

ANALISIS PENYEBAB KETIDAKSESUAIAN PADA SAMPEL PENGUJIAN KUALITAS PRODUK CAT TEMBOK MENGGUNAKAN FAULT TREE ANALYSIS DI PT. XYZ

Vigna Shindy Culatta¹⁾, Ibnu Abdul Rosid²⁾

Program Studi Teknik Industri, Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta

e-mail: ¹⁾vignaculatta@gmail.com, ²⁾ibnu.arrasheed@gmail.com

ABSTRAK

Kualitas produk menjadi salah satu hal yang penting dalam peningkatan bisnis suatu perusahaan. Perusahaan yang fokus pada kualitas, secara berkesinambungan akan membentuk kepercayaan konsumen terhadap perusahaan tersebut. Konsumen dapat menilai suatu perusahaan dari produk yang dihasilkan. Apabila sebuah produk berkualitas, artinya proses yang dilakukan oleh perusahaan juga telah berhasil melewati standar kualitas. Oleh sebab itu, konsumen yang merasa puas akan merasa senang untuk menggunakan produk itu secara berkelanjutan. PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang berorientasi pada kualitas. Kualitas produk ditinjau dari awal hingga akhir proses produksi oleh departemen Quality Control untuk menjamin agar produk sesuai dengan standar. Pada kenyataannya, meskipun sebuah produk telah melewati proses produksi sesuai dengan instruksi dan formula yang tepat, namun masih terdapat beberapa jenis ketidaksesuaian pada sampel produk dalam pengujian kualitas. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan menganalisis faktor-faktor penyebab dengan menggunakan metode Fault Tree Analysis (FTA). Penelitian fokus pada produk cat tembok di bagian Finish Good, dengan menggunakan diagram pareto, maka diketahui jenis ketidaksesuaian yang paling sering terjadi yaitu hasil viscosity yang tidak sesuai sejumlah 58 dengan persentase 39% dan pH yang tidak sesuai sebanyak 51 dengan persentase 34%. Kemudian dilakukan analisis penyebab dengan menggunakan Fault Tree Analysis (FTA), sehingga diperoleh faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kegagalan seperti dari faktor operator, proses, lingkungan dan bahan baku.

Kata kunci: FTA, kualitas, cat, kegagalan, produksi.

ABSTRACT

Product quality is one of the essential factors in the growth of a company's business. A company that focuses on quality continuously builds consumer trust in the company. Consumers can assess a company based on the products it produces. If a product is of high quality, it means that the company's processes have successfully met quality standards. Therefore, satisfied consumers will be happy to use the product consistently. PT XYZ is one such company that prioritizes quality. Product quality is monitored from the beginning to the end of the production process by the Quality Control department to ensure that the products meet standards. In reality, even when a product goes through the production process according to the correct instructions and formulas, there are still instances of non-conformities found in product samples during quality testing. Therefore, this research aims to analyze the factors causing these issues using the Fault Tree Analysis (FTA) method. The research focuses on wall paint products in the Finish Goods section. By using a Pareto diagram, it was determined that the most common non-conformities were viscosity issues, accounting for 58 instances or 39%, and pH issues, accounting for 51 instances or 34%. Subsequently, an analysis of the causes was conducted using Fault Tree Analysis (FTA), leading to the identification of factors contributing to these failures, including operator factors, process factors, environmental factors, and raw materials.

Keywords: FTA, quality, paint, fault, production.

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri saat ini mengalami perubahan yang pesat. Hal tersebut menimbulkan persaingan antara perusahaan-perusahaan. Perusahaan sebagai pihak pelaksana kegiatan industri dituntut untuk meningkatkan daya saing. Salah satunya dengan menciptakan ide kreatif yang tepat guna dalam berbagai aspek sebagai upaya menghadapi tantangan persaingan yang ketat. Kreativitas perusahaan diwujudkan melalui strategi yang dapat mempertahankan bahkan meningkatkan bisnisnya [1]. Salah satu strategi yang dilakukan

