



## *Perancangan Perbaikan Untuk Mengurangi Cacat Produk pada Departemen Fiber PT XYZ dengan Metode FTA*

Jessica Clarissa Soejanto<sup>1,a)</sup>, Yurida Ekawati<sup>1,b)</sup>, Purnomo<sup>1,c)</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ma Chung  
Jalan Villa Puncak Tidar N-01, Malang, Indonesia, 65151.

Author Emails

<sup>a)</sup> [411910014@student@machung.ac.id](mailto:411910014@student@machung.ac.id) \*

<sup>b)</sup> [yurida.ekawati@machung.ac.id](mailto:yurida.ekawati@machung.ac.id)

<sup>c)</sup> [pur.nomo@machung.ac.id](mailto:pur.nomo@machung.ac.id)

Received 22 May 2023 / Revised 30 Nov 2023 / Accepted 07 Dec 2023 / Published 31 Dec 2023

---

**Abstract.** *The fiber department is one of the departments in the PT XYZ produces bus panels and appliances. Based on the fiber production data on August 1 - September 23, 2022, there are 92 defects out of 547 products. It is important to analyze the root cause of the failure in the production process. There are seven types of defects in the manufacturing process that is, fiber is too thick or thin, the fiber surface is rough, fiber has white spots, fiber needs a long time to dry, fiber rejects (liquid/burn), the putty result is imperfect, and the paint is imperfect. The root cause analysis was conducted using Fault Tree Analysis (FTA) method. Based on FTA, defective products can be caused by human, machine, or equipment factors. From that, it will be used for improvement recommendations to improve the quality. Examples of the corrective recommendations are periodic drain engine water, emptying water form, products-checkout form, and roll-cleaning form, using a measuring cup for the catalyst, and a new container for acetone.*

**Keywords:** *Defect; Fault tree analysis; Quality*

---

### **1. Pendahuluan**

Kualitas produk menjadi faktor penting yang mempengaruhi keputusan pelanggan dalam membeli sebuah produk [Ernawati \(2019\)](#). Jadi, kualitas menjadi hal yang penting untuk menjaga kepercayaan pelanggan selain itu juga, kualitas yang baik menjadi strategi perusahaan untuk bersaing dengan kompetitor. Untuk mendapatkan respon baik dari konsumen, perusahaan harus dapat mengendalikan kualitas agar sesuai dengan standar [Montgomery \(2009\)](#). Pengendalian kualitas dapat meminimalkan adanya cacat produk pada proses produksi. Kualitas produk memiliki delapan dimensi yaitu *performance, features, reliability, conformance, durability, serviceability, aesthetic, perceived quality* [Garvin, 1987](#) dalam [Puspitasari & Tjahjawati \(2017\)](#). Kualitas produk yang dihasilkan perusahaan biasanya terdapat variasi atau keragaman. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, di mana faktor tersebut akan menentukan bahwa suatu produk dikatakan memenuhi standar atau tidak. Faktor-faktor tersebut seperti manusia, prosedur kerja, uang, bahan baku, dan mesin atau peralatan [Kamaludin & Sulistiono \(2013\)](#)

Cacat produk adalah hal yang sering dijumpai pada proses produksi, termasuk PT XYZ yang bergerak dalam bidang karoseri bus dan minibus. Perusahaan ini memiliki 4 direktorat, salah satunya adalah Direktorat Supporting. Direktorat Supporting merupakan bagian produksi perlengkapan yang dibutuhkan untuk pembuatan bus atau minibus. Di bawah Direktorat Supporting terdapat lima departemen, salah satunya adalah departemen fiber. Departemen Fiber merupakan departemen yang memproduksi body dan perlengkapan bus dan minibus dengan bahan baku *fiber glass*. Hasil produk departemen fiber diantaranya adalah toilet, dashboard, front panel, back panel, kap mesin, dan bagasi belakang. Masih banyak cacat produk yang dihasilkan oleh Departemen Fiber. Cacat produk tersebut akan berdampak pada hasil kualitas bus. Selain hal tersebut juga akan berdampak pada penambahan waktu, material, dan jam kerja pada proses produksi. Berikut ini adalah tabel jumlah cacat produk pada produksi fiber pada 1 Agustus - 23 September 2022:

