

Quality Control of Pickled Leather Products Using Statistical Process Control and Fault Tree Analysis

[Pengendalian Kualitas Produk Kulit Pickle Menggunakan Metode Statistical Process Control dan Fault Tree Analysis]

Yeni Maulidita¹⁾, Wiwik Sulistiyowati ^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: wiwik@umsida.ac.id

Abstract. *Global industrial development is becoming increasingly competitive, requiring companies to maintain product quality and consistency. UD. Tri Jaya Makmur a pickle leather processing company, faces a reject rate exceeding its 10% standard. This study aims to determine process control limits using Statistical Process Control identify root causes of defects through Fault Tree Analysis and propose improvement recommendations. A quantitative approach was applies using SPC and FTA methods. SPC was utilized to monitor and control the production process and identify defect types, while FTA was conducted to analyze the root causes of rejected products. The findings reveal that edge tearing is the most dominant defect, reaching 4,765 pieces. The causes are related to human and machine factors. Recommended improvements include enchancing operator competence, conducting regular machine maintenance and adjustments, and ensuring proper control of the pickling process in accordance with established quality standards and procedures.*

Keywords - *Quality Control, Statistical Process Control, Fault Tree Analysis, Pickled Leather*

Abstrak. *Perkembangan industri global saat ini semakin ketat sehingga menuntut perusahaan untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan standar dan konsisten. UD. Tri Jaya Makmur merupakan suatu usaha bergerak di bidang pengolahan kulit pickle yang menghadapi tingginya produk reject melebihi standar yang ditetapkan yaitu 10%. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui batas kendali menggunakan metode Statistical Process Control, mengetahui akar permasalahan kulit pickle menggunakan metode Fault Tree Analysis dan memberikan rekomendasi perbaikan. Metode yang digunakan adalah kuantitatif dengan pendekatan SPC dan FTA, SPC untuk mengendalikan proses produksi dan mengidentifikasi kerusakan, sementara FTA untuk analisis akar permasalahan produk reject. Hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa reject tertinggi pada produk kulit pickle yaitu robek pinggir sebesar 4756 pcs, akar penyebab permasalahan robek pinggir ini dipengaruhi oleh beberapa faktor dari manusia dan mesin. Rekomendasi perbaikan yang disarankan adalah peningkatan keterampilan operator, perawatan dan pengaturan mesin secara berkala, serta pengendalian proses pickling sesuai standar.*

Kata Kunci - *Pengendalian Kualitas, Statistical Process Control, Fault Tree Analysis, Kulit Pickle*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri global saat ini menciptakan persaingan yang semakin ketat, menuntut setiap perusahaan memperoleh dan mempertahankan loyalitas pelanggan. Guna memenangkan persaingan tersebut, kualitas produk yang ditawarkan harus melebihi standar kompetitor [1]. Proses pengolahan kulit setengah jadi memerlukan pengendalian kualitas yang sangat ketat, karena kualitas adalah kunci keberhasilan bagi perusahaan manufaktur untuk bersaing dan menguasai pasar. Dengan menetapkan dan mengikuti standar kualitas yang tinggi, perusahaan dapat memastikan produknya mampu bersaing dengan pesaing di pasar [2].

UD. Tri Jaya Makmur berada di Desa Keboan Anom, Kecamatan Gedangan, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Fokus penelitian ini adalah pengolahan kulit, terutama kulit setengah jadi atau *pickle*. Selama tiga bulan terakhir, proses produksi kulit *pickle* menunjukkan bahwa setiap periode produksi menghasilkan produk cacat. Berdasarkan data bulan September, terdapat 1.850 pcs produk *reject* dari total produksi 13.207 pcs, sehingga persentase *reject* mencapai 14,0%. Pada data bulan Oktober, terdapat 1.900 pcs produk *reject* dari total produksi 14.140 pcs, sehingga persentase *reject* mencapai 13,4%. Pada data bulan November, terdapat 2.225 pcs produk *reject* dari total produksi 15.944 pcs, sehingga persentase *reject* mencapai 14,0%. Sedangkan standar produk yang ditetapkan oleh UD. untuk produk *reject* maksimal adalah 10%, sehingga hal ini menjadi permasalahan yang harus segera diperbaiki. Berdasarkan data tingkat *reject* pada bulan September hingga November diperoleh rata-rata *reject* sebesar 13,8%. Pada bulan September sampai Oktober tren bulanan menurun dengan selisih 0,6% dari 14,0% ke 13,4%, sedangkan dari bulan Oktober sampai November tren bulanan naik dengan selisih 0,6% dari 13,4% ke 14,0%. Nilai tersebut

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

melebihi standar UD. sebesar 10%, sehingga menunjukkan bahwa kualitas proses produksi belum memenuhi standar yang ditetapkan. Kualitas produk juga merupakan aspek penting dalam menarik minat konsumen terhadap suatu produk [3]. Oleh karena itu, upaya yang dilakukan UD ini adalah melakukan pemeriksaan fisik kulit sebelum dan sesudah proses produksi sebagai upaya untuk menjaga mutu produk, namun upaya yang dilaksanakan belum optimal karena tingkat kecacatan produk masih melebihi standar yang ditetapkan.

Untuk mendukung upaya tersebut, pengendalian kualitas harus diterapkan secara rutin serta menyeluruh. Pengendalian kualitas dilakukan secara konsisten dari awal proses produksi hingga akhir proses produksi untuk memastikan setiap produk memenuhi standar yang ditetapkan [4]. Dalam melakukan pengendalian kualitas pada penelitian ini menggunakan metode *Statistical Process Control* (SPC) dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode *Statistical Process Control* (SPC) merupakan metode pengendalian proses yang dilakukan dengan menetapkan standar, mengevaluasi kesesuaian proses terhadap standar tersebut, serta melakukan perbaikan apabila ditemukan penyimpangan agar proses produksi tetap berjalan sesuai ketentuan [5]. Sedangkan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) adalah metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menggambarkan kombinasi kegagalan pada suatu sistem. Metode ini membantu mempresentasikan hubungan antar kejadian dalam sistem secara jelas dan terstruktur [6].

Penelitian sebelumnya pernah dilakukan oleh Ramdhany (2022) dengan menggunakan penerapan metode *Statistical Process Control* (SPC) dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi tingkat kecacatan pada produk lem, kedua metode ini mampu menghasilkan rekomendasi yang dapat langsung diterapkan oleh perusahaan [7]. Penelitian lain juga dilakukan oleh Chandrasari (2022) dengan menggunakan penerapan metode *Statistical Process Control* (SPC) dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi tingkat kecacatan produk kayu lapis, kedua metode ini mampu menilai kestabilan proses produksi triplek dengan SPC dan menemukan akar penyebab cacat melalui FTA, sehingga memberikan analisis kualitas jelas dan menyeluruh [8]. Pada penelitian ini bertujuan agar mengetahui jenis *reject* tertinggi dengan mengetahui akar permasalahan dan tingkat kendali proses pada kulit *pickle*. Selain itu, penelitian ini diharapkan mampu memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan kualitas produk.

II. METODE

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di UD. Tri Jaya Makmur yang terletak di Desa Keboan Anom, Kec. Gedangan, Kab. