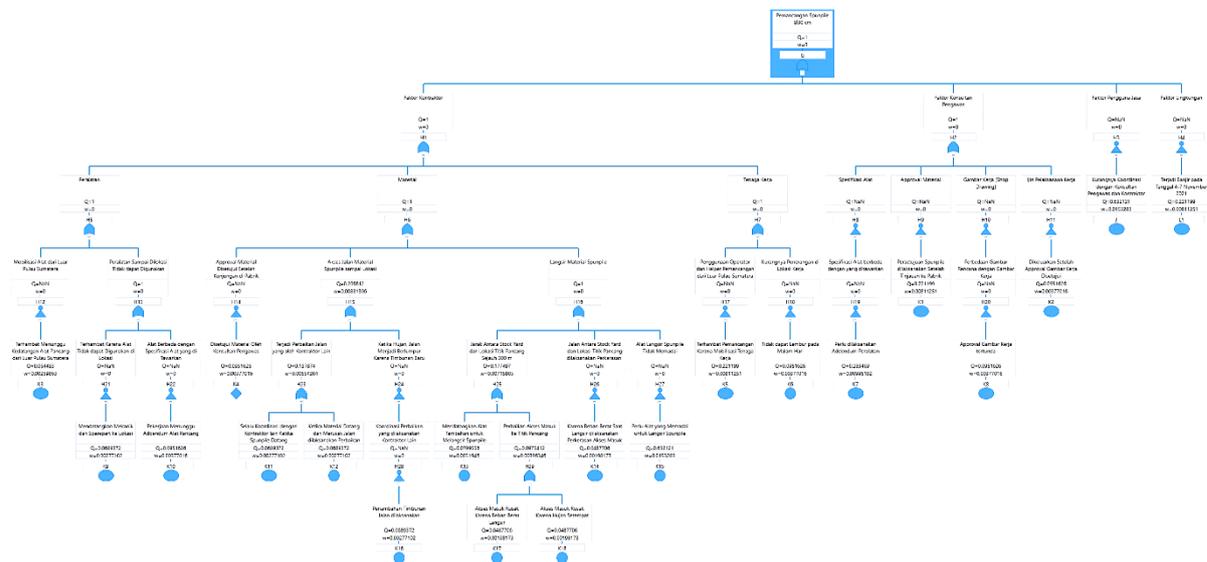
1.	B1.D1.D2.D3.D4.D5	B1	0,3934	0,1466
2.	B3.D1.D2	B3	0,6321	0,5
3.	B4.D3.D4.D5	B4	0,3934	0,2772
4.	B8.D4.D5	B8	0,3934	0,5
5.	B10.D8.D9	B10	0,1175	0,4335

Pada tabel hasil evaluasi di atas dapat disimpulkan bahwa gate event yang menyebabkan keterlambatan bila sesuai dengan unavailability yang terlambat terjadi pada gate B10 (Ketika Dilokasi, Alat Tidak dapat Digunakan) dengan event penyebab keterlambatan D9 (Mendatangkan Sparepart dari Luar).

3.2.2 Metode Evaluasi Kualitatif pada pekerjaan pemancangan spunpile Ø30 cm

Disini penulis akan menampilkan grafis yang didapatkan setelah melaksanakan penelitian dengan menggunakan aplikasi Top Event FTA dan pada aplikasi tersebut menggunakan Classical Minimal Cut Sets Method.

Berikut gambar 3.2 yang didapatkan dari aplikasi Top Event FTA



Tabel 3.2 Perincian minimal cut sets yang didapat serta Event dengan Unavailability dan Contribution pekerjaan pemancangan spunpile Ø30 cm

