

Analisis Penyebab Keterlambatan Penyelesaian Proyek Tangki Menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) di PT XYZ

Athaya Hafshah Bestaria^a, Anastasia Febiyani^{a*}

^a Teknik Industri, Universitas Telkom, Jl DI Panjaitan No. 128 Banyumas

* Corresponding author: anastasiaf@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor penyebab keterlambatan proyek pada proses produksi storage tank di PT XYZ menggunakan metode *Fault Tree Analysis*. Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama yang menyebabkan keterlambatan dan menetapkan prioritas perbaikan berdasarkan hasil perhitungan minimal cut set. Penelitian dilakukan melalui observasi serta wawancara dengan staf perusahaan untuk mengumpulkan informasi terkait proses pengadaan, pencatatan persediaan, dan pengiriman bahan. Hasil dari analisis menunjukkan adanya sembilan basic event yang dikelompokkan ke dalam tiga intermediate event keterlambatan, yaitu manajemen proyek, faktor eksternal, dan proses internal. Melalui perhitungan cut set, diperoleh 24 minimal cut set yang menunjukkan kombinasi kejadian yang paling mempengaruhi keterlambatan proyek. Faktor yang paling dominan adalah keterlambatan respon dan pengiriman dari vendor serta sistem pencatatan stok yang masih manual. Penelitian ini merekomendasikan perbaikan peningkatan digitalisasi melalui pencatatan digital (WMS) dan penerapan kontrak operasional (SLA) dengan vendor harus menjadi langkah utama untuk mengurangi risiko keterlambatan dan meningkatkan efisiensi proyek di masa yang akan datang.

Kata Kunci: *Fault Tree Analysis*, Keterlambatan proyek, Manajemen Produksi, Analisis Risiko, Efisiensi Operasional

ABSTRACT

This study aims to analyze of factors that causing delays in storage tank production process at PT XYZ using the Fault Tree Analysis method. The purpose of this study is to identify the main factors that cause delays and set priorities for improvements based on the results of the minimum cut set calculation. The research was conducted through observation and interviews with company staff to gather information related to the procurement process, inventory recording, and delivery of materials. The results of the analysis showed that there were nine basic events that were grouped into three intermediate delay events, namely project management, external factors, and internal processes. Through cut set calculations, 24 minimal cut sets were obtained, showing the combination of events that most influenced project delays. The most dominant factors are delays in response and delivery from vendors and a manual stock recording system. This study recommends improvements in digitalization through digital recording (WMS) and the implementation of operational contracts (SLA) with vendors should be the main steps to reduce the risk of delays and improve projects efficiency in the future.

Keywords: *Fault Tree Analysis*, Projects Delays, Production Management, Risk Analysis, Operational Efficiency



1 Pendahuluan

Kegiatan industri manufaktur adalah salah satu sektor penting yang memiliki dampak besar terhadap pertumbuhan perekonomian Indonesia, karena dapat menambah nilai dan kontribusi pada produk domestik bruto (PDB) nasional [1]. Menurut [2], kontribusi sektor ini terhadap PDB nasional di Jawa Barat mencapai total 42,88% menunjukkan peran Jawa Barat dalam mendukung pembangunan ekonomi di Indonesia, termasuk perusahaan-perusahaan yang bergerak di bidang fabrikasi logam seperti PT XYZ.

Perusahaan ini berfokus pada pembuatan berbagai produk industri khususnya tangki dan pipa untuk proyek-proyek di sektor konstruksi, energi dan petrokimia. Proses produksi di PT XYZ melalui tahapan perencanaan material, pemotongan, pengelasan, hingga kontrol kualitas produk. Namun, kegiatan produksi tersebut sering menghadapi kendala berupa keterlambatan penyelesaian proyek yang disebabkan oleh faktor teknik seperti keterlambatan pengadaan material dan kerusakan mesin, maupun faktor non-teknis seperti koordinasi antar divisi yang belum optimal.

Penelitian ini bertujuan menganalisis faktor-faktor penyebab keterlambatan dalam proses pembuatan *storage tank* di PT. XYZ menggunakan pendekatan *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode ini digunakan untuk menemukan penyebab utama dari masalah dan kemungkinan terjadinya kejadian yang tidak diinginkan. Model visual dari FTA disajikan dalam bentuk diagram yang menunjukkan hubungan sebab-akibat suatu masalah [3]. Melalui metode ini, dapat diidentifikasi berbagai kondisi yang menjadi penyebab kegagalan utama yang saling berkaitan sehingga faktor-faktor penyebab keterlambatan dapat diidentifikasi hubungan sebab-akibat secara sistematis.

2 Tinjauan Pustaka

2.1 Manajemen Proyek

Manajemen proyek mencakup proses perencanaan, pelaksanaan hingga pengendalian aktivitas agar sasaran dapat tercapai dalam batas waktu, biaya dan kualitas tertentu[4]. Pendekatan berbasis nilai membantu mengenali potensi risiko sejak awal serta merumuskan strategi penanganannya, sehingga prinsip manajemen proyek yang sistematis mampu mengendalikan perkembangan proyek dan meminimalkan kemungkinan kegagalan sejak tahap awal [5].

2.2 Proses Produksi

Proses produksi adalah kegiatan mengubah bahan mentah menjadi produk akhir bernilai tambah dengan memperhatikan faktor tenaga kerja, peralatan, bahan, dan modal sebagai indikator utama. Kualitas bahan baku dan keterampilan tenaga kerja menjadi penentu kelancaran proses serta mutu produk akhir [6].

2.3 Persediaan Bahan Baku

Fungsi persediaan ini mendukung kelancaran produksi dan pengelolaannya yang efektif mampu menekan biaya penyimpanan [7]. Hal ini menekankan pentingnya keseimbangan antara kebutuhan bahan dan kapasitas penyimpanan agar tidak terjadi surplus maupun kekurangan yang menghambat produksi [8].

2.4 Penjadwalan Produksi

Penjadwalan produksi merupakan proses pengaturan tahapan pekerjaan pada satu atau lebih mesin untuk meningkatkan efektivitas, efisiensi dan produktivitas sumber daya perusahaan [9]. Proses ini berfokus pada pemanfaatan sumber daya agar aktivitas produksi berjalan sesuai waktu yang ditentukan menghasilkan produk berkualitas dan memenuhi target yang telah direncanakan [8].

2.5 Keterlambatan proyek

Keterlambatan proyek terjadi ketika penyelesaian proyek memakan waktu lebih lama dari yang disepakati dan dapat menimbulkan kerugian finansial serta menurunkan kualitas hasil kerja. Hal ini dapat berdampak pada biaya, durasi dan mutu hasil kerja

[10]. Faktor utama penyebab keterlambatan dapat dikelompokkan menjadi tiga faktor utama, yaitu masalah biaya dan manajemen proyek, peran stakeholder seperti kontraktor dan pemilik proyek, serta pengaruh faktor eksternal termasuk kebijakan dan kajian akademis [11]. Hal ini menunjukkan bahwa keterlambatan proyek merupakan persoalan multidimensi yang melibatkan aspek teknik dan non-teknis.

2.6 Analisis Risiko

Analisis ini penting dilakukan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan akibat kesalahan manusia, proses internal atau faktor eksternal [12], sementara [13] menyebutkan bahwa tingkat risiko dapat dievaluasi secara kauntitatif menggunakan standar deviasi untuk menentukan seberapa besar potensi dampaknya.

2.7 Fault Tree Analysis

Metode ini menggambarkan hubungan logis antara peristiwa dasar dengan peristiwa utama dari sebuah kegagalan [14]. Dalam model grafis *Fault Tree Analysis* terdapat tiga kategori simbol utama yang digunakan, yaitu simbol kejadian, simbol gerbang dan simbol *transfer*. Simbol-simbol tersebut berfungsi untuk menggambarkan keterkaitan antar peristiwa dalam analisis kegagalan sistem. Simbol peristiwa terbagi menjadi dua tipe, yaitu *intermediate event* yang menandakan peristiwa yang merupakan hasil gabungan dari beberapa kegagalan sebelumnya dan *basic event* yang mempresentasikan kegagalan mendasar yang tidak memerlukan analisis lebih lanjut.

Sementara itu, simbol pintu gerbang digunakan untuk menunjukkan hubungan antar logika peristiwa. Ada dua jenis gerbang yaitu gerbang AND dipakai saat semua faktor harus terjadi bersamaan untuk mengakibatkan peristiwa utama. Dalam penelitian ini, gerbang AND digunakan jika koordinasi proyek, eksternal proyek, dan proses internal sepenuhnya gagal jika satu komponen mengalami kerusakan dan pada waktu yang sama operator melakukan kesalahan. Sedangkan gerbang OR digunakan ketika cukup salah satu faktor untuk memicu peristiwa utama.

Dalam penelitian ini, misalnya jika pencatatan gudang masih manual akan menimbulkan keterlambatan pada proses internal. Dengan kata lain, kegagalan sistem dapat terjadi hanya karena komponen yang rusak atau hanya disebabkan oleh salah satu kesalahan tanpa harus semua kejadian terjadi bersamaan [15]. Oleh karena itu, perbedaan utama antara keduanya adalah bahwa gerbang AND memerlukan kombinasi beberapa penyebab secara bersamaan, sementara gerbang OR hanya memerlukan satu penyebab. Diagram FTA memvisualisasikan akar penyebab keterlambatan sehingga memudahkan mitigasi risiko dan pengambilan keputusan dalam pengelolaan proyek.

3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif untuk memperoleh informasi terkait keterlambatan proyek, mengidentifikasi faktor penyebab keterlambatan, serta memberikan rekomendasi perbaikan. Data diperoleh melalui observasi dan wawancara dengan responden dari bagian production planning and inventory control (PPIC), produksi dan gudang.

Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan untuk mengolah hasil wawancara sehingga diperoleh diagram hubungan sebab-akibat keterlambatan proyek. Responden tediri dari supervisor dan staf PPIC yang terlibat langsung dalam proyek *storage tank* PT. XYZ. Berdasarkan hasil wawancara, keterlambatan terjadi karena tahap verifikasi material yang seharusnya selesai sebelum fabrikasi dimulai pada 06 Mei 2025 baru terlaksana pada 16 Mei 2025, ini menyebabkan seluruh tahapan produksi mundur dari jadwal awal.



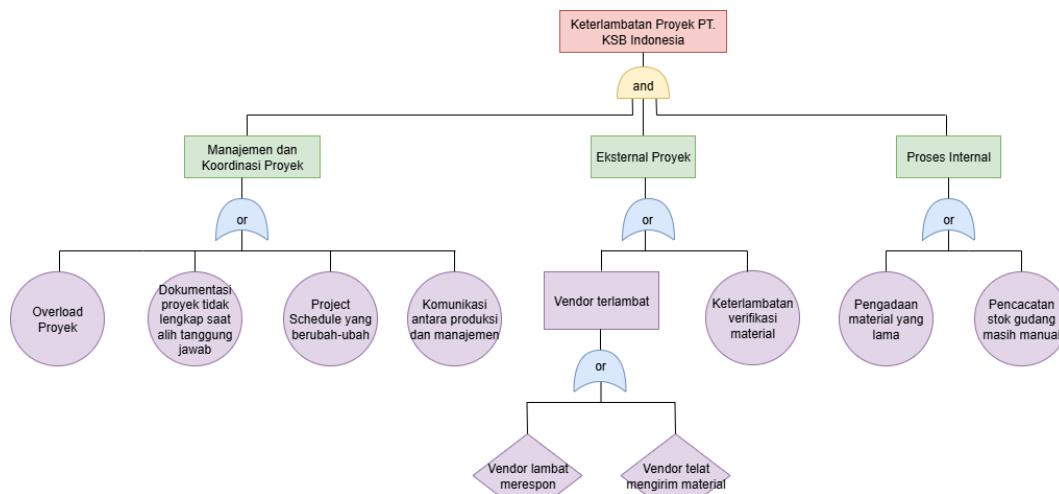
Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode FTA dengan tahapan sebagai berikut: [16]

1. Menemukan permasalahan dan keadaan batas dari masalah
2. Melaksanakan wawancara dengan responden terkait faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan
3. Membuat diagram *Fault Tree Analysis*
4. Menghitung minimal cut set
5. Melakukan analisis kualitatif berdasarkan minimal cut set dengan menggunakan aljabar boolean
6. Melakukan rekomendasi perbaikan

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Diagram Fault Tree Analysis

Hasil observasi dan wawancara menunjukkan bahwa keterlambatan proyek terjadi karena tiga kategori utama yaitu manajemen proyek, faktor eksternal dan proses internal yang disebabkan oleh beberapa faktor. Berikut ini adalah hasil gambar *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk masing-masing pekerjaan yang mengalami penundaan.



Gambar I. Diagram Fault Tree Analysis

Pada diagram FTA, setiap *event* atau kejadian diberi simbol yang akan digunakan dalam perhitungan minimal *cut set* menggunakan aljabar boolean. Penamaan simbol ini tidak ada penamaan khusus namun setiap kejadian harus memiliki nama yang berbeda. Berikut adalah penjelasan mengenai nama-nama kejadian atau *event* pada diagram FTA yang ditunjukkan dalam **Tabel I.** dibawah ini.

Tabel I. Keterangan kejadian simbol FTA

| Event | Simbol | Event | Simbol |
|--|--------|-----------------------------------|--------|
| Keterlambatan proyek KSB | G | Vendor terlambat | B1 |
| Manajemen dan Koordinasi Proyek | A | Vendor lambat merespon | B1.1 |
| <i>Overload</i> Proyek | A1 | Vendor telat mengirim material | B1.2 |
| Dokumentasi proyek tidak lengkapsaat alih tanggung jawab | A2 | Keterlambatan verifikasi material | B2 |

| Event | Simbol | Event | Simbol |
|--|--------|-------------------------------------|--------|
| Project schedule yang berubah-ubah | A3 | Proses Internal | C |
| Komunikasi antara produksi dan manajemen | A4 | Pengadaan material yang lama | C1 |
| Eksternal Proyek | B | Pencacatan stok gudang masih manual | C2 |

Dari analysis *Fault Tree Analysis* diatas didapatkan bahwa keterlambatan disebabkan oleh sembilan kejadian dasar.

4.2 Pembahasan Diagram

4.2.1 Manajemen dan Koordinasi Proyek

Faktor ini berkaitan dengan cara proyek dikelola secara internal termasuk strategi, jadwal dan komunikasi antarbagian.

A. Overload Proyek

Terlalu banyak proyek yang sedang ditangani oleh PT XYZ menyebabkan tim tidak fokus dan keputusan operasional menjadi lambat.

B. Dokumentasi proyek tidak lengkap

Perpindahan tanggung jawab proyek tanpa dokumen lengkap menyebabkan miskomunikasi dan memperlambat progres.

C. Jadwal proyek berubah-ubah

Perubahan jadwal yang tidak konsisten dikarenakan ketidakpastian mengenai vendor dan material membuat pelaksanaan produksi tidak sesuai dengan rencana awal.

D. Komunikasi antara produksi dan manajemen

Kurangnya komunikasi teknis dan adminidratif antar tim menyebabkan keputusan dan pekerjaan lapangan tertunda.

4.2.2 Eksternal Proyek

Faktor ini berasal dari pihak luar seperti vendor atau subkontraktor yang berpengaruh terhadap kelancaran proyek.

A. Vendor terlambat merespon dan mengirimkan bahan

Ketidakmampuan vendor memenuhi jadwal menyebabkan keterlambatan pengadaan material yang memperlambat pemesanan, komunikasi, dan proses produksi *storage tank* proyek tertunda.

4.2.3 Proses Internal

Faktor ini mencakup kelemahan sistem di dalam perusahaan yang belum optimal.

A. Pengadaan material yang lama

Proses persetujuan dan pembelian material terlalu panjang menyebabkan keterlambatan pasokan material yang ingin digunakan untuk proyek.

B. Pencatatan stok gudang manual

Sistem manual dalam pencatatan material di warehouse memperlambat pencarian data stok dan pengambilan keputusan pembelian. Tim PPIC harus mengecek secara berkala dan manual ke gudang untuk memastikan material tersedia.

4.3 Perhitungan dan Hasil Minimal Cut Set

MOCUS (*Method for Obtaining Cut Set*) adalah algoritma yang digunakan untuk menemukan *minimal cut set*. *Minimal cut set* adalah kombinasi terkecil dari peristiwa yang jika semuanya terjadi akan menyebabkan peristiwa puncak (*top event*). Metode ini membantu mengevaluasi diagram *Fault Tree Analysis* dengan mengidentifikasi jumlah minimum kejadian gagal yang dapat menyebabkan kegagalan sistem secara keseluruhan [17]. Melalui analisis ini, dapat diketahui jalur utama penyebab keterlambatan dan faktor yang pelru diprioritaskan untuk diperbaiki. Pada diagram FTA, setiap *event* atau kejadian diberi simbol yang akan digunakan dalam perhitungan minimal *cut set* menggunakan aljabar boolean. Dalam logika Boolean, gerbang OR ditandai dengan

simbol (+) atau penjumlahan, sementara gerbang AND ditunjukkan dengan simbol (\cdot) atau perkalian. Penelitian ini menggunakan cara *bottom-up cut set* digunakan untuk mengetahui kombinasi minimal dari kejadian dasar yang dapat menyebabkan kejadian puncak (*top event*).

Berikut adalah persamaan *cut set* menggunakan *bottom-up cut set*:

$$\begin{aligned} A &= A_1 + A_2 + A_3 + A_4 \\ B &= B_1 + B_2 \\ B_1 &= B_{1.1} + B_{1.2} \\ B &= B_{1.1} + B_{1.2} + B_2 \\ C &= C_1 + C_2 \\ Z &= A \cdot B \cdot C \\ Z &= (A_1+A_2+A_3+A_4) \cdot (B_{1.1}+B_{1.2}+B_2) \cdot (C_1+C_2) \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dari diagram *Fault Tree Analysis* (FTA), langkah selanjutnya adalah menurunkan persamaan untuk mengidentifikasi kejadian dasar penyebab keterlambatan. Dari hasil penurunan tersebut diperoleh 9 *basic event* yang berkontribusi terhadap keterlambatan pekerjaan. Hasil minimal cut set dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel II. Hasil Minimal Cut Set

| Minimal Cut Set | |
|-----------------|----------------|
| A1 · B1,1 · C1 | A3 · B1,1 · C1 |
| A1 · B1,1 · C2 | A3 · B1,1 · C2 |
| A1 · B1,2 · C1 | A3 · B1,2 · C1 |
| A1 · B1,2 · C2 | A3 · B1,2 · C2 |
| A1 · B2 · C1 | A3 · B2 · C1 |
| A1 · B2 · C2 | A3 · B2 · C2 |
| A2 · B1,1 · C1 | A4 · B1,1 · C1 |
| A2 · B1,1 · C2 | A4 · B1,1 · C2 |
| A2 · B1,2 · C1 | A4 · B1,2 · C1 |
| A2 · B1,2 · C2 | A4 · B1,2 · C2 |
| A2 · B2 · C1 | A4 · B2 · C1 |
| A2 · B2 · C2 | A4 · B2 · C2 |

Total kombinasi:

$$4 (A) \times 3 (B) \times 2 (C) = 24 \text{ kombinasi}$$

Hasil analisis logika Boolean diperoleh 24 minimal cut set yang menunjukkan kombinasi terkecil penyebab keterlambatan proyek dari kejadian dasar (*basic event*) yang jika semua terjadi bersamaan akan mengakibatkan *top event* (Z) terjadi dan dihasilkan dari tiga *basic event* (A, B dan C). Ini menunjukkan bahwa jika ketiga kejadian dasar dalam satu kombinasi muncul bersamaan maka keterlambatan proyek akan terjadi.

Berdasarkan analisis menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) ditemukan 24 kombinasi *minimal cut set* yang berasal dari kombinasi tiga kelompok penyebab utama keterlambatan proyek, yaitu manajemen proyek, *eksternal* proyek atau vendor, dan proses internal. Kombinasi ini didapat melalui pengalihan jumlah *event* dasar dalam tiap kelompok dan karena struktur diagram dalam kasus ini membentuk logika AND dan OR tanpa adanya duplikasi dan karena seluruh *cut set* adalah *basic events* jadi, semua *cut set* yang diperoleh adalah minimal *cut set*.

Sementara itu, hasil analisis *minimal cut set* menunjukkan terdapat 24 kombinasi. Perhitungan frekuensi setiap *basic event* dilakukan untuk mengetahui faktor utama yang menyebabkan keterlambatan proyek.



- Kelompok *basic event* manajemen proyek (A1,A2,A3,A4) muncul sebanyak 6 kali.
- Kelompok *basic event* eksternal proyek (B1.1,B1.2,B2) muncul sebanyak 8 kali.
- Kelompok *basic event* proses internal (C1,C2) muncul sebanyak 12 kali.

Dari hasil diagram FTA, dapat disimpulkan bahwa *basic event* yang paling berpengaruh berasal dari faktor proses internal. Faktor-faktor internal seperti pengadaan bahan dan pencatatan gudang secara manual, dianggap lebih signifikan dibandingkan dengan faktor-faktor dari luar dan manajemen, karena keduanya sering muncul dalam *minimal cut set*. Dengan kata lain, setiap kali proyek mengalami penundaan, penyebab internal hampir selalu berperan sebagai faktor yang memicu. Ini menunjukkan bahwa isu-isu yang berasal dari dalam perusahaan memberikan dampak terbesar dan harus segera diatasi.

Hal ini menandakan bahwa pengelolaan proses internal adalah elemen paling penting yang perlu segera diperbaiki seperti proses pengadaan dan pencacatan bahan. Selain itu, perbaikan juga harus diarahkan pada faktor *eksternal* perusahaan seperti vendor dan verifikasi material dari pihak luar. Terakhir, aspek manajemen proyek seperti penjadwalan dan komunikasi antar divisi juga harus diutamakan agar dapat mengurangi kemungkinan keterlambatan proyek secara menyeluruh dan sistematis. Kesimpulannya, karena setiap *minimal cut set* terdiri dari tiga kejadian (A,B,C) mitigasi harus mempertimbangkan ketiganya agar *top event* tidak terjadi.

4.4 Rekomendasi Perbaikan

Penyelesaian dilakukan berdasarkan analisis penyebab keterlambatan yang telah dilakukan dengan perhitungan *minimal cut set* dan urutan perbaikan dapat ditetapkan frekuensi setiap kejadian dasar terjadi. Hasil diagram FTA menunjukkan proses *internal* (pengadaan, verifikasi dan pencacatan material manual) dan pihak *eksternal* (vendor telat merespon dan mengirim bahan) sebagai kontributor dominan. Pihak manajemen harus mempertimbangkan perbaikan proses *internal* dan *eksternal* untuk memperbaiki sistem yang dapat menyebabkan keterlambatan di masa mendatang. Saran perbaikan ini mengacu pada teori yang ada dalam proses *internal* dan proyek *eksternal* yang memiliki nilai frekuensi tinggi yang didapat dari hasil perhitungan minimal cut set.

Tabel III. Rekomendasi Perbaikan

| No | Potensi Penyebab Kegagalan | Usulan Perbaikan |
|----|--|--|
| 1 | Pengadaan material yang lama dari PPIC | Menyiapkan stok cadangan untuk bahan yang penting agar proses produksi tetap berjalan |
| 2 | Pencatatan stok digudang yang masih manual | Melaksanakan pemeriksaan stok lebih sering (mingguan atau satu bulan sekali) untuk memastikan keakuratan data dan bisa menerapkan sistem <i>warehouse manajemen system</i> (wms) untuk mempercepat proses pencacatan |
| 3 | Vendor lambat dalam merespon material yang dipesan | Menyusun SLA (<i>service level agreement</i>) yang jelas berkaitan dengan waktu respon dan dampak dari keterlambatan. |

| No | Potensi Penyebab Kegagalan | Usulan Perbaikan |
|----|-----------------------------------|---|
| 4 | Vendor telat mengirimkan barang | Mengatur pengingat otomatis sebelum batas waktu pengiriman atau memilih vendor dengan rekam jejak yang baik dan lokasi yang dekat |
| 5 | Keterlambatan verifikasi material | Pihak internal memfollow-up aktif kepada pihak luar/vendor, memberi data teknis tambahan untuk meyakinkan customer |

4.5 Analisis Pembahasan Perbaikan

Berdasarkan hasil perhitungan *minimal cut set* dari diagram FTA. Keterlambatan yang paling banyak muncul adalah *basic event* pengadaan material dari PPIC dan pencatatan gudang yang masih manual. Kedua faktor ini saling terkait dan berdampak pada meningkatnya risiko keterlambatan proyek secara keseluruhan. Berikut adalah pembahasan mengenai risiko yang banyak muncul:

1. Pengadaan material yang lama

Ketidakcepatan dalam pengadaan membuat proses produksi terhambat karena material yang diperlukan belum ada saat dibutuhkan. Untuk mengatasi masalah ini, perusahaan bisa menyiapkan stok cadangan bagi material yang krusial seperti plat besi yang menjadi bahan dasar dari pembuatan tangki. Selain itu, peningkatan sistem perencanaan kebutuhan material dan koordinasi antara bagian (PPIC, *purchasing*, dan *warehouse*) akan memperlancar proses pengadaan.

2. Pencatatan stok digudang yang masih manual

Sistem manual dalam pencatatan stok menyebabkan masalah seperti ketidakakuratan data persediaan, *overstock* dan *stockout* yang dibutuhkan oleh tim PPIC dan purchasing untuk membeli barang. Implementasi *warehouse management system* yang memungkinkan pengelolaan data stok secara digital dan verifikasi stok dapat dilakukan lebih cepat dan transparan yang akan mempercepat pengambilan keputusan oleh tim PPIC dan produksi karena berhubungan langsung dengan proses produksi.

3. Keterlambatan verifikasi material

Keterlambatan verifikasi material menambah waktu tunggu dan berpotensi untuk menghambat proses kerja karena meskipun material sudah disiapkan oleh pihak tim GEM namun, customer belum memverifikasi material yang dipakai keterlambatan proses pengadaan juga menjadi terhambat.

4. Vendor lambat dalam merespon material yang dipesan

Respon lambat dari vendor mengenai dokumen teknis dapat menghambat proses kerja dari tim manajerial seperti tim produksi, *quality control* dan PPIC. Hal ini dapat diatasi dengan membuat SLA atau kontrak operasional yang menjabarkan metrik dan konsekuensi misalnya jika tidak merespon dalam waktu 24 jam maka vendor akan dikenai denda.

5. Vendor telat mengirimkan barang

Keterlambatan pengiriman barang dari vendor menyebabkan seluruh proses proyek pembuatan tangki tertunda karena material tidak tersedia di waktu yang dibutuhkan. Hal ini terbukti dari jadwal produksi pada waktu persiapan bahan yang tidak sesuai dengan waktu yang sebelumnya ditentukan. Mitigasi yang dapat dilakukan adalah dengan mengatur pengingat otomatis melalui email sebelum batas waktu pengiriman agar tim PPIC dapat menindaklanjuti vendor lebih awal. Perusahaan juga perlu

melakukan evaluasi dan seleksi vendor berdasarkan kinerja pengiriman dan mempertimbangkan mengenai vendor-vendor yang telah dipakai.

4.6 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Fault Tree Analysis* diperoleh 24 *minimal cut set* yang menunjukkan kombinasi penyebab keterlambatan proyek. Metode ini digunakan untuk menentukan titik masalah yang memberikan dampak keterlambatan dalam proses produksi proyek pada PT XYZ. Analisis ini digunakan untuk menemukan hubungan sebab-akibat menggunakan pohon kesalahan dan diselesaikan dengan pendekatan aljabar boolean sehingga dapat diidentifikasi faktor-faktor utama yang menjadi penyebab masalah.
2. Dari hasil analisa diagram FTA, pekerjaan yang mengalami keterlambatan pada proyek di PT XYZ disebabkan oleh faktor manajemen, faktor eksternal dan proses internal perusahaan oleh 8 *basic event*.
3. Faktor dominan yang menyebabkan keterlambatan dari hasil *cut set* adalah faktor proses internal dari hasil perhitungan frekuensi kemunculan *basic event*.