oleh perusahaan adalah dengan berupaya memberikan produk yang berkualitas tinggi untuk memenuhi kepuasan konsumen [2]. Konsumen yang merasa puas akan terdorong untuk menggunakan produk secara berkesinambungan, sehingga produk tersebut dapat mempertahankan posisi di dalam pasar [3]. Konsumen dapat melihat kualitas perusahaan melalui kualitas produk yang ditawarkan. Kualitas produk menjadi faktor penting dalam memenuhi kepuasan konsumen, karena dari kualitas produk tersebut konsumen dapat menilai kualitas suatu perusahaan [4]. Hal tersebut dikarenakan perusahaan yang memberikan produk dengan kualitas terbaik artinya telah menerapkan suatu proses dengan baik sesuai standar kualitas [5], [6].

Pengendalian kualitas dilakukan dari tahap awal suatu proses hingga akhir proses, mulai dari pengujian bahan baku, barang jadi, hingga pendistribusian kepada konsumen. Perusahaan yang melakukan pengawasan produk sesuai dengan standar dapat mengurangi bahkan menghilangkan produk cacat. Apabila perusahaan memiliki kinerja pengawasan produk yang baik, maka produk yang dihasilkan mampu memenuhi ekspektasi konsumen [7]. Perusahaan melakukan perbaikan secara berkesinambungan dalam meningkatkan daya saing. Artinya, perusahaan tidak boleh hanya mengandalkan strategi jangka pendek, namun harus merancang strategi jangka panjang [8]. Pengendalian kualitas dilakukan untuk menciptakan inovasi serta kreasi dari sebuah produk yang disesuaikan dengan kebutuhan konsumen secara berkesinambungan. Strategi jangka panjang yang disiapkan oleh perusahaan pada akhirnya bertujuan untuk memperoleh keuntungan dari konsumen yang merasa puas dengan kualitas yang telah diberikan oleh perusahaan.

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur cat dekoratif dan merupakan salah satu industri cat terbesar yang berkembang pesat di Indonesia. Perusahaan tersebut memiliki berbagai produk, meliputi cat tembok, cat genteng, cat lantai, cat kayu dan besi, cat konstruksi baja dan lain sebagainya. Produk yang sudah banyak dikenal oleh konsumen tentunya perlu dilakukan pengendalian dan peningkatan kualitas, agar produk tersebut dapat bersaing dengan produk dari perusahaan lain. Peningkatan tersebut perlu dikelola dengan baik dengan memanfaatkan sumber daya yang dimiliki perusahaan. PT XYZ memiliki Departemen *Quality Control* yang bertanggung jawab dalam pengendalian kualitas produk. Pengujian kualitas dilakukan mulai dari sebelum produk jadi hingga produk didistribusikan kepada konsumen. Departemen *Quality Control* PT XYZ memiliki 6 bagian pengujian kualitas. Salah satu contohnya adalah bagian pengujian produk *finish good*, bagian tersebut memiliki tugas untuk menjamin kualitas dari produk yang telah diproses oleh bagian departemen Produksi.

Departemen Produksi mengolah produk sesuai dengan standar instruksi dan formula. Kemudian produk tersebut dilakukan pengujian kualitasnya. Pengujian dilakukan berdasarkan standar parameter pengujian yang berbeda-beda tiap jenis produknya. Hal itu dikarenakan, semua produk memiliki karakter fisik masing-masing, maka parameter pengujian perlu menyesuaikan keadaan produk tersebut. Namun, pada nyatanya meskipun produk telah diproses berdasarkan formula dan instruksi sesuai standar, dalam pengujian kualitas masih terjadi beberapa ketidaksesuaian pada sampel hasil pengujian, salah satunya produk cat tembok. Hal tersebut mengakibatkan adanya proses koreksi bahan yang dilakukan berulang kali.

Penggunaan Diagram Pareto dalam penelitian ini untuk mendefinisikan suatu permasalahan berdasarkan urutan banyaknya kejadian dalam bentuk grafik batang. Urutan pertama merupakan permasalahan yang paling banyak muncul hingga yang paling sedikit. Konsep Diagram Pareto adalah mengidentifikasi masalah utama yang paling sering terjadi. Diagram Pareto memiliki aturan 80/20, artinya 80% kegagalan proses muncul karena 20% kecacatan yang menjadi penyebabnya. Intinya dalam Diagram Pareto perlu memprioritaskan 20% pekerjaan yang akan dikerjakan tanpa mengabaikan 80% hasil pekerjaan tersebut [9].

Sehingga dipilih jenis-jenis kegagalan yang diakumulatifkan mencapai 80% untuk dianalisa kecacatannya dengan asumsi bahwa 80% tersebut mewakili seluruh cacat yang ada.

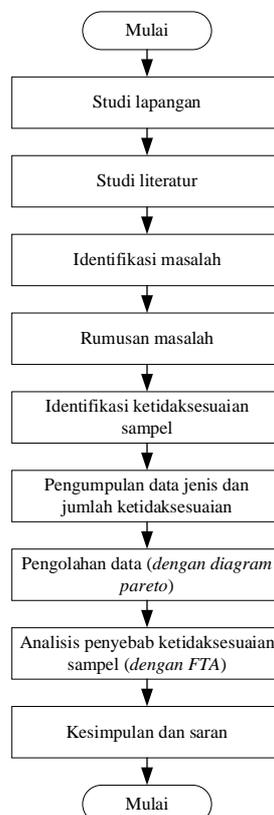
Penggunaan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) yaitu untuk menganalisis akar masalah dari penyebab kegagalan dengan mengurutkan kejadian umum ke khusus dengan menggunakan Diagram Pareto [10]. FTA menampilkan inti penyebab masalah yang potensial, sehingga FTA mengevaluasi tingkatan bahaya pada sistem [11]. Melalui diagram visual (gambar), FTA dengan mudah menggambarkan model logika dari hubungan-hubungan yang ada pada sistem dan juga akar permasalahannya. Sehingga dengan menerapkan FTA diharapkan dapat menemukan faktor kemungkinan penyebab terbesar dan menganalisis kemungkinan sumber-sumber resiko sebelum kegagalan timbul. Kemudian setelah diketahui akar penyebab permasalahan dapat dilakukan tindakan perbaikan sehingga kegagalan tersebut tidak terjadi kembali [12].

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui apa saja jenis-jenis ketidaksesuaian pada sampel produk dalam proses pengujian kualitas, mengetahui jenis ketidaksesuaian yang paling dominan pada sampel pengujian kualitas produk cat tembok, dan mengidentifikasi penyebab ketidaksesuaian pada sampel produk dalam proses pengujian kualitas jika dilihat dari jenis ketidaksesuaian yang paling dominan.

Harapannya dari penjabaran masalah yang ditemukan dapat menjadi acuan dalam merumuskan solusi perbaikan, sehingga dapat mengurangi persentase ketidaksesuaian pada sampel pengujian. Selain itu, hal tersebut diharapkan mampu meningkatkan kualitas produk dalam PT XYZ.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah FTA dengan menggunakan beberapa tahapan. Tahap awal dilaksanakan dengan melakukan studi lapangan dan studi literatur, kemudian dilaksanakan identifikasi dan perumusan masalah hingga penarikan kesimpulan (Gambar 1).



Gambar 1. Alur Penelitian

Adapun beberapa tahap yang dilakukan sebagai berikut:

1. Studi lapangan atau observasi secara langsung dilakukan dengan survei langsung di lapangan untuk mengetahui tentang langkah pengujian kualitas yang ada dalam departemen *Quality Control*. Sedangkan studi literatur dilakukan untuk mencari referensi penelitian dan mempelajari literatur yang berkaitan dengan masalah yang didapatkan, sehingga didapatkan referensi yang mendukung dan memperkuat hasil penelitian [10].
2. Identifikasi permasalahan merupakan observasi awal untuk melihat permasalahan yang ada dalam perusahaan. Permasalahan diidentifikasi melalui latar belakang keseluruhan proses produksi dan juga manajemen perusahaan. Permasalahan muncul apabila terjadi penyimpangan dari ketidaksesuaian dengan standar yang telah ditetapkan.
3. Kemudian, apabila permasalahan telah ada maka selanjutnya merumuskan masalah untuk dilakukan pembahasan penyelesaian masalah tersebut. Rumusan masalah menjadi acuan bagi peneliti karena fokus penelitian dipersempit. Singkatnya, rumusan masalah berisi pertanyaan yang harus dijawab oleh peneliti dalam penelitiannya.
4. Pengumpulan data diperoleh dari data perusahaan meliputi data jenis dan jumlah ketidaksesuaian sampel. Selain itu, data umum perusahaan meliputi profil perusahaan juga dikumpulkan. Data ketidaksesuaian sampel diambil dari departemen *Quality Control*.
5. Data yang telah dikumpulkan selanjutnya akan diolah agar dapat dilakukan analisis terhadap data tersebut. Pengolahan data memudahkan peneliti dalam menarik keputusan dalam penelitiannya, sehingga tujuan dari penelitian tersebut dapat dicapai. Tahapan dalam pengolahan data dan analisis data tersebut, meliputi:
 - a) Identifikasi jenis ketidaksesuaian sampel yang sering terjadi, dari pengumpulan data sebelumnya maka data diolah untuk mengetahui data yang sering muncul dengan menggunakan bantuan diagram pareto. Prinsip yang digunakan dalam Diagram Pareto adalah aturan 80/20, artinya 20% kecacatan yang muncul disebabkan oleh 80% permasalahan yang terjadi. Intinya dalam diagram pareto perlu fokus terhadap 20% pekerjaan yang akan dikerjakan tanpa mengabaikan 80% hasil pekerjaan tersebut [10].
 - b) Analisis penyebab yang terjadi dengan FTA (*Fault Tree Analysis*). FTA dapat digunakan sebagai metode dalam penentuan usulan perbaikan dengan menampilkan hubungan logika dari penyebab permasalahan [13].
6. Kesimpulan dan saran, pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, serta saran untuk meningkatkan efisiensi dalam pengendalian kualitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Jenis Ketidaksesuaian

Pengamatan dilakukan dengan observasi data pengujian selama 3 bulan yaitu bulan Agustus, September, dan Oktober terhadap sampel produk jadi jenis cat tembok yang diproduksi oleh PT XYZ. Data tersebut diambil dari *Batch Ticket* (BT) atau lembaran yang digunakan dalam satu kali proses produksi (Tabel 1).

Tabel 1. Jumlah Data Ketidaksesuaian

No	Parameter Pengujian	Jumlah Ketidaksesuaian			Jumlah
		Agustus	September	Oktober	
1	<i>Appearance</i>	0	0	0	0
2	<i>Viscosity</i>	15	14	29	58
3	<i>Fineness</i>	0	1	2	3
4	pH	12	16	23	51
5	<i>Hiding Power</i>	1	1	5	7
6	<i>Color Strength</i>	4	10	15	29
7	Bau	0	0	0	0
Total					148

Berdasarkan data yang telah diambil, didapatkan data jumlah frekuensi ketidaksesuaian yang terjadi pada sampel produk. Ketidaksesuaian dapat dilihat dari lebih atau kurangnya nilai dari suatu standar pada parameter pengujian. Parameter pengujian yang digunakan dalam pengendalian kualitas produk jadi cat tembok meliputi: *appearance*, *viscosity*, *fineness*, *ph*, *hiding power*, *color strenght*, dan bau. Jumlah ketidaksesuaian hasil pengujian dari parameter *viscosity* terdapat 58 jenis, *pH* terdapat 51 jenis, *fineness* terdapat 3 jenis, *hiding power* terdapat 7 jenis, *color strength* terdapat 29 jenis, dan *appearance* serta bau tidak terjadi ketidaksesuaian. Sehingga total kumulatif ketidaksesuaian pada sampel pengujian cat adalah 148 jenis kegagalan dalam rentang waktu 3 bulan (Tabel 1).

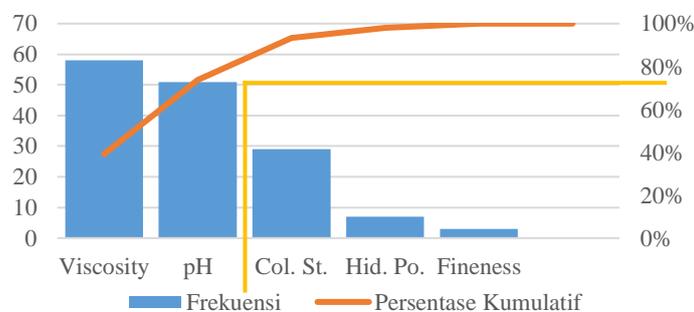
Diagram Pareto

Berdasarkan Diagram Pareto didapatkan jenis ketidaksesuaian yang paling sering terjadi, sehingga dalam menyelesaikan permasalahan dapat dilakukan berdasarkan prioritas permasalahannya. Berikut urutan permasalahan dengan frekuensi tinggi ke rendah.

Tabel 2. Diagram Pareto

Jenis Ketidaksesuaian	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif	Persentase	Persentase Kumulatif
<i>Viscosity</i>	58	58	39%	39%
<i>pH</i>	51	109	34%	74%
<i>Color Strength</i>	29	138	20%	93%
<i>Hiding Power</i>	7	145	5%	98%
<i>Fineness</i>	3	148	2%	100%
Total		148		100%

Data yang didapatkan kemudian diurutkan berdasarkan frekuensi jumlah kegagalan yang paling sering muncul (Tabel 2). Setelah itu data dibuat ke dalam bentuk Diagram Pareto agar mengetahui prioritas kegagalan dengan prinsip 80/20.



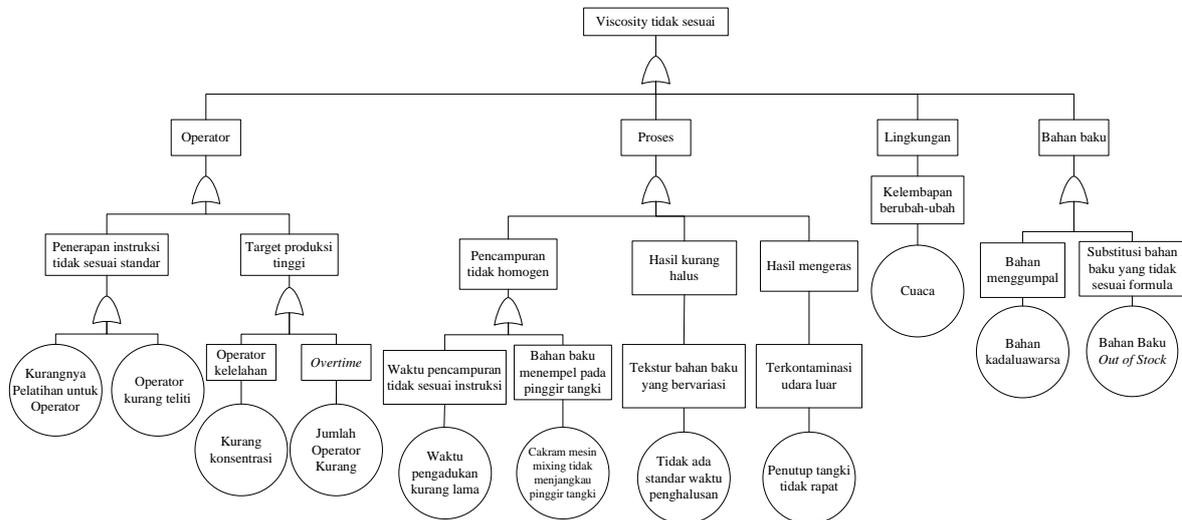
Gambar 2. Diagram Pareto

Dari data jenis ketidaksesuaian hasil pengujian yang terjadi, kemudian dibuat Diagram Pareto untuk mengidentifikasi, mengurutkan dan bekerja menyisihkan kegagalan secara permanen. Dengan diagram ini, maka dapat diketahui jenis kegagalan yang paling dominan atau terbesar. Hasil pareto berdasarkan pengolahan data kumulatif ketidaksesuaian dari 7 parameter yang diuji, ditemukan jenis ketidaksesuaian prioritas yang perlu dianalisa lebih lanjut penyebabnya. Data jenis-jenis cacat yang terjadi, dilihat dari data tersebut bahwa kegagalan yang paling dominan terjadi terdapat dua jenis cacat, yaitu hasil uji *viscosity* tidak sesuai sebesar 39% dan hasil uji *pH* yang tidak sesuai sebesar 34%. Sesuai prinsip pareto yang menyatakan bahwa kegagalan dengan nilai kumulatif mencapai 80% diasumsikan dapat mewakili seluruh jenis kegagalan yang terjadi pada sampel pengujian. Jika hasil uji *viscosity* dan *pH* yang tidak sesuai ditangani, maka 80% ketidaksesuaian yang terjadi pada pengujian produk jadi di bagian *Quality Control Finish Good* dapat terselesaikan (Gambar 2).

Fault Tree Analysis (FTA)

Fault Tree Analysis merupakan diagram yang digunakan untuk mengetahui akar permasalahan yang berasal dari kombinasi-kombinasi kesalahan penyebab ketidaksesuaian [11]. Berdasarkan analisis penyebab ketidaksesuaian pada sampel pengujian kualitas cat tembok dengan menggunakan metode FTA, diperoleh hasil grafis sebagai berikut:

1. Parameter Viskositas Tidak Sesuai



Gambar 3. FTA Viskositas Tidak Sesuai

Untuk hasil yang tidak sesuai pada parameter ini dapat disebabkan oleh beberapa aspek (Gambar 3), yaitu:

a. Manusia

Manusia dalam hal ini yang melakukan seluruh proses produksi terlibat dalam salah satu penyebab terjadinya kegagalan, kegagalan tersebut terjadi karena 2 hal. Pertama akibat penerapan instruksi kerja yang tidak sesuai standar, hal tersebut dikarenakan operator lalai dan kurangnya pelatihan untuk operator terkait pentingnya bekerja sesuai instruksi. Kedua, karena tingginya target produksi sehingga pekerja sakit akibat *overtime*.

b. Proses

Proses produksi jika tidak dilakukan sesuai standar maka akan menjadi penyebab kegagalan produk. Kegagalan yang terjadi pada proses yaitu pencampuran yang tidak homogen akibat tidak ada standar waktu yang digunakan untuk melihat lamanya pencampuran bahan. Selain itu bahan juga menempel pada pinggir tangki yang disebabkan karena cakram mesin mixing tidak dapat menjangkau pinggir tangki tersebut. Kegagalan selanjutnya yang terjadi adalah hasil yang kurang halus akibat tekstur bahan memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga lama penghalusannya dibutuhkan standar waktu yang berbeda-beda juga. Hasil juga dapat mengeras akibat terkontaminasi udara luar jika tutup tangki pada saat pengolahan tidak tertutup rapat.

c. Lingkungan

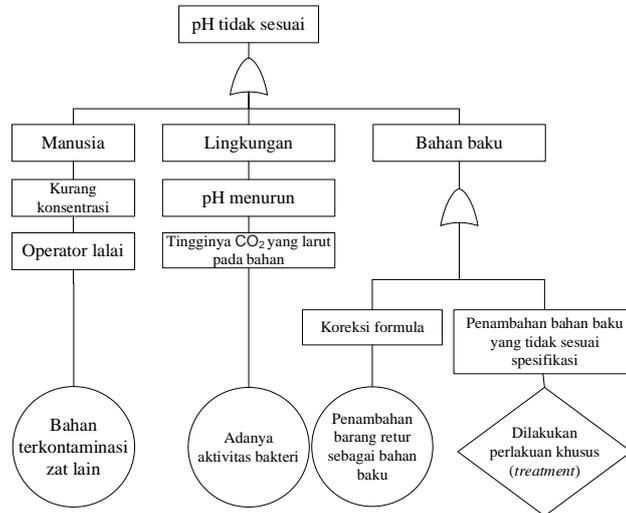
Lingkungan dapat disebabkan adanya kelembapan udara yang berubah-ubah akibat cuaca yang tidak menentu.

d. Bahan baku

Bahan baku menjadi bahan pokok dalam proses pembuatan produk. Apabila bahan baku yang digunakan tidak sesuai standar maka akan menjadi salah satu faktor penting dalam

kegagalan produk. Dalam pengujian ini jenis kegagalan yang terjadi meliputi bahan baku menggumpal akibat kadaluwarsa dan adanya substitusi bahan yang tidak sesuai formula sebab bahan baku kehabisan stok dalam gudang.

2. Parameter pH Tidak Sesuai



Gambar 4. FTA pH Tidak Sesuai

Hasil pengujian pH yang tidak sesuai dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang terdiri dari faktor manusia, lingkungan dan bahan baku. Adapun dapat dijelaskan sebagai berikut

1. Manusia

Operator yang kurang konsentrasi pada saat bekerja menyebabkan operator menjadi lalai terhadap proses pembuatan produk. Operator yang kurang memperhatikan proses produksi menjadi lengah terhadap faktor dari luar yang dapat mempengaruhi nilai pH seperti terkontaminasinya bahan dengan zat lain.

2. Lingkungan

Terdapat CO_2 yang larut dalam air sebagai bahan baku pembuatan cat. Hal tersebut menyebabkan CO_2 bereaksi dengan air sehingga pH menjadi lebih rendah. CO_2 tersebut disebabkan oleh adanya aktivitas bakteri, karena bakteri merupakan mikroorganisme yang pada saat respirasi menghasilkan CO_2 .

3. Bahan baku

pH menjadi turun dapat disebabkan oleh penambahan bahan retur dan juga bahan baku yang tidak sesuai spesifikasi. Barang retur merupakan barang yang dikembalikan kembali ke pabrik akibat beberapa alasan. Barang retur yang masih layak untuk diproduksi akan digunakan kembali dalam campuran pembuatan produk baru. Sedangkan bahan baku yang tidak sesuai spesifikasi akan dilakukan perlakuan khusus dengan menambahkan campuran obat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang dilakukan dalam penelitian pada PT XYZ ini, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil rekapan data pengamatan, ditemukan ketidaksesuaian hasil pengujian produk dari beberapa parameter pengujian. Untuk parameter *viscosity* sejumlah 58 jenis,

- pH terdapat 51 jenis, *fineness* ada 3 jenis, *hiding power* sejumlah 7 jenis, *color strength* sejumlah 29 jenis, dan *appearance* serta bau tidak terjadi ketidaksesuaian. Sehingga total kumulatif ketidaksesuaian pada sampel pengujian cat adalah 148 jenis kegagalan dalam rentang waktu 3 bulan.
- b. Berdasarkan analisa dengan diagram pareto diperoleh prioritas jenis ketidaksesuaian pada sampel pengujian kualitas produk yang paling dominan adalah hasil *viscosity* yang tidak sesuai dengan persentase sebesar 39% dan pH yang tidak sesuai sebesar 34%. Kedua parameter tersebut selanjutnya perlu tindakan khusus untuk ditangani
 - c. Ketidaksesuaian dapat disebabkan beberapa faktor, berikut hasil analisa penyebab menggunakan *Fault Tree Analysis (FTA)*:
 - 1) *Viscosity* tidak sesuai:
 - a) User:
 - Penerapan instruksi yang tidak sesuai standar
 - Tingginya target produksi
 - b) Proses
 - Hasil yang kurang halus
 - Proses pencampuran bahan tidak homogeny
 - Hasil mengeras
 - c) Lingkungan
 - Kelembapan berubah-ubah
 - d) Bahan baku
 - Bahan menggumpal
 - Substitusi bahan baku yang tidak sesuai formula
 - 2) pH tidak sesuai:
 - a) User, yaitu operator kurang konsentrasi
 - b) Lingkungan, yaitu adanya aktivitas bakteri
 - c) Bahan baku:
 - Penambahan barang retur
 - Penambahan bahan baku yang tidak sesuai spesifikasi
 - d. Apabila penelitian ini dijadikan referensi atau kiblat bagi penelitian selanjutnya, maka diharapkan data jenis ketidaksesuaian dapat ditambahkan lebih rinci baik yang melebihi standar atau kurang dari standar, agar analisis penyebab jenis ketidaksesuaian pada sampel pengujian kualitas dapat membuahkan hasil yang lebih signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M.A. Hakim, M.A. Musadieg, and G.E. Nurtjahjono, “Pengaruh Budaya Kaizen terhadap Motivasi dan Kinerja,” *J. Adm. Bisnis*, vol. 35, no. 1, pp. 104–109, 2016.
- [2] E. Haryanto and B.P. Ichtiarto, “Analisa Penurunan Cacat (Defect) Cat Bintik Debu dengan Metodologi Six Sigma pada Proses Painting Produk Fuel Tank di PT SSO Tangerang,” *J. Penelit. dan Apl. Sist. Tek. Ind.*, vol. XIII, no. 3, pp. 326–337, 2019.
- [3] R. Dhani and A. Mayasari, “Penerapan Prinsip Kaizen dalam Metode PDCA Sebagai Upaya Perbaikan Kualitas Produk Gentong,” *J. Penelit. Bid. Inov. Pengelolaan Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 24–33, 2022, doi: 10.33752/invantri.v1i2.2321.
- [4] H. Gunawan, “Implementasi Pengendalian Kualitas dengan Menggunakan Metode Statistik pada Pabrik Cat CV X Surabaya,” *Calyptra J. Ilm. Mhs. Univ. Surabaya*, vol. 2, no. 1, pp. 1–20, 2013.
- [5] E. Kiki, D. Lie, Efendi, and Sisca, “Analisis Pengendalian Kualitas (Qualitycontrol) untuk Meningkatkan Kualitas Produk yang Dihasilkan pada CV Bina Tehnik Pematangsiantar,” *SULTANIST J. Manaj. dan Keuang.*, vol. 7, no. 1, pp. 24–33, 2019, doi: 10.37403/sultanist.v7i1.134.