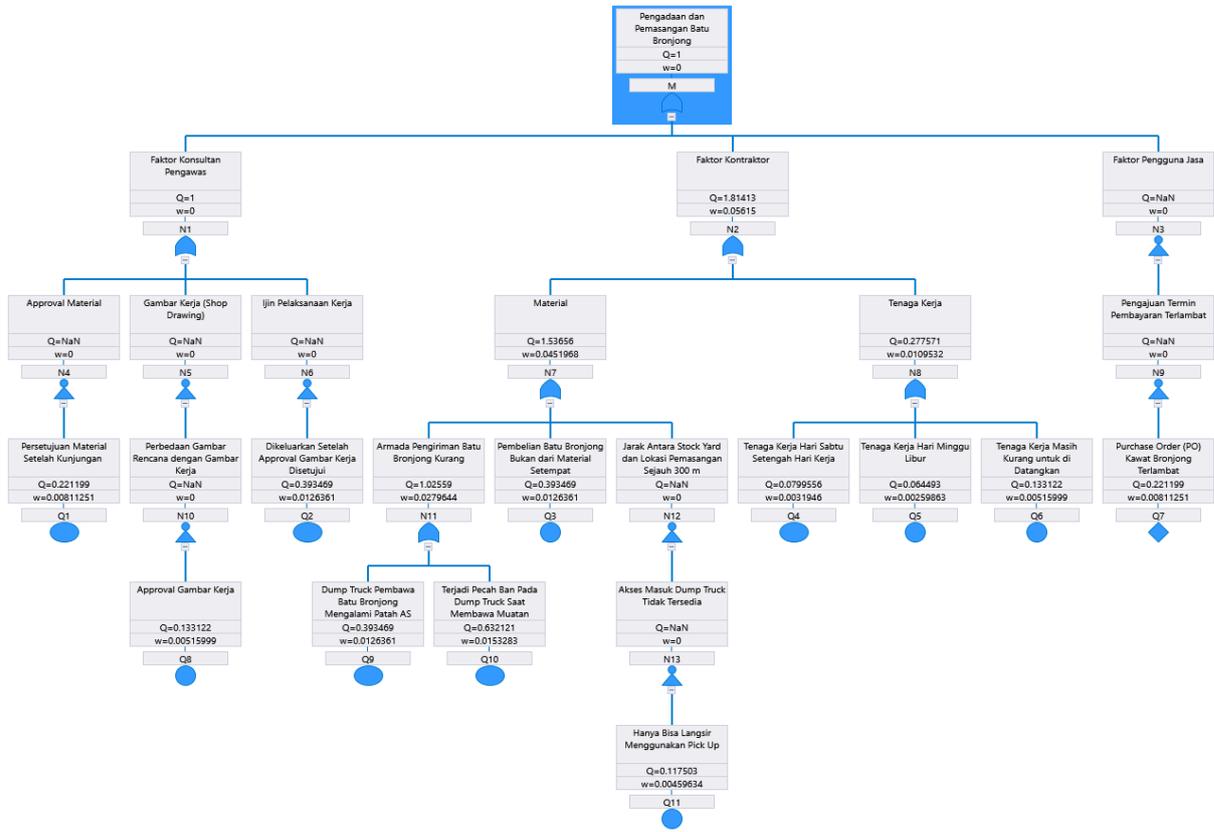
No	Kombinasi events	Kode Gate	Unavailability	Contribution
1.	H15.K11.K12.K16	H15	0,06893	0,3333
2.	H23.K11.K12	H23	0,06893	0,5
3.	H25.K13.K17.K18	H25	0,0487	0,2747
4.	H29.K17.K18	H29	0,0487	0,5

Pada tabel hasil evaluasi di atas dapat disimpulkan bahwa gate event yang menyebabkan keterlambatan bila sesuai dengan unavailability yang terlambat terjadi pada gate H25 (Jarak Antara Stock Yard dan Lokasi Titik Pancang Sejauh 300 m) dan H29 (Perbaikan Akses Masuk ke Titik Pancang) dengan event penyebab keterlambatan K17 (Akses Masuk Rusak Karena Beban Berat Langsung) dan K18 (Akses Masuk Rusak Karena Hujan Setempat).

3.2.3 Metode Evaluasi Kualitatif pada pekerjaan pengadaan dan pemasangan batu bronjong

Disini penulis akan menampilkan grafis yang didapatkan setelah melaksanakan penelitian dengan menggunakan aplikasi Top Event FTA dan pada aplikasi tersebut menggunakan Classical Minimal Cut Sets Method.

Berikut gambar 3.3 yang didapatkan dari aplikasi Top Event FTA



Tabel 3.3 Perincian minimal cut sets yang didapat serta Event dengan Unavailability dan Contribution pekerjaan pengadaan dan pemasangan batu bronjong

No	Kombinasi events	Kode Gate	Unavailability	Contribution
1.	N2.Q10.Q9.Q3.Q6.Q11.Q4.Q5	N2	0,0644	0,0355
2.	N7.Q10.Q9.Q3.Q11	N7	0,1175	0,0764
3.	N8.Q6.Q4.Q5	N8	0,0644	0,2323
4.	N11.Q10.Q9	N11	0,3934	0,3836

Pada tabel hasil evaluasi di atas dapat disimpulkan bahwa gate event yang menyebabkan keterlambatan bila sesuai dengan unavailability yang terlambat terjadi pada gate N2 (Faktor Kontraktor) dan N8 (Tenaga Kerja) dengan event penyebab keterlambatan Q5(Tenaga Kerja Hari Minggu Libur).

