

Implementation of Fault Tree Analysis on Delays in the Production Process of Palm Kernel Shell Conveyor Project at PT Berkah Anugerah Inti Semesta

Terapan *Fault Tree Analysis* Pada Keterlambatan Proses Produksi Proyek Conveyor Cangkang Sawit pada PT Berkah Anugerah Inti Semesta

Alvin Rizky Syahputra, Yekti Condro Winursito

**Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik & Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Jl. Rungkut Madya Surabaya 60294**

Email: 21032010086@student.upnjatim.ac.id

Abstract - PT Berkah Anugerah Inti Semesta is a company engaged in the fabrication sector. One of its products is a palm shell conveyor. One of the challenges of the production process faced is production delays that can have an impact on operational efficiency and customer satisfaction. This study aims to analyze the causes of delays in the conveyor production process using the fault tree analysis method. The analysis was carried out during the production process in the workshop area. The results of the analysis showed a delay in the processing time, from three weeks to one month. This was due to problems in the fit-up, full weld, visual cleaning, and machining processes. This study produces recommendations based on the results of the analysis which are expected to reduce the level of delays in the production process.

Keywords: Delay, Fault Tree Analysis, Production

Abstrak - PT Berkah Anugerah Inti Semesta merupakan perusahaan yang bergerak di bidang fabrikasi. Salah satu produknya adalah conveyor cangkang sawit. Salah satu tantangan proses produksi yang dihadapi adalah keterlambatan produksi yang dapat berdampak pada efisiensi operasional dan kepuasan pelanggan. Kajian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab keterlambatan proses produksi conveyor menggunakan metode analisis pohon faktor (*fault tree analysis*). Analisis dilakukan pada saat proses produksi berlangsung di area *workshop*. Hasil analisis menunjukkan keterlambatan waktu proses pengerjaan, dari tiga minggu menjadi satu bulan. Hal ini disebabkan adanya permasalahan pada proses *fit-up*, *full weld*, *cleaning visual*, dan *machining*. Kajian ini menghasilkan rekomendasi berbasis hasil analisis yang diharapkan dapat mengurangi tingkat keterlambatan pada proses produksi.

Kata Kunci: Keterlambatan, *Fault Tree Analysis*, Produksi

1. PENDAHULUAN

Didirikan pada tahun 2020, PT Berkah Anugerah Inti Semesta adalah perusahaan yang bergerak di bidang *trading*, *handling*, serta jasa operasional dan pemeliharaan (O&M) dengan spesialisasi pada *crusher* batu bara. Lokasinya terletak di Jalan Raya Daendels, Sambipondok, Bolo, Kecamatan Ujungpangkah, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Perusahaan ini lahir dari kolaborasi empat pendirinya yang memiliki latar belakang keahlian berbeda, berupaya menjadi pemain unggulan dalam industri dengan mengutamakan inovasi dan keberlanjutan. Menghadapi era revolusi industri 4.0, PT Berkah Anugerah Inti Semesta terus beradaptasi dengan pendekatan baru yang relevan. Perusahaan ini

memiliki empat divisi utama yaitu *Project Control*, *Head Office*, *Engineering*, dan *Workshop*.

Industri fabrikasi memiliki peran strategis dalam mendukung kebutuhan berbagai sektor, termasuk pada pengolahan kelapa sawit. PT Berkah Anugerah Inti Semesta adalah perusahaan fabrikasi yang memainkan peran penting dalam mendukung industri kelapa sawit melalui proses produksi beberapa peralatan. Produksi merupakan proses transformasi yang mengubah faktor-faktor produksi, seperti bahan baku, tenaga kerja, modal, dan teknologi, menjadi *output* berupa produk atau hasil produksi. Untuk mencapai tujuan produksi, yaitu menghasilkan barang atau produk dengan jumlah, jenis, harga, waktu, dan kualitas yang sesuai dengan harapan konsumen, proses produksi harus diatur dan

dikelola dengan baik [4]. Proses produksi di perusahaan manufaktur dapat berjalan dengan dukungan sumber daya manusia, mesin, bahan baku, dan dana. Tanpa elemen-elemen tersebut, perusahaan manufaktur tidak dapat beroperasi secara mandiri [5].

Conveyor cangkang sawit menjadi komponen penting untuk memindahkan limbah cangkang. PT Berkah Anugerah Inti Semesta, sebagai perusahaan fabrikasi, menjual produknya melalui berbagai tahapan, dimulai dari pembelian bahan baku, proses pengolahan, hingga menghasilkan barang jadi. Dalam hal ini, terdapat sejumlah faktor penting yang mendukung keberhasilan perusahaan manufaktur untuk bersaing di ranah globalisasi [1]. Agar dapat memenuhi ekspektasi pelanggan dan mendukung keberlanjutan bisnis, perusahaan harus memastikan produksi dilakukan dengan efisien, tepat waktu, dan sesuai dengan standar yang ditetapkan. Namun, sering kali terjadi keterlambatan produksi yang merupakan hambatan dalam mencapai tujuan proyek, yang berakibat pada penambahan waktu penyelesaian dari jadwal yang telah direncanakan dan ditetapkan dalam dokumen kontrak. Keterlambatan proyek [6] disebabkan oleh berbagai faktor seperti perencanaan yang kurang matang, masalah teknis, terbatasnya pasokan bahan baku, serta koordinasi yang tidak optimal antar departemen. Keterlambatan ini berdampak pada peningkatan biaya, terganggunya jadwal pengiriman, serta menurunnya kepuasan pelanggan, yang dapat memengaruhi reputasi perusahaan dan menghambat pertumbuhannya.