- [6] I.A. Rosid and A.E. Tontowi, "Parameter Optimization of Customized FDM 3D Printer Machine for Biocomposite Material [Sago/PMMA] Using 2k Fractional Factorial Design," *OPSI*, vol. 14, no. 2, pp. 188–196, 2021, doi: <https://doi.org/10.31315/opsi.v14i2.5352>.
- [7] B.S. Raga and S.W.P. Nugroho, "Pengendalian dan Perbaikan Kualitas Produk PT. Sarandi Karya Nugraha," *J. Tek. Ind.*, p. 5 (4), 2016.
- [8] N.A. Sahri and N. Novita, "Kaizen Costing sebagai Perbaikan Berkelanjutan untuk Meningkatkan Keunggulan Bersaing pada E-Commerce," *J. Kaji. Akunt.*, vol. 3, no. 1, p. 18-43, 2019, doi: 10.33603/jka.v3i1.2136.
- [9] V. Devani and F. Wahyuni, "Pengendalian Kualitas Kertas dengan Menggunakan Statistical Process Control di Paper Machine 3," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 15, no. 2, pp. 87–93, 2016, doi: 10.23917/jiti.v15i2.1504.
- [10] I.A. Rosid and K. Amar, "Peningkatan Kualitas Kain Tekstil Solid dengan Menggunakan Pendekatan Six Sigma pada Unit Finishing and Printing di PT. Dan Liris Sukoharjo," in Seminar Nasional Teknik Industri, 2018.
- [11] T. Ferdiana and I. Priadythama, "Analisis Defect Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) Berdasarkan Data Ground Finding Sheet (GFS) PT. GMF AEROASIA," *Pros. Semin. Nas. Ind. Eng. Conf.* 2016, pp. 1–8, 2015.
- [12] Y. Crismanto and S. Noya, "Analisis Kesenjangan Terhadap Penerapan Sistem Manajemen Mutu Iso 9001:2015 pada CV. Tirta Mangkok Merah," *Kurawal - J. Teknol. Inf. dan Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 73–81, 2018, doi: 10.33479/kurawal.2018.1.2.73-81.
- [13] W.Y. Kartika, A. Harsono, and G. Permata, "Usulan Perbaikan Produk Cacat Menggunakan Metode Fault Mode and Effect Analysis dan Fault Tree Analysis pada PT. Sygma Examedia Arkanleema," *J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 4, no. 1, pp. 345–356, 2016.