**Tabel 1** Jumlah produksi dan jumlah cacat produk fiber

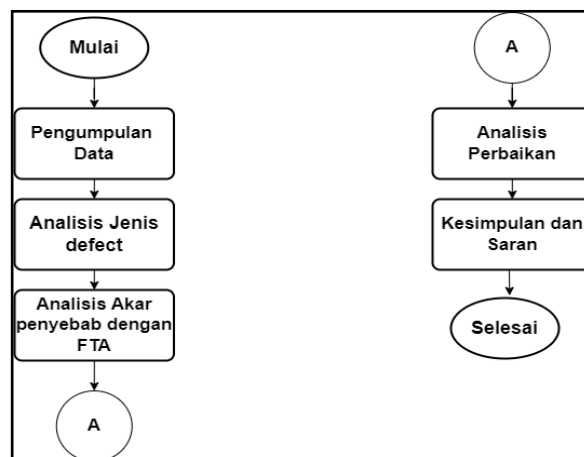
Item	Total produk	Total cacat
<i>Back panel</i>	107	22
<i>Front panel</i>	107	25
<i>Dashboard</i>	107	15
Toilet	12	6
Bagasi belakang	107	15
Kap mesin	107	9
Total	547	92

Berdasarkan data tersebut dapat dilihat bahwa masih terdapat cacat produk yang dihasilkan yakni 92 cacat dalam 547 total produk yang diproduksi. Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan bahwa masih banyak cacat produk yang ada dalam proses produksi fiber. Hasil produk yang cacat tersebut akan dilakukan *rework* atau pengerjaan ulang. Jadi perlu adanya analisis akar penyebab permasalahan untuk dapat mengurangi penyebab permasalahan cacat produk. Perlu adanya analisis akar penyebab kegagalan atau *root cause analysis* (RCA). Metode RCA digunakan untuk menganalisis suatu sistem yang gagal karena sesuatu yang tidak diharapkan, apa yang menyebabkan kegagalan sistem tersebut, yang bertujuan penggunaan RCA adalah untuk mengidentifikasi akar penyebab dari masalah yang terjadi pada kegagalan sistem tersebut [Mumtazi & Putra \(2020\)](#). Sehingga, RCA dapat digunakan dengan baik untuk mengidentifikasi akar permasalahan yang berpotensi muncul dalam sistem jasa [Salman \(2015\)](#).

Metode yang dapat dilakukan untuk mengetahui akar penyebab terjadinya produk cacat yaitu dengan menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA). FTA menjadi salah satu alat yang efektif untuk menganalisis akar permasalahan yang terjadi. FTA merupakan teknik untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian yang tidak diinginkan [Alijoyo \(2021\)](#). Metode FTA merupakan metode top-down, yang dimulai dengan anggapan bahwa kegagalan kejadian puncak, kemudian akan ditelusuri akar penyebab dari kegagalan (*root cause*) [Sukma \(2014\)](#).

## 2. Metode

Terdapat beberapa tahapan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini yang disusun secara sistematis dalam sebuah diagram alir pada gambar 1.








**Gambar 1** Diagram alir penelitian

Tahap awal yang dilakukan adalah identifikasi masalah untuk mengetahui permasalahan yakni adanya cacat produk pada saat proses produksi sehingga menyebabkan tambahan waktu, material, dan tenaga untuk proses *rework*. Sumber data yang digunakan berupa data primer dan sekunder. Data primer yang dibutuhkan adalah data cacat tiap produk dan data yang diperlukan dalam analisis yang diperoleh dari hasil pengamatan langsung dan wawancara pada proses produksi departemen fiber. Sedangkan, data sekunder yang dibutuhkan adalah data produksi tiap produk fiber, yang diperoleh dari catatan atau laporan yang telah dimiliki perusahaan.