4.7 Pustaka

- [1] N. A. P. Harahap, F. Al Qadri, D. I. Y. Harahap, M. Situmorang, and S. Wulandari, “Analisis Perkembangan Industri Manufaktur Indonesia,” *El-Mal J. Kaji. Ekon. Bisnis Islam*, vol. 4, no. 5, pp. 1444–1450, 2023, doi: 10.47467/elmal.v4i5.2918.
- [2] BPS, “Proporsi Nilai Tambah Sektor Industri Manufaktur Terhadap PDB - Tabel Statistik,” 2023, *Badan Pusat Statistik (BPS)*. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTIxNCMy/proporsi-nilai-tambah-sektor-industri-manufaktur-terhadap-pdb.html>
- [3] S. Wahyuningsih, I. I. P. Mulyatno, and M. S. Ir. Sarjito Joko Sisworo, “Analisa Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Reparasi dengan Metode Fault Tree Analysis(FTA) dan Penjadwalan Ulang dengan Critical Path Method(CPM) pada Kapal MT. Alice XXV di Galangan Semarang,” *Tek. Perkapalan*, vol. 11, no. 1, pp. 14–22, 2023.
- [4] J. A. Gultom, J. Panjaitan, and P. L. Hutagalung, “Penerapan Manajemen Proyek Dalam Pendampingan Pembangunan Gedung Sekolah Minggu HKBP Sudirman,” vol. 4, pp. 7–15, 2025.
- [5] F. Aulia and K. Yulianto, “Manajemen Proyek Industri Kopi Solok Radjo , Provinsi Sumatera Barat Solok Radjo Coffee Industrial Project Management , West Sumatra Province,” pp. 105–114, 2025, doi: 10.25077/bda.v2i2.9.
- [6] D. Hilary and I. Wibowo, “Pengaruh Kualitas Bahan Baku Dan Proses Produksi Terhadap Kualitas Produk Pt. Menjangan Sakti,” *J. Manaj. Bisnis Krisnadipayana*, vol. 9, no. 1, 2021, doi: 10.35137/jmbk.v9i1.518.
- [7] E. Sarwono, M. J. Shofa, and A. Kusumawati, “Analisis Perencanaan & Pengendalian Persediaan Bahan Baku Roti Pada UKM Produksi Roti,” *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. 4, pp. 349–360, 2022, doi: 10.55826/tmit.v1i4.60.
- [8] N. Nuraeni and B. Santoso, “Peranan Manajemen Persediaan Bahan Baku terhadap Penjadwalan Produksi PT XYZ,” *J. Bisnis dan Manaj.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–15, 2024.
- [9] D. Fadillah, “Optimalisasi Sistem Penjadwalan Produksi Untuk Meminimalisir Keterlambatan Produksi Di PT Fahifa Prima Mandiri,” *J-Ensitec*, vol. 9, no. 02, pp. 794–804, 2023, doi: 10.31949/jensitec.v9i02.3969.
- [10] J. Jamal and M. R. Ian, “Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi Di Indonesia,” *J. Kaji. Tek. Sipil*, vol. 10, no. 1, pp. 1–8, 2025, doi: 10.52447/jkts.v10i1.8071.

- [11] E. Syakhertra, M. D. F. Sudarsa, and P. D. Saputra, "Identifikasi Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi : Studi Literatur," *Menara Ilmu*, vol. 19, no. 2, pp. 502–524, 2025, doi: 10.31869/mi.v19i2.6632.
- [12] D. C. Pangestuti, H. Nastiti, and R. Husniaty, "Analisis Risiko Operasional Dengan Metode FMEA," *J. AKUNTANSI, Ekon. dan Manaj. BISNIS*, vol. 10, no. 2, pp. 177–186, 2022, doi: 10.30871/jaemb.v10i2.3235.
- [13] A. G. Dalimunthe and S. A. Safitri, "Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi usahatani jagung (*Zea mays L.*)," *Agricola*, vol. 13, no. 2, pp. 86–90, 2023, doi: 10.35724/ag.v13i2.5512.
- [14] S. I. F. Arifin, A. S. Margana, and S. Murniati, "Analisis Keterlambatan Proyek Jatibarang Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) di PT Pertamina EP Aset 3," *Pros. Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 13, no. 01, pp. 760–765, 2022, doi: 10.35313/irwns.v13i01.4164.
- [15] M. Riadi, "Fault Tree Analysis (FTA) - Fungsi, Metode, Simbol dan Langkah Pembuatan," Kajian Pustaka. [Online]. Available: <https://www.kajianpustaka.com/2023/06/fault-tree-analysis-fta.html>
- [16] R. T. Putri, S. Damayanti, and A. Dofir, "Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Penyelesaian Pada Proyek Pembangunan Apartemen Urban Signature Ciracas," *Constr. Mater. J.*, vol. 5, no. 1, pp. 21–33, 2023, doi: 10.32722/cmj.v5i1.4703.
- [17] D. M. Putra and M. I. Triana, "Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi pada CV. X Menggunakan Metode FTA," *J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 7, no. 2, pp. 969–979, 2024, doi: 10.31004/jutin.v7i2.28181.