Proyek sendiri merupakan serangkaian aktivitas yang dilaksanakan dengan batasan waktu dan sumber daya tertentu untuk mencapai tujuan akhir yang telah ditetapkan. Dalam pengelolaan proyek, jadwal, biaya, dan kualitas dikenal sebagai tiga kendala utama (*triple constraint*) [2]. Untuk menghindari terulangnya keterlambatan proyek, penting untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkannya. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode ini berfokus pada penelusuran penyebab utama keterlambatan tanpa membahas dampak yang mungkin terjadi [3]. FTA adalah pendekatan pengendalian kualitas yang memanfaatkan alur analisis *top-down* untuk menelusuri penyebab kegagalan. Metode ini menganalisis kesalahan sistem yang berasal dari interaksi antara berbagai elemen, sehingga dapat mengidentifikasi penyebab utama secara sistematis [7].

FTA menganalisis akar permasalahan dari identifikasi kejadian yang tidak diinginkan (*undesired event*) dalam suatu sistem [9]. FTA disajikan dalam bentuk diagram menyerupai pohon yang terdiri dari simbol-simbol (*fault tree symbols*) yang saling terkait dalam sebuah struktur. Diagram ini dihubungkan oleh simbol *event* dan simbol *logic gate* untuk mempermudah proses analisis [8]. Terdapat 5 tahapan untuk melakukan analisis FTA yaitu:

- Mengidentifikasi masalah dan kondisi batas dari suatu sistem yang ditinjau
- Penggambaran model grafis *fault tree*
- Mencari minimal *cut set* dari analisis *fault tree*
- Melakukan analisa kualitatif dari *fault tree*
- Melakukan analisa kuantitatif dari *fault tree* [10]

Metode FTA berorientasi pada fungsi, dimulai dari analisis pada sistem tingkat atas dan diteruskan ke bawah [3].

Secara keseluruhan, penggunaan FTA dalam menganalisis keterlambatan produksi memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi dan mengatasi penyebab keterlambatan secara lebih terstruktur dan sistematis, yang pada akhirnya membantu meningkatkan efisiensi dan mengurangi dampak keterlambatan terhadap biaya operasional dan kepuasan pelanggan.

2. METODE PELAKSANAAN

Kajian terhadap penyebab keterlambatan produksi dilakukan secara analisis berdasarkan data identifikasi. Objek yang dianalisis adalah proses produksi *conveyor* cangkang sawit yang terdiri dari enam tahapan utama, yaitu *fit-up*, *inspeksi*, *full weld*, *visual cleaning*, *painting*, dan *machining*. Proses-proses ini akan dianalisis lebih lanjut menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Tahapan analisis meliputi identifikasi potensi keterlambatan, analisis, dan penyusunan rekomendasi perbaikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

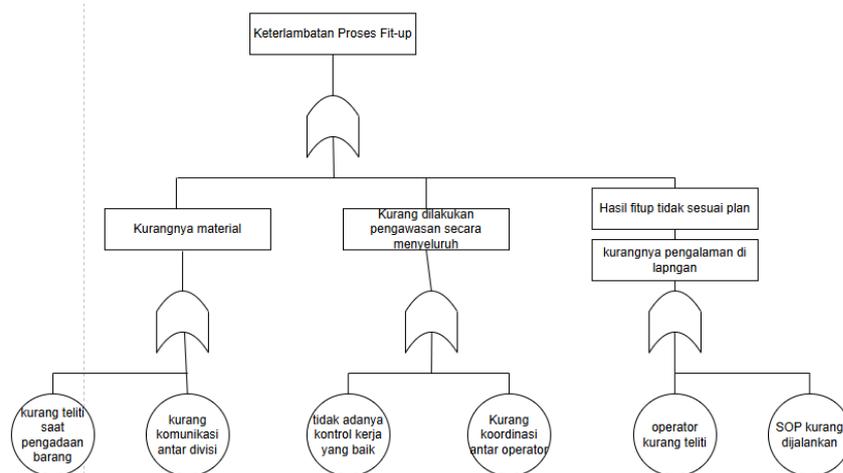
Identifikasi potensi keterlambatan pada tahapan-tahapan produksi ditunjukkan pada Tabel 1. Tampak bahwa proses *fit up*, *full weld*, *machining*, dan *cleaning visual* memiliki perbedaan waktu realisasi yang cukup signifikan dari waktu yang telah direncanakan.

Tabel 1. Perbedaan Waktu *Plan* dan Aktual Produksi

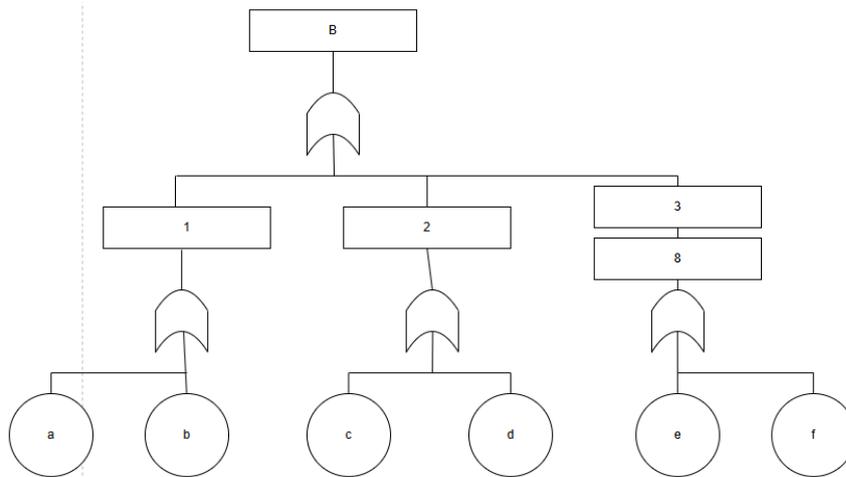
| Proses Produksi | Waktu Plan | Waktu Aktual | Difference |
|------------------------|------------|--------------|------------|
| <i>Fit Up</i> | 8 | 16 | -8 |
| <i>Inspection</i> | 10 | 8 | 2 |
| <i>Full Weld</i> | 80 | 104 | -24 |
| <i>Cleaning Visual</i> | 12 | 20 | -8 |
| <i>Painting</i> | 16 | 16 | 0 |
| <i>Machining</i> | 26 | 40 | -14 |

Analisis Keterlambatan Proses *Fit-up*

Identifikasi penyebab keterlambatan proses produksi pada tahap *fit up* ditunjukkan pada Gambar 1. Proses analisis dilakukan dengan membuat bagan FTA (Gambar 2, Tabel 2) dan analisis *minimal cut set* dan menghasilkan *basic event* (Tabel 3). Proses-proses lain dilakukan dengan cara yang sama (Tabel 4-10, Gambar 3-8).



Gambar 1. Analisa *Fault Tree* Pada Proses *Fit-Up*



Gambar 2. Bagan Analisa *Fault Tree* Pada Proses *Fit-Up*

Tabel 2. Keterangan Bagan Analisa *Fault Tree Fit-Up*

| Kode | Keterangan |
|------|-----------------------------------------------|
| B | Keterlambatan Proses <i>Fit-up</i> |
| 1 | Kurangnya Material |
| 2 | Kurang Dilakukan Pengawasan Secara Menyeluruh |
| 3 | Hasil <i>Fit-up</i> Tidak Sesuai Plan |
| a | Kurang Teliti Saat Pengadaan Barang |
| b | Kurang Komunikasi Antar Divisi |
| c | Tidak Adanya Kontrol Kerja yang Baik |
| d | Kurang Koordinasi Antar Operator |
| 8 | Kurangnya Pengalaman Dilapangan |
| e | Operator Kurang Teliti |
| f | SOP Kurang Dijalankan |

Minimal cut set pada proses *fit-up*:

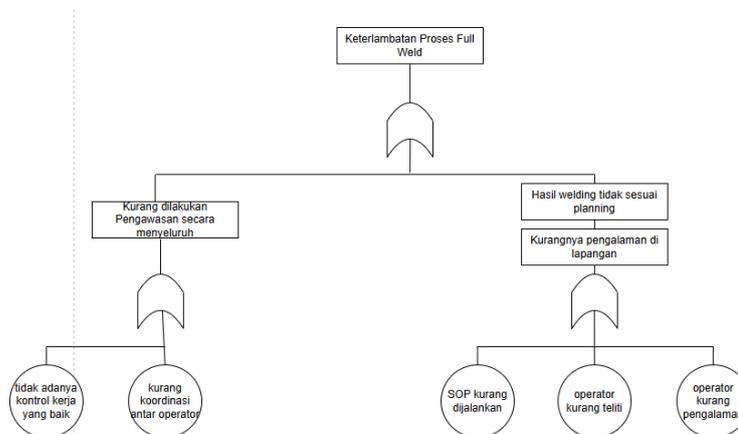
$$\begin{aligned}
 \text{Top Level (x)} &= B \\
 &= 1 + 2 + 3 \\
 &= [a + b] + [c + d] + 8 \\
 &= [a + b] + [c + d] + [e + f]
 \end{aligned}$$

Tabel 3. Minimal *Cut Set* Proses *Fit-Up*

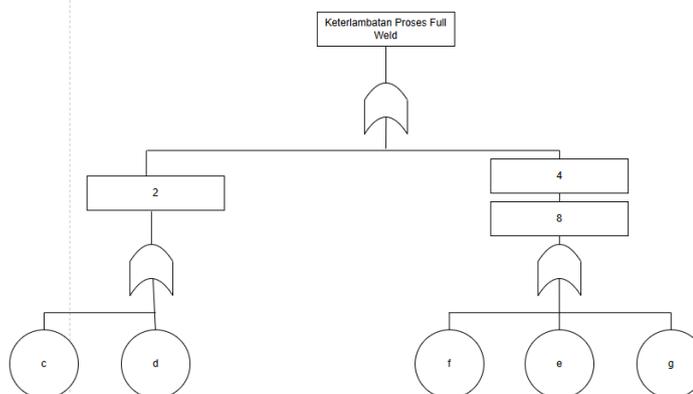
| Kode | Keterangan |
|------|--------------------------------------|
| a | Kurang Teliti Saat Pengadaan Barang |
| b | Kurang Komunikasi Antar Divisi |
| c | Tidak Adanya Kontrol Kerja yang Baik |
| d | Kurang Koordinasi Antar Operator |
| e | Operator Kurang Teliti |
| f | SOP Kurang Dijalankan |

Keterlambatan Proses Full Weld

Proses analisis meliputi Gambar 3-4 dan Tabel 4-5.



Gambar 3. Analisa Fault Tree Pada Proses Full Weld



Gambar 4. Bagan Analisa Fault Tree Pada Proses Full Weld

Tabel 4. Keterangan Bagan Analisa Fault Tree Full Weld

| Kode | Keterangan |
|------|----------------------------------------|
| C | Keterlambatan Proses Full Weld |
| 2 | Kurang Dilakukan Pengawasan Menyeluruh |
| 4 | Hasil Welding Tidak Sesuai Planning |
| c | Tidak Adanya Kontrol Kerja yang Baik |
| d | Kurang Koordinasi Antar Operator |
| 8 | Kurang Pengalaman Di Lapangan |
| f | SOP Kurang Dijalankan |
| e | Operator Kurang Teliti |
| g | Operator Kurang Pengalaman |

Minimal cut set proses full-weld:

$$\begin{aligned} \text{Top Level (x)} &= C \\ &= 2 + 4 \end{aligned}$$

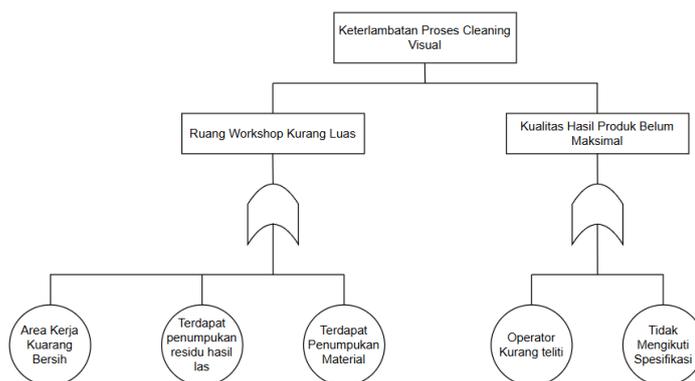
$$\begin{aligned} &= [c + d] + 8 \\ &= [c + d] + [g + e + f] \end{aligned}$$

Tabel 5. Basic Event Minimal Cut Set Full Weld

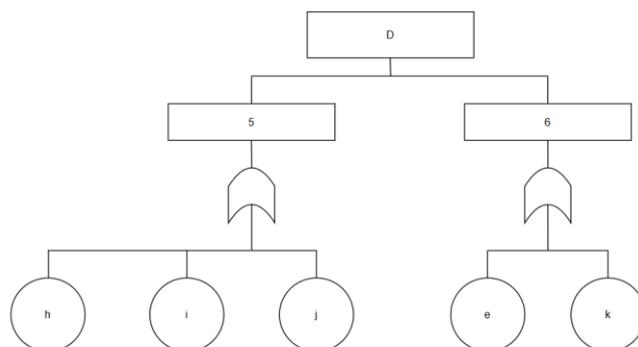
| Kode | Keterangan |
|------|--------------------------------------|
| c | Tidak Adanya Kontrol Kerja yang Baik |
| d | Kurang Koordinasi Antar Operator |
| g | Operator Kurang Pengalaman |
| e | Operator Kurang Teliti |
| f | SOP Kurang Dijalankan |

Keterlambatan Proses Cleaning Visual

Proses analisis meliputi Gambar 5-6 dan Tabel 6-7.



Gambar 5. Analisa Fault Tree Pada Proses Cleaning Visual



Gambar 6. Bagan Analisa Fault Tree Pada Proses Cleaning Visual

$$= [h + I + j] + [e + k]$$

Tabel 6. Keterangan Bagan Analisa Fault Tree Cleaning Visual

| Kode | Keterangan |
|------|----------------------------------------------|
| D | Keterlambatan Proses <i>Fit-up</i> |
| 5 | Kurangnya Material |
| 6 | Kurang Dilakukan Pengawasan Menyeluruh |
| h | Hasil <i>Fit-up</i> Tidak Sesuai <i>Plan</i> |
| i | Kurang Teliti Saat Pengadaan Barang |
| j | Kurang Komunikasi Antar Divisi |
| e | Tidak Adanya Kontrol Kerja yang Baik |
| k | Kurang Koordinasi Antar Operator |

Tabel 7. Basic Event Minimal Cut Set Cleaning Visual

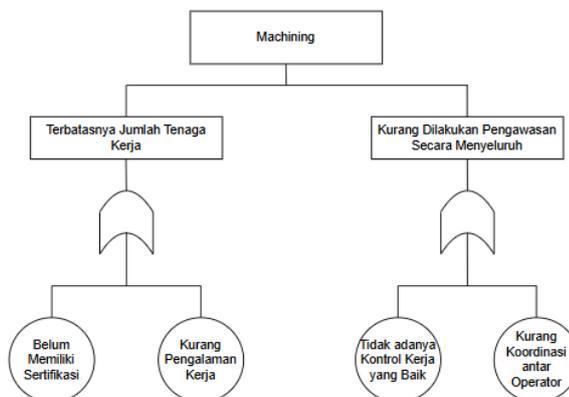
| Kode | Keterangan |
|------|----------------------------------------------|
| e | Keterlambatan Proses <i>Fit-up</i> |
| h | Kurangnya Material |
| i | Kurang Dilakukan Pengawasan Menyeluruh |
| j | Hasil <i>Fit-up</i> Tidak Sesuai <i>Plan</i> |
| k | Kurang Teliti Saat Pengadaan Barang |

Minimal cut set proses Cleaning Visual:

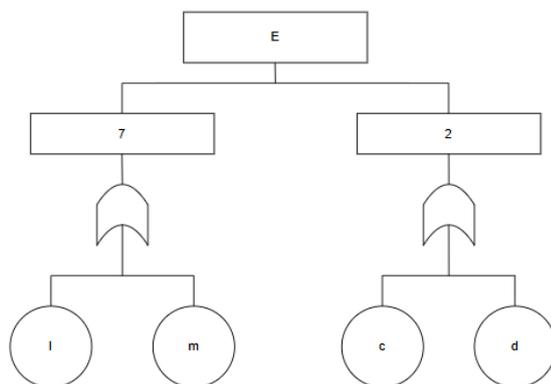
$$\begin{aligned} \text{Top Level (x)} &= D \\ &= 5 + 6 \end{aligned}$$

Keterlambatan Proses Machining

Proses analisis meliputi Gambar 7-8 dan Tabel 8-9.



Gambar 7. Analisa Fault Tree Pada Proses Machining



Gambar 8. Bagan Analisa Fault Tree Pada Proses Machining

Tabel 8. Keterangan Bagan Analisa Fault Tree Machining

| Kode | Keterangan |
|------|----------------------------------------|
| E | Keterlambatan Proses Machining |
| 7 | Terbatasnya Jumlah Tenaga Kerja |
| 2 | Kurang Dilakukan Pengawasan Menyeluruh |
| l | Belum Memiliki Sertifikasi |
| m | Kurang Pengalaman Kerja |
| c | Tidak Adanya Kontrol Kerja yang Baik |
| d | Kurang Koordinasi Antar Operator |

Minimal cut set proses Machining:

$$\begin{aligned} \text{Top Level (x)} &= E \\ &= 7 + 2 \\ &= [l + m] + [c + d] \end{aligned}$$

Tabel 9. Basic Event Minimal Cut Set Machining

| Kode | Keterangan |
|------|--------------------------------------|
| l | Belum Memiliki Sertifikasi |
| m | Kurang Pengalaman Kerja |
| c | Tidak Adanya Kontrol Kerja yang Baik |
| d | Kurang Koordinasi Antar Operator |

Berdasarkan hasil minimal cut set yang telah ditemukan di setiap permasalahan keterlambatan dari proses produksi proyek Conveyor di atas, hasil minimal cut set secara keseluruhan adalah :

$$\begin{aligned} \text{Top Level (x)} \\ &= A \end{aligned}$$

Tabel 11. Deskripsi Akar Permasalahan dan Usulan Perbaikannya

| Kode | Akar Permasalahan | Usulan Perbaikan |
|------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a | Kurang Teliti Saat Pengadaan Barang | meningkatkan kompetensi tim melalui pelatihan khusus dan sertifikasi di bidang pengadaan barang guna menambah keahlian dalam proses ini. Penerapan sistem e-procurement serta penggunaan database supplier terpercaya juga dapat membantu mengurangi risiko kesalahan manual. Selain itu, evaluasi dan monitoring berkala dengan menetapkan indikator kinerja utama (KPI) relevan diperlukan untuk mengukur efektivitas dan menemukan peluang perbaikan. |
| b | Kurang Komunikasi Antar Divisi | mengadakan rapat koordinasi rutin untuk menyelaraskan informasi dan memastikan semua divisi memiliki pemahaman yang sama terkait tugas, tanggung jawab, dan target perusahaan. Selain itu, penggunaan platform komunikasi terpadu, seperti aplikasi manajemen proyek atau grup diskusi online, dapat mempermudah penyebaran |

$$\begin{aligned} &= B + C + D + E \\ &= [1 + 2 + 3] + [2 + 4] + [5 + 6] + [7 + 2] \\ &= [(a+b)+(c+d)+8]+[(c+d)+8]+[(h + l + j) + (e + k)] + [(l + m) + (c + d)] \\ &= [(a+b)+(c+d)+(e+f+g)]+[(c+d)+(g+e+f)]+[(h + l + j) + (e + k)]+[(l + m) + (c + d)] \\ &= [(a+b+c+d+e+f+g+h+i+j+k+l+m)] \end{aligned}$$

Tabel 10. Basic Event Minimal Cut Set Proses Produksi Proyek Conveyor Cangkang Sawit

| Kode | Keterangan |
|------|-----------------------------------------------|
| a | Kurang Teliti Saat Pengadaan Barang |
| b | Kurang Komunikasi Antar Divisi |
| c | Tidak Adanya Kontrol Kerja yang Baik |
| d | Kurang Koordinasi Antar Operator |
| e | Operator Kurang Teliti |
| f | SOP Kurang Dijalankan |
| g | Operator Kurang Pengalaman |
| h | Kurangnya Material |
| i | Kurang Dilakukan Pengawasan Secara Menyeluruh |
| j | Hasil Fit-up Tidak Sesuai Plan |
| k | Tidak Mengikuti Spesifikasi |
| l | Belum Memiliki Sertifikasi |
| m | Kurang Pengalaman Kerja |

Analisa Perbaikan

Usulan analisa perbaikan ini didasarkan pada hasil analisa fault tree dengan deskripsi akar permasalahan (Tabel 11).

| Kode | Akar Permasalahan | Usulan Perbaikan |
|------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| c | Tidak Adanya Kontrol Kerja yang Baik | informasi secara cepat dan efisien. Menetapkan prosedur komunikasi yang jelas, termasuk jalur eskalasi untuk isu penting, juga akan membantu meminimalkan potensi miskomunikasi. perusahaan dapat memperkuat kontrol kerja dengan menciptakan budaya kerja yang mendukung transparansi dan kolaborasi. Pemimpin harus aktif memberikan arahan, dukungan, serta umpan balik yang konstruktif kepada tim. Selain itu, penting untuk mendorong pelaporan masalah secara proaktif oleh karyawan tanpa rasa takut akan konsekuensi negatif, sehingga solusi dapat dicari lebih cepat. Dengan pengawasan yang efektif dan komunikasi yang terbuka, proses kerja dapat dikontrol dengan lebih baik, sehingga hasil kerja menjadi lebih optimal. |
| d | Kurang Koordinasi Antar Operator | menerapkan sistem rotasi tugas atau simulasi kerja lintas fungsi untuk meningkatkan pemahaman operator terhadap peran satu sama lain. Hal ini akan membantu mereka mengenali kebutuhan koordinasi dan menghindari potensi kesalahpahaman. |
| e | Operator Kurang Teliti | memberikan pelatihan secara berkala untuk meningkatkan pemahaman mereka tentang pentingnya ketelitian dalam pekerjaan. Pelatihan ini dapat mencakup teknik kerja yang lebih efektif, penggunaan alat bantu yang mendukung ketelitian, serta simulasi untuk melatih konsentrasi dan perhatian terhadap detail. |
| f | SOP Kurang Dijalankan | memastikan seluruh karyawan memahami pentingnya SOP dalam mendukung kelancaran dan keselamatan kerja. Ini dapat dilakukan melalui pelatihan rutin yang menekankan manfaat dan risiko jika SOP tidak diikuti. Selain itu, setiap karyawan perlu diberikan akses mudah ke dokumen SOP yang relevan, baik dalam bentuk cetak maupun digital, sehingga mereka dapat merujuknya kapan saja. |
| g | Operator Kurang Pengalaman | memberikan pelatihan yang lebih mendalam dan terstruktur. Program pelatihan harus mencakup teori dan praktek langsung terkait tugas yang akan dijalankan oleh operator, serta memperkenalkan mereka pada prosedur yang tepat dan standar kualitas yang diharapkan. |
| h | Kurangnya Material | melakukan perencanaan pengadaan yang lebih teliti dan tepat waktu. Ini mencakup penghitungan kebutuhan material yang akurat berdasarkan proyeksi proyek atau produksi yang ada. Dengan demikian, perusahaan dapat memesan material dengan cukup jauh sebelumnya untuk menghindari kekurangan yang mendadak. |
| i | Kurang Dilakukan Pengawasan Secara Menyeluruh | memperkuat sistem pengawasan dengan membuat struktur pengawasan yang lebih jelas dan terorganisir. Setiap divisi atau departemen harus memiliki pengawas atau <i>supervisor</i> yang bertanggung jawab untuk memantau jalannya pekerjaan, memastikan bahwa semua prosedur dan standar yang ditetapkan diikuti dengan tepat. Selain itu, pengawasan tidak hanya dilakukan secara langsung, tetapi juga melalui evaluasi berkala untuk memastikan bahwa pekerjaan berjalan sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan. |
| j | Hasil <i>Fit-up</i> Tidak Sesuai Plan | melakukan pemeriksaan menyeluruh terhadap prosedur yang digunakan dalam proses <i>fit-up</i> . Pastikan bahwa semua tahapan, dari persiapan hingga pelaksanaan, mengikuti spesifikasi teknis yang telah ditetapkan. Jika ada ketidaksesuaian, lakukan analisis untuk mengidentifikasi penyebab masalah tersebut, apakah disebabkan oleh kesalahan teknis, alat yang tidak tepat, atau ketidaktepatan dalam pengukuran. |
| k | Tidak Mengikuti Spesifikasi | memastikan bahwa spesifikasi yang diberikan jelas, mudah dipahami, dan dapat diakses oleh seluruh pihak yang terlibat dalam proyek atau proses produksi. Setiap karyawan atau tim yang terlibat harus diberi penjelasan yang detail mengenai spesifikasi teknis, baik itu dalam bentuk dokumen, diagram, atau panduan visual yang mendukung pemahaman. |
| l | Belum Memiliki Sertifikasi | menyusun rencana pengembangan kompetensi yang mencakup kebutuhan sertifikasi yang relevan dengan |

| Kode | Akar Permasalahan | Usulan Perbaikan |
|------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| m | Kurang Penagalaman Kerja | bidang pekerjaan. Identifikasi sertifikasi yang wajib atau yang dapat meningkatkan keterampilan dan kredibilitas karyawan, baik untuk posisi teknis, manajerial, maupun dalam bidang kepatuhan standar industri. memberikan kesempatan untuk rotasi tugas atau penugasan lintas fungsi, di mana karyawan dapat bekerja di berbagai bagian atau proyek yang berbeda. Hal ini akan membantu mereka mengembangkan pemahaman yang lebih luas tentang proses dan tantangan yang ada dalam organisasi. |

Rekomendasi

Untuk meningkatkan efektivitas dan ketepatan waktu produksi, rekomendasi terapan yang dapat diimplementasikan adalah :

- Menyelenggarakan program pelatihan teknis secara periodik serta mendorong operator untuk memiliki sertifikasi kompetensi sesuai bidang kerja masing-masing.
- Meninjau ulang dan mensosialisasikan kembali standar prosedur operasi kepada seluruh tim produksi. Pengawasan langsung dan audit rutin harus dilakukan untuk memastikan SOP dijalankan secara konsisten.
- Membangun sistem komunikasi lintas departemen berbasis digital (misalnya aplikasi *project management*) dan mengadakan rapat koordinasi mingguan untuk menyamakan persepsi antar divisi.
- Menyusun rencana kebutuhan material dan penjadwalan tenaga kerja berbasis data historis dan kapasitas aktual, serta menerapkan sistem *buffer* material untuk mencegah kekurangan mendadak.
- Memberikan kesempatan bagi operator untuk memahami peran antar proses melalui rotasi kerja, sehingga meningkatkan sinergi dan koordinasi operasional.

Manfaat yang dirasakan oleh PT Berkah Anugerah Inti Semesta diantaranya adalah FTA membantu mengidentifikasi penyebab utama keterlambatan dalam proses produksi, baik yang berasal dari faktor internal (perencanaan yang tidak matang, masalah teknis, atau keterbatasan sumber daya), maupun faktor eksternal (keterlambatan pasokan bahan baku atau gangguan cuaca). Dengan FTA perusahaan dapat menganalisis secara sistematis berbagai faktor yang terlibat dalam proses produksi dan berkontribusi terhadap keterlambatan. Hal ini membantu untuk memahami akar masalah secara menyeluruh, bukan hanya faktor-faktor yang terlihat di permukaan.

FTA memberikan wawasan tentang titik-titik kritis dalam proses produksi yang berisiko

menyebabkan keterlambatan. Dengan mengetahui penyebab keterlambatan secara rinci, perusahaan dapat mengambil langkah-langkah perbaikan yang tepat untuk meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi *bottleneck*, dan mempercepat alur kerja. FTA membantu mengoptimalkan proses produksi dan mengurangi waktu yang terbuang. Dengan pemahaman ini, perusahaan dapat merancang langkah-langkah preventif untuk mengurangi risiko keterlambatan di masa depan, seperti memperbaiki perencanaan, meningkatkan pemeliharaan mesin, atau memperbaiki koordinasi antar divisi. FTA memberikan gambaran yang jelas tentang penyebab keterlambatan yang dapat digunakan oleh manajemen untuk mengambil keputusan yang lebih informasional dan strategis. Hal ini membantu perusahaan untuk merencanakan perubahan yang dibutuhkan dan mengalokasikan sumber daya dengan lebih efektif.

Dengan memetakan masalah keterlambatan secara visual, FTA memfasilitasi komunikasi yang lebih baik antar departemen atau tim terkait, seperti produksi, logistik, dan pengadaan. Semua pihak dapat memahami permasalahan secara lebih jelas dan bekerja sama untuk mencari solusi yang optimal. Dengan pendekatan FTA, perusahaan dapat menemukan solusi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi risiko keterlambatan, dan mendukung kelancaran operasional guna memenuhi tuntutan pelanggan dan bersaing di industri fabrikasi.

4. PENUTUP

Analisis FTA berhasil memetakan akar permasalahan keterlambatan proses produksi proyek *conveyor* cangkang Sawit di PT Berkah Anugerah Inti Semesta. Hasil analisis telah digunakan untuk menyusun rekomendasi perbaikan, sekaligus dapat digunakan sebagai dasar pengembangan sistem yang lebih efektif dan efisien. Hal ini merupakan langkah strategis peningkatan daya saing di industri fabrikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muhammad Syahrul Maulana, Alif Finno Fidzaky, Ayunda Febri Kinanti, Dimas Prayoga, and Muhammad Yasin, "Perkembangan Sektor Industri Manufaktur Terhadap Globalisasi," *MENAWAN J. Ris. dan Publ. Ilmu Ekon.*, vol. 2, no. 1, pp. 101–112, 2023, doi: 10.61132/menawan.v2i1.141.
- [2] P. Christien, A. Grace, Y. Malingkas, and R. J. M. Mandagi, "Analisis Faktor Penyebab Terjadinya Keterlambatan Pekerjaan Menggunakan Probability Impact Grid dan Perankingan Pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Fakultas Syariah IAIN Manado," *J. Ilm. Media Eng.*, vol. 10, no. 2, pp. 2087–9334, 2020.
- [3] K. Wibisono, "Analisis Keterlambatan Proyek Fiscal Metering Dengan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis Pada Pt. Xyz," 2021. [Online]. Available: <https://repository.its.ac.id/83133/>
- [4] F. M. Dewi, "Analisis Penyebab Keterlambatan Proses Produksi Cryogenic Pipe Shoe Pada PT Binder Indonesia Bekasi," 2019.
- [5] D. Lorenza and T. Rahman, "Analisis Penyebab Keterlambatan Proses Produksi Proyek Cradle Dengan Metode Fault Tree Analysis (Fta)," *J. Logist.*, vol. 1, no. 2, pp. 36–42, 2023, [Online]. Available: <https://journal.iteba.ac.id/index.php/logistica/article/view/108>
- [6] I. R. Pratama and M. C. P. Islami, "Analisis Keterlambatan Proyek Produksi Kereta Dengan Metode Fishbone Diagram," *Waluyo Jatmiko Proceeding*, vol. 16, no. 1, pp. 161–170, 2023, doi: 10.33005/wj.v16i1.29.
- [7] S. Mangnggenre, Mulyadi, and A. Pratama, "Implementasi Metode Fault Tree Analysis Untuk Analisis Kecacatan Produk," *J. Akunt.*, vol. 11, 2017.
- [8] A. G. Prafitasiwi, N. R. Kuncoro, and C. U. Wibisono, "Analisa Risiko Penyebab Keterlambatan pada Proyek Konstruksi Pabrik Pupuk di Kabupaten Gresik Dengan Metode Pohon Kesalahan," vol. 14, no. 02, pp. 547–560, 2024.
- [9] L. K. R. Wiryono and A. Arvianto, "Analisis Perbaikan Kualitas Kertas White Top Liner Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (Fta), Failure Mode and Effect Analysis (Fmea), Dan Criticality Analysis (Studi Kasus: Pt Pura Barutama Unit Paper Mill 5)," *Ind. Eng. Online J.*, vol. 8, no. 2, 2019.
- [10] I. A. R. Widhiawati, I. G. A. A. Putera, and L. Arista, "Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan," *Konf. Nas. Tek. Sipil 11*, vol. 13, no. 2, pp. 26–27, 2017.

Ruang kosong ini untuk menggenapi jumlah halaman sehingga jika dicetak dalam bentuk buku, setiap judul baru akan menempati halaman sisi kanan buku.