Setelah data-data diperoleh, data tersebut akan diolah yakni dengan metode FTA untuk menganalisis penyebab permasalahan cacat produk yang terjadi selama proses produksi. Pertama jenis cacat yang ada selama proses produksi fiber akan diidentifikasi. Selanjutnya akan dilakukan analisis FTA untuk menganalisis mengenai faktor penyebab permasalahan secara mendalam. Terdapat dua tipe notasi dasar dalam FTA yaitu kejadian (*event gates*) dan gerbang logika (*logic gates*). Simbol yang digunakan dalam pembuatan FTA dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2** Simbol dalam FT

No	Simbol	Keterangan
1		<i>Basic Event</i>
2		<i>Undevelope devent</i>
3		<i>Top event</i>
4		<i>And Gate</i>
5		<i>Or Gate</i>

dilakukan analisis akar masalah dengan FTA, akan dilakukan analisis untuk usulan perbaikan berdasarkan permasalahan yang ada. Perbaikan dapat dilakukan dengan memperbaiki sistem kerja (SOP), memberikan pelatihan kepada karyawan, perbaikan atau penggantian mesin, penyediaan sarana dan prasarana, dan lain sebagainya [Wahyuni & Sulistiyowati \(2020\)](#).

### 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Analisis Jenis Defect pada Proses Produksi

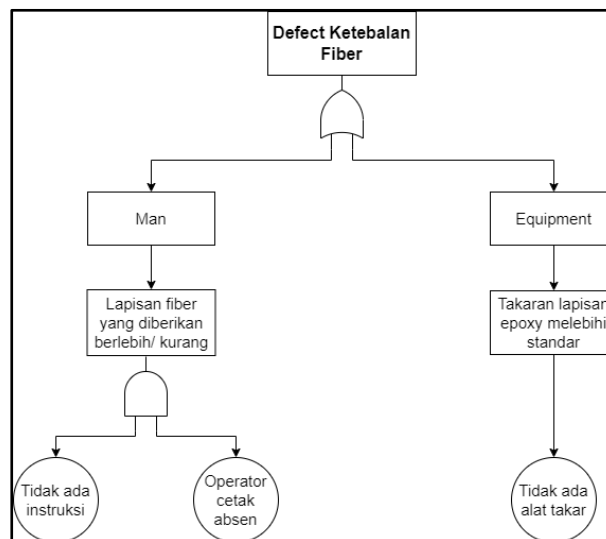
Terdapat tujuh kriteria cacat yakni tebal fiber tidak sesuai standar, tekstur fiber tidak rata, terdapat bercak putih pada fiber, fiber tidak kering secara sempurna, fiber *reject* (cair/terbakar), hasil dempul yang tidak sempurna, dan hasil cat yang tidak sesuai standar. Tebal fiber yang tidak sesuai standar terjadi apabila ketebalan produk lebih atau kurang dari 1 mm dari standar yang ada sehingga nanti akan berakibat pada saat proses produksi bus. Tekstur permukaan fiber tidak rata adalah cacat di mana terdapat gelembung udara dalam fiber sehingga terdapat lubang atau cekungan pada permukaan fiber sehingga berakibat juga pada permukaan hasil cetakan fiber.

Bercak putih adalah cacat adanya bercak putih yang akan muncul saat fiber telah kering. Fiber tidak kering sempurna merupakan cacat di mana hasil cetakan fiber yang tidak kering sesuai TDS resin atau dengan kata lain memerlukan waktu lebih untuk kering. Produk *reject* (cair/terbakar) yakni cacat di mana fiber tidak dapat mengering (cair) atau fiber terbakar dan rapuh sehingga produk tidak dapat digunakan kembali. Hasil dempul tidak sempurna adalah cacat di mana dempul tidak dapat menempel pada permukaan fiber dan menghambat proses dempul. Hasil cat kurang sempurna adalah cat yang pudar atau kurang tertutup.

### 3.2. Analisis FTA

Berikut ini merupakan analisis dengan metode FTA untuk setiap jenis cacat yang ada. Hal ini dilakukan untuk mengetahui faktor penyebab terjadinya kegagalan.

#### 3.2.1 Kegagalan ketebalan fiber



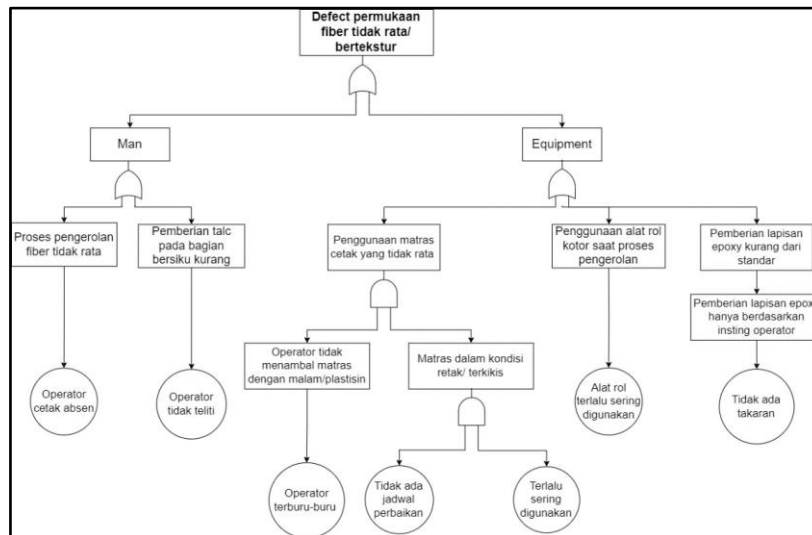
**Gambar 2** FTA kegagalan ketebalan fiber

Kegagalan hasil fiber terlalu tebal atau terlalu tipis dari standar yang ada. FTA kegagalan ketebalan fiber dapat dilihat pada Gambar 2. Kegagalan ini disebabkan oleh faktor manusia atau faktor peralatan. Kegagalan akibat faktor manusia di mana pemberian lapisan fiber dan resin yang terlalu tebal/tipis yang disebabkan operator cetak fiber absen sehingga harus digantikan operator yang memiliki job description yang berbeda dan tidak adanya instruksi kerja. Sedangkan, untuk kegagalan yang disebabkan oleh peralatan yang berakibat takaran lapisan epoxy melebihi standar disebabkan tidak adanya alat takar untuk mengukur ketebalan fiber itu sendiri.

#### 3.2.2. Kegagalan tekstur permukaan fiber

Pada kriteria kualitas yang kedua, kegagalan yang dapat terjadi adalah tekstur permukaan fiber yang tidak rata atau kasar. Kegagalan ini disebabkan faktor manusia atau faktor peralatan. Kegagalan akibat faktor manusia disebabkan oleh proses pengerolan yang tidak rata atau kurangnya pemberian talc pada bagian yang bersiku karena operator kurang teliti atau operator cetak absen sehingga digantikan oleh operator yang memiliki job description yang berbeda. Untuk faktor peralatan disebabkan oleh alat rol yang kotor saat hendak digunakan, adanya matras yang

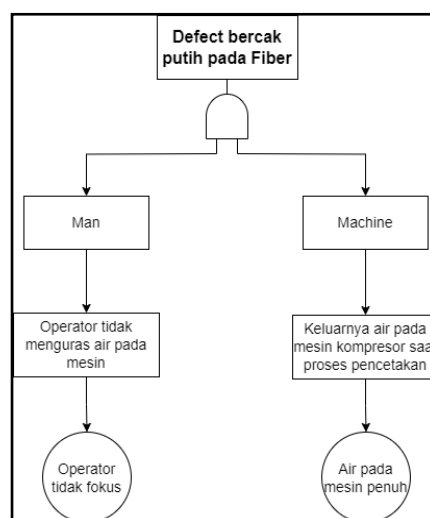
kotor, terkikis, atau retak akibat penggunaan matras yang terlalu sering tanpa adanya jadwal perbaikan matras dan operator yang tidak menambal matras saat hendak digunakan. Selain itu juga disebabkan oleh takaran lapisan epoxy yang kurang dari standar akibat tidak adanya alat takar untuk cairan epoxy. FTA kegagalan tekstur permukaan fiber dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3** FTA kegagalan tekstur permukaan fiber

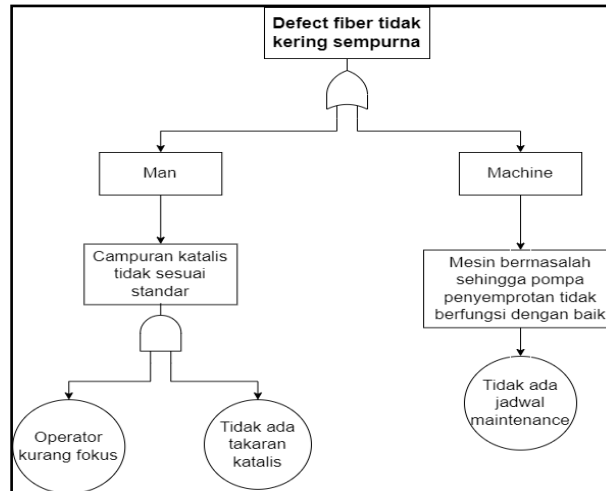
### 3.2.3. Kegagalan bercak putih pada fiber

Kegagalan ketiga adalah adanya bercak putih pada fiber. Kegagalan ini disebabkan oleh faktor mesin dan manusia. Kegagalan ini terjadi karena kandungan air pada mesin kompresor penuh sehingga air dapat tercampur saat proses spray-up fiber dan diakibatkan oleh faktor manusia di mana operator tidak menguras air pada mesin kompresor tersebut. FTA kegagalan bercak putih pada fiber dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4** FTA kegagalan bercak putih pada fiber

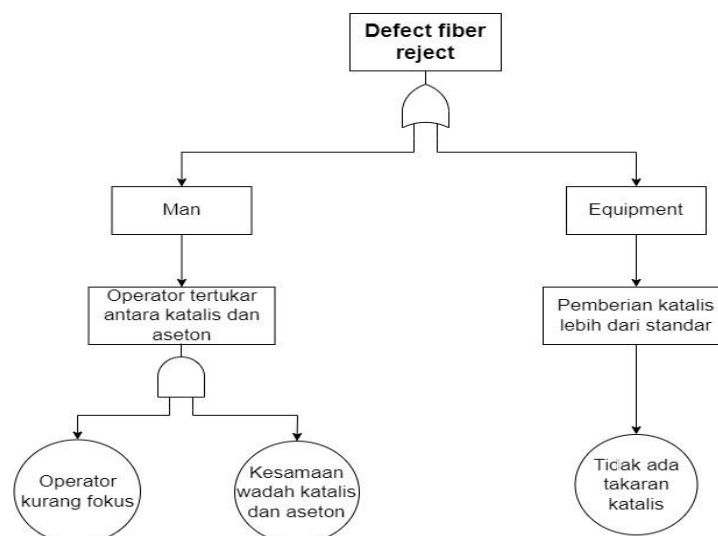
### 3.2.4 Kegagalan fiber tidak kering sempurna



**Gambar 5** FTA kegagalan fiber tidak kering sempurna

Selanjutnya adalah campuran katalis fiber tidak sesuai dengan standar. FTA kegagalan fiber tidak kering sempurna dapat dilihat pada Gambar 5. Terdapat dua faktor yang menyebabkan kegagalan terjadi, yakni faktor manusia atau mesin. Faktor manusia menyebabkan campuran katalis kurang dari standar di mana hal tersebut disebabkan operator tidak fokus dan tidak adanya alat takar katalis. Faktor mesin disebabkan oleh mesin *spray* fiber yang bermasalah di mana pompa katalis pada mesin kompresor bermasalah sehingga katalis yang keluar dari mesin tidak sesuai standar dan tidak adanya jadwal *maintenance* mesin.

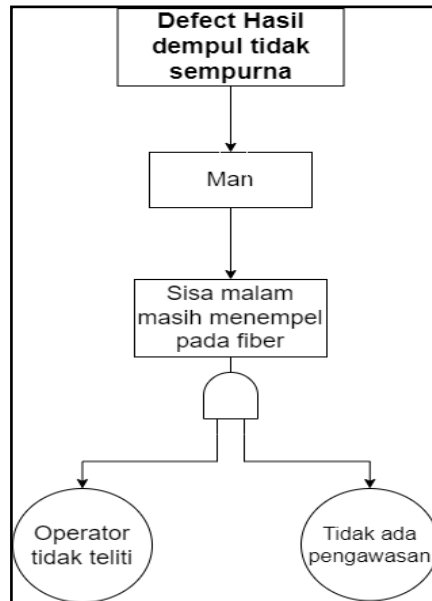
### 3.2.5 Kegagalan fiber reject (cair/terbakar)



**Gambar 6** FTA kegagalan fiber *reject*

Kegagalan kelima adalah fiber yang tidak dapat diperbaiki kembali. FTA kegagalan fiber *reject* (cair/terbakar) dapat dilihat pada Gambar 6. Kegagalan ini terjadi karena takaran katalis yang lebih/kurang dari standar. Terdapat dua faktor yang menyebabkan kegagalan terjadi, yakni faktor manusia atau peralatan. Faktor manusia terjadi akibat dari aseton tertukar dengan katalis sehingga menyebabkan produk gagal di mana hal tersebut disebabkan operator tidak fokus dan adanya kesamaan wadah antara katalis dengan aseton. Selanjutnya faktor peralatan di mana tidak ada alat takar untuk memastikan bahwa katalis yang digunakan sesuai standar.

### 3.2.6 Kegagalan bercak putih pada fiber

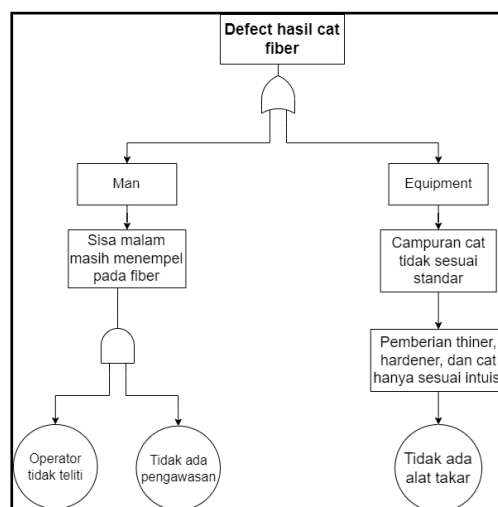


Gambar 7 FTA kegagalan hasil dempul tidak sempurna

Pada kriteria kualitas yang keenam kegagalan yang dapat terjadi adalah Hasil dempul tidak sempurna. FTA kegagalan hasil dempul tidak sempurna dapat dilihat pada Gambar 7. Jika sisa malam tertinggal akan mengganggu pada proses pendempulan karena dempul tidak akan dapat menempel pada fiber. Kegagalan ini disebabkan oleh faktor manusia, di mana operator *finishing* yang tidak teliti saat membersihkan sisa malam dan tidak ada pengawasan hasil fiber sebelum fiber masuk ke proses dempul.

### 3.2.7 Kegagalan hasil cat fiber

Kegagalan ketujuh adalah hasil cat fiber tidak sesuai dengan standar. Kegagalan ini disebabkan faktor manusia atau faktor peralatan. Kegagalan akibat faktor manusia, disebabkan oleh karena operator *finishing* yang tidak membersihkan permukaan fiber sebelum masuk proses dempul dan tidak ada pengawasan hasil fiber sebelum fiber masuk ke proses dempul. Faktor peralatan disebabkan oleh tidak adanya alat takar untuk perbandingan komposisi cat sehingga kekentalan cat dapat sesuai dengan standar. FTA kegagalan hasil cat dapat dilihat pada Gambar 8



Gambar 8 FTA kegagalan hasil cat fiber

## 3.2. Analisis Usulan Perbaikan



Usulan perbaikan diberikan berdasarkan akar permasalahan yang telah dianalisis dengan diagram *Fault Tree Analysis*. Kegagalan hasil fiber terlalu tebal atau terlalu tipis dari standar disebabkan oleh faktor manusia atau faktor peralatan. Untuk permasalahan karena tidak adanya instruksi dan operator yang kurang ahli, maka diberikan usulan perbaikan berupa pelatihan terhadap karyawan terkait instruksi kerja proses pencetakan fiber. Sedangkan, untuk kegagalan yang disebabkan oleh tidak adanya alat takar untuk mengukur ketebalan fiber usulan perbaikan yang diberikan adalah pengadaan alat takar.

Kegagalan tekstur permukaan fiber yang tidak rata atau kasar yang disebabkan oleh karena operator kurang teliti atau operator cetak absen sehingga digantikan oleh operator yang memiliki *job description* yang berbeda. Diberikan rekomendasi perbaikan adanya pelatihan bagi seluruh operator. Sedangkan untuk penyebab akibat faktor peralatan setiap penyebab kegagalan diberikan rekomendasi perbaikan yang berbeda. Kegagalan akibat penggunaan alat rol kotor usulan yang diberikan pembuatan *form* pembersihan alat rol. Untuk permasalahan matras yang terkikis/ retak dan operator yang tidak menambal matras adalah perataan matras dengan gerinda ataupun perbaikan matras. Untuk permasalahan alat takar diberikan usulan perbaikan berupa pengadaan alat takar.

Kegagalan adanya bercak putih pada fiber disebabkan oleh faktor mesin dan manusia. Di mana kandungan air pada mesin kompresor penuh dan operator tidak menguras air pada mesin kompresor oleh sebab itu, diberikan usulan perbaikan berupa pembuatan *form checklist* pengurusan mesin kompresor, sehingga membantu operator untuk memperhatikan kondisi mesin secara berkala. Selanjutnya adalah kegagalan fiber tidak kering dengan sempurna yang disebabkan oleh faktor manusia atau mesin. Faktor manusia disebabkan oleh operator tidak fokus dan tidak adanya alat takar untuk memastikan bahwa katalis yang diberikan sesuai standar sehingga, diberikan usulan perbaikan pengadaan alat takar. Faktor mesin terjadi karena tidak adanya jadwal *maintenance* mesin. Rekomendasi yang diberikan adalah pengadaan *maintenance* mesin secara terjadwal.

Kegagalan fiber yang tidak dapat diperbaiki kembali atau *reject* terjadi karena faktor manusia atau peralatan. Faktor peralatan karena tidak ada alat takar untuk memastikan bahwa katalis yang diberikan sesuai standar sehingga, diberikan usulan perbaikan berupa pengadaan alat takar katalis. Faktor manusia disebabkan oleh operator tidak fokus saat pemberian katalis dan adanya kesamaan wadah antara katalis dengan aseton. Oleh sebab itu diberikan usulan perbaikan berupa penggantian wadah aseton agar memiliki bentuk yang berbeda dengan wadah katalis. Selanjutnya kegagalan hasil dempul tidak sempurna yang disebabkan oleh faktor manusia, di mana operator *finishing* yang tidak teliti saat membersihkan sisa malam dan tidak ada pengawasan hasil fiber sebelum masuk ke proses dempul. Usulan perbaikan yang diberikan adalah penambahan tugas *quality assurance* untuk pemeriksaan hasil *finishing* dibantu oleh *form* hasil pemeriksaan. Terakhir adalah kegagalan hasil cat fiber tidak sesuai dengan standar. Kegagalan ini disebabkan oleh karena tidak adanya alat takar untuk perbandingan komposisi antara *hardener*, *thiner*, dan cat sehingga, diberi usulan pengadaan alat takar. Tabel 3 berikut menunjukkan akar permasalahan dan usulan perbaikannya.

**Tabel 3** Deskripsi akar permasalahan dan rekomendasi perbaikan

<b>Jenis Defect</b>	<b>Akar Permasalahan</b>	<b>Rekomendasi</b>
Fiber terlalu tebal/tipis	Tidak ada alat takar untuk cairan <i>epoxy</i>	- Menggunakan alat bantu jarum untuk mengecek ketebalan fiber
	Operator kurang ahli atau tidak fokus saat prosesmencetak	- Memberi pelatihan pada semua operator terkait instruksi prosesmencetak
	Matras sering digunakan dantidak ada penjadwalan perbaikan matras	Melakukan perbaikan terhadap matras cetakan dengan menambal matras atau menghaluskan permukaan matras dengan



Jenis Defect	Akar Permasalahan	Rekomendasi
		gerinda
Permukaan hasil cetakan fiber tidakrata	Alat rol kotor	Pembuatan <i>form checklist</i> untuk proses pengecekan pembersihan alat rol
	Operator kurang ahli atau tidak fokus saat proses pengerolan	Memberi pelatihan pada semua operator untuk meningkatkan kemampuan operator
	Ketebalan cairan <i>epoxy</i> kurang sehingga, permukaan fibertidak rata/ berkerut	Pengadaan takaran untuk cairan <i>epoxy</i>
Fiber rusak dan terdapat bercak putih pada bagian yang terkena air	Air pada mesin kompresor penuh dan operator tidak menguras mesin kompresor	- Pengadaan mesin air <i>dryer</i> untuk menghilangkan air pada mesin kompresor - Pembuatan <i>form checklist</i> pengurasan air mesin kompresor

#### 4. Kesimpulan

Terdapat tujuh jenis *defect* pada proses produksi fiber yakni, tebal fiber tidak sesuai standar, tekstur fiber tidak rata, bercak putih pada fiber, fiber lama untuk kering, fiber *reject* (cair/terbakar), hasil dempul tidak sempurna, dan hasil cat tidak sesuai standar. Akar penyebab dari setiap jenis *defect* tersebut diperoleh dari analisis *fault tree analysis*. Akar permasalahan tersebut itu antara lain adalah karena faktor manusia, mesin, atau peralatan. Faktor manusia terjadi akibat operator yang tidak fokus atau kurang ahli dan tidak ada pengawasan. Faktor peralatan seperti tidak adanya alat takar dalam proses produksi seperti alat takar cairan *epoxy*, alat takar katalis, ataupun alat takar cat, selain itu peralatan yang kotor (matras atau alat rol kotor). Faktor mesin terjadi akibat tidak adanya jadwal perbaikan mesin. Dari akar permasalahan yang didapat tersebut dilakukan analisis perbaikan. Rekomendasi perbaikan yang diberikan antara lain seperti pelatihan operator, pengadaan alat takar, pembuatan jadwal perbaikan mesin, dan pembuatan *form* untuk pembersihan peralatan produksi.

#### Daftar Pustaka

- Alijoyo, A., Wijaya, B., & Jacob, I. (2021). *Fault Tree Analysis: Analisis Pohon Kesalahan*. Bandung: CRMS.
- Ernawati, D. (2019). Pengaruh Kualitas Produk, Inovasi Produk dan Promosi Terhadap Keputusan Pembelian Produk Hi Jack Sandals Bandung. *Jurnal Wawasan Manajemen*, 7(1), 17-32.
- Kamaludin, K. & Sulistiono, S. (2013). *Kualitas Produk Sebagai Faktor Penting dalam Pemasaran Ekspor pada PT Eurogate Indonesia* [Theses, Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Kesatuan]. <https://media.neliti.com/media/publications/296742-kualitas-produk-sebagai-faktor-penting-d-1fbfb443.pdf>
- KBBI. (n.d.). *Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI)*. Retrieved September 10, 2022, from <http://kbbi.web>
- Montgomery, D. C. (2009). *Statistical Quality Control* (6th ed.). USA: John Wiley and Sons.
- Mumtazi, A. N., & Putra, B. M. (2020). Analisis Penyebab Keterlambatan Pengadaan Komponen pada Sistem Repair Order Proyek Engine CFM56-7B ESN 802855. *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC, Surakarta, B10.1-B10.10*. <https://idec.ft.uns.ac.id/wp-content/uploads/IDEC2020/PROSIDING/ID061.pdf>

- Puspitasari, D., & Tjahjawati, S. S. (2017). Pengaruh Kualitas Produk kartu HALO Terhadap Kepuasan Pengguna (Studi pada GraPARI Telkomsel MTC Bandung). *Jurnal Bisnis dan Investasi*, 2(3), 56-71.
- Salman, U. (2015). *Pendekatan Lean Thinking dengan Metode RCA untuk Meminimalisir Waste Agar Meningkatkan Kualitas Produk (Studi Kasus: PT Kelola Mina Laut di Gresik Unit Ikan)* [Doctoral dissertation]. STIE Perbanas Surabaya.
- Sukma, G. A. (2014). *Analisis Pengendalian Kualitas Produk Batik Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) Dan Failure Mode And Effects Analysis (FMEA) (Studi Kasus: Industri Batik Gress Tenan)* [Doctoral dissertation]. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Wahyuni, H. C., & Sulistiyowati, W. (2020). *Pengendalian Kualitas Industri Manufaktur dan Jasa*. Sidoarjo: UMSIDA Press.