3.2.4 Metode Evaluasi Kuantitatif pada pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi

Penjelasan penelitian metode evaluasi kuantitatif mengenai event-event pada grafis FTA dimana menyebutkan dari hasil nilai Importance Factors.

Tabel 3.4 Hasil Importance Factors pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi

Kode Event	Description Event	Unavailability dan Diagnostic Importance (DIF)
D1	Kurangnya koordinasi penyedia jasa	0,632121
D2	Penyerahan jaminan pelaksanaan	0,632121
D3	Keterlambatan penyerahan uang muka	0,632121
D4	PPK dinas keluar kota	0,393469
D5	Sistem pengajuan uang muka error	0,393469
D6	Tenaga kerja dari luar pulau sumatera	0,181926
D10	Purchase order (PO) terlambat karena uang muka	0,181926
D7	Perjalanan mobilisasi lebih lama	0,153518
D8	Mendatangkan mekanik ke lokasi	0,153518
D9	Mendatangkan sparepart dari luar	0,117503

Pada tabel hasil evaluasi di atas dapat disimpulkan bahwa Unavailability yang memiliki konsekuensi paling tinggi dan menyebabkan waktu yang terjadi lebih lama terjadi pada events D9 (Mendatangkan sparepart dari luar).

3.2.5 Metode Evaluasi Kuantitatif pada pekerjaan pemancangan spunpile Ø30 cm

Penjelasan penelitian metode evaluasi kuantitatif mengenai event-event pada grafis FTA dimana menyebutkan dari hasil nilai Importance Factors.

Tabel 3.5 Hasil Importance Factors pekerjaan pemancangan spunpile Ø30 cm

Kode Event	Description Event	Unavailability dan Diagnostic Importance (DIF)
K15	Perlu alat yang memadai untuk langsir spunpile	0,632121
J	Kurangnya koordinasi dengan konsultan pengawas dan kontraktor	0,632121
K7	Perlu dilaksanakan addendum peralatan	0,283469
K5	Terhambat pemancangan karena mobilisasi tenaga kerja	0,221199
K1	Persetujuan spunpile dilaksanakan setelah tinjauan ke pabrik	0,221199
L1	Terjadi banjir pada tanggal 4-7 November 2021	0,221199
K10	Pekerjaan menunggu addendum alat pancang	0,0951626
K4	Disetujui material oleh konsultan pengawas	0,0951626
K6	Tidak dapat lembur pada malam hari	0,0951626
K8	Approval gambar kerja tertunda	0,0951626
K2	Dikeluarkan setelah approval gambar kerja disetujui	0,0951626
K13	Mendatangkan alat tambahan untuk melangsir spunpile	0,0799556
K9	Mendatangkan mekanik dan sparepart ke lokasi	0,0689372
K11	Selalu koordinasi dengan kontraktor lain Ketika spunpile datang	0,0689372
K12	Ketika material datang dan merusak jalan dilaksanakan perbaikan jalan	0,0689372
K16	Penambahan timbunan jalan dilaksanakan	0,0689372
K3	Terhambat menunggu kedatangan alat pancang dari	0,064493

	luar pulau sumatera	
K17	Akses masuk rusak karena beban berat langsir	0,0487706
K18	Akses masuk rusak karena hujan setempat	0,0487706
K14	Karena beban berat saat langsir dilaksanakan perkerasan akses masuk	0,0487706

Pada tabel hasil evaluasi di atas dapat disimpulkan bahwa Unavailability yang memiliki konsekuensi paling tinggi dan menyebabkan waktu yang terjadi lebih lama terjadi pada events K17 (Akses masuk rusak karena beban berat langsir), K18 (Akses masuk rusak karena hujan setempat), K14 (Karena beban berat saat langsir dilaksanakan perkerasan akses masuk).

3.2.6 Metode Evaluasi Kuantitatif pada pekerjaan pengadaan dan pemasangan batu bronjong
 Penjelasan penelitian metode evaluasi kuantitatif mengenai event-event pada grafis FTA dimana menyebutkan dari hasil nilai Importance Factors.

Tabel 3.6 Hasil Importance Factors pekerjaan pengadaan dan pemasangan batu bronjong

Kode Event	Description Event	Unavailability dan Diagnostic Importance (DIF)
Q10	Terjadi pecah ban pada dump truck saat membawa muatan	0,632121
Q2	Dikeluarkan setelah approval gambar kerja disetujui	0,393469
Q9	Dump truck pembawa batu bronjong mengalami patah AS	0,393469
Q3	Pembelian batu bronjong bukan dari material setempat	0,393469
Q1	Persetujuan material setelah kunjungan	0,221199
Q7	Purchase order (PO) kawatt bronjong terlambat	0,221199
Q8	Approval gambar kerja	0,133122
Q6	Tenaga kerja masih kurang untuk didatangkan	0,133122
Q11	Hanya bisa langsir menggunakan pick up	0,117503
Q4	Tenaga kerja hari sabtu setengah hari kerja	0,0799556
Q5	Tenaga kerja hari minggu libur	0,064493

Pada tabel hasil evaluasi di atas dapat disimpulkan bahwa Unavailability yang memiliki konsekuensi paling tinggi dan menyebabkan waktu yang terjadi lebih lama terjadi pada event Q5 (Tenaga kerja hari minggu libur).

3.3 Perbandingan Waktu Keterlambatan antara Kurva S dengan Aplikasi Top Event FTA

Penulis akan menampilkan perbandingan waktu keterlambatan antara yang terjadi di Kurva S dengan yang telah diinput pada aplikasi Top Event FTA. Adapun waktu keterlambatan yang terjadi pada tiap event di aplikasi Top Event FTA tersedia pada tabel 3.1 pada pekerjaan Mobilisasi dan Demobilisasi, tabel 3.2 pada pekerjaan Pemancangan Spunpile Ø30 cm, dan tabel 3.3 pada pekerjaan Pengadaan dan Pemasangan Batu Bronjong.

Perbandingan ini ditampilkan sebagai tujuan untuk mengetahui dasar waktu keterlambatan yang telah diteliti oleh penulis pada saat menganalisis keterlambatan yang terjadi pada pekerjaan Pembangunan Prasarana Pengendalian Banjir Sungai Indragiri.

Tabel 3.7 Waktu Keterlambatan pada Kurva S dan Aplikasi Top Event FTA

No	Item Pekerjaan	Waktu Keterlambatan pada Kurva S	Total Event yang tertuang keterlambatan sesuai hari	Waktu Keterlambatan pada Aplikasi Top Event
----	----------------	----------------------------------	---	---

				FTA
1.	Mobilisasi dan Demobilisasi	0 hari	10 Event	4 hari
2.	Pemancangan Spunpile Ø30 cm	42 hari	20 Event	11 hari
3.	Pengadaan dan Pemasangan Batu Bronjong	0 hari	11 Event	6 hari

Sesuai pada tabel di atas bahwa terlihat ada perbedaan antara waktu keterlambatan yang sesuai dengan kurva S jadwal pelaksanaan ataupun reschedule kurva S jadwal pelaksanaan addendum 3 dengan nilai rata-rata keterlambatan yang terinput dalam aplikasi Top Event FTA.

Terlihat jelas pada pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi serta pengadaan dan pemasangan batu bronjong di Kurva S tidak terjadi keterlambatan, akan tetapi setelah dianalisis menggunakan Top Event FTA terjadi keterlambatan. Pada rata-rata total keterlambatan pada aplikasi Top Event FTA dirasa nilainya lebih kecil dari keterlambatan sesuai Kurva S.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian pada Analisis Keterlambatan Pembangunan Prasarana Pengendalian Banjir Sungai Indragiri Dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA) (Studi Kasus : Desa Selunak Kabupaten Indragiri Hulu), maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah dilaksanakan penelitian dengan model analisis Mean Time To Failure (MTTF) pada kurva S jadwal pelaksanaan kontrak dan Reschedule jadwal pelaksanaan addendum 3, maka didapatkan nilai dari failure rate pada item pekerjaan Pengadaan dan Pemancangan Spunpile Ø30 cm adalah 0,023809. Sedangkan nilai unavailability pada pekerjaan tersebut adalah 0,023529 dan nilai failure frequency adalah 0,023248.
2. Setelah dilaksanakan penelitian dengan metode Set Potongan Minimal Klasik (Classical Minimal Cut Sets Method) pada aplikasi Top Event FTA maka didapatkan hasil sebagai berikut :
 - a. Pada evaluasi kualitatif yang diteliti pada 3 item pekerjaan didapatkan hasil gate event yang menyebabkan keterlambatan pada tiap item pekerjaan. Adapun gate event yang menyebabkan keterlambatan pada tiap item pekerjaan sebagai berikut:

Tabel 4.1 hasil evaluasi kualitatif terhadap gate event

No	Gate Event	Kode Gate Event	Item Pekerjaan	Nilai Unavailability
1.	Ketika Dilokasi, Alat Tidak dapat Digunakan	B10	mobilisasi dan demobilisasi	0,1175
2.	Jarak Antara Stock Yard dan Lokasi Titik Pancang Sejauh 300 m	H25	pemancangan spunpile Ø30 cm	0,0487
	Perbaikan Akses Masuk ke Titik Pancang	H29		

3.	Faktor Kontraktor	N2	pengadaan dan pemasangan batu bronjong	0,2776
	Tenaga Kerja	N8		

Sesuai hasil tabel diatas yang telah diteliti penulis dengan metode evaluasi kualitatif, maka didapatkan item pekerjaan yang lebih sering terhambat dalam pelaksanaan dan akhirnya menyebabkan keterlambatan terjadi pada item pekerjaan pemancangan spunpile Ø30 cm.

- b. Pada evaluasi kuantitatif yang diteliti pada 3 item pekerjaan didapatkan hasil basic event yang mengalami seringnya terjadi dilapangan sehingga membuat pelaksanaan pekerjaan terhambat. Adapun event yang menyebabkan keterlambatan pada tiap item pekerjaan sebagai berikut:

Tabel 4.2 hasil evaluasi kuantitatif terhadap event

No	Description Event	Kode Event	Item Pekerjaan	Nilai Unavailability	Nilai Importance Factors
1.	Mendatangkan sparepart dari luar	D9	Mobilisasi dan demobilisasi	0,117503	0,117503
2.	Akses masuk rusak karena beban berat langsung	K17	Pemancangan spunpile Ø30 cm	0,0487706	0,0487706
	Akses masuk rusak karena hujan setempat	K18			
	Karena beban berat saat langsung dilaksanakan perkerasan akses masuk	K14			
3.	Tenaga kerja hari minggu libur	Q5	Pengadaan dan pemasangan batu bronjong	0,064493	0,064493

Terlihat pada tabel di atas bahwa pada tiap item pekerjaan terdapat beberapa event yang menyebabkan pelaksanaan pekerjaan lebih sering terlambat. Adapun pengaruh dari event tersebut dipengaruhi oleh 3 kriteria antara lain: alat kerja, kondisi jalan, dan tenaga kerja. Maka didapatkan pengaruh terbesar penyebab pelaksanaan pekerjaan terhambat disebabkan oleh item pekerjaan Pemancangan spunpile Ø30 cm.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak masyarakat beserta aparatur desa Silunak Kecamatan Peranap Indragiri Hulu dan juga kepada semua pihak yang terlibat

dalam Tim Penelitian Prodi Teknik Sipil yang telah memberi dukungan terhadap keberhasilan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Awab. (2021). *Analisis Faktor Keterlambatan Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat Di Kota Depok Pada Masa Pandemi Covid-19*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pakuan.
- Afif, Moch. (2017). *Analisa Risiko Keterlambatan Proyek Pembangunan Apartemen Di Apartemen Taman Melati Surabaya*, Fakultas Bisnis Dan Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Analysa, Dyna (2019). *Evaluasi Keterlambatan Proyek Pembangunan Graha Mojokerto Service City (GMSC) dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA)*. Teknik Sipil, Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang.
- Feby, Adinda. (2014). *Analisa Keterlambatan Proyek Menggunakan Fault Tree Analysis (Fta) (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Gedung Program Studi Teknik Industri Tahap Ii Universitas Brawijaya Malang)*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- Gesang, Ilham. (2020). *Analisa Penyebab Keterlambatan Proyek Bangunan Gedung Perkantoran 53 Lantai Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (Fta)*. Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Nur, Faisal. (2019). *Analisa Penyebab Keterlambatan Proyek Pembangunan Hotel Mason Pine Bandung Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (Fta)*. Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercubuana.
- Putra, A.T., (2014). *Evaluasi Keterlambatan Pada Proyek Pebangunan Jacket Structure : Studi Kasus Proyek EPCC Bukit Tua PT.PAL Indonesia*, Tugas Akhir S1-Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Pradipta, H., Unas, S. E., & Hasyim, M. H. (2015). *Analisa Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Proyek menggunakan Fault Tree Analysis (FTA) (Studi kasus pada proyek jalan hotmix dinas pekerjaan umum kabupaten sumbawa)*. Jurnal Mahasiswa.
- Yudhagama, Fadhol. (2020). *Analisis Keterlambatan Proyek Pada Pembangunan Gedung Perpustakaan Uin Sunan Ampel Surabaya*, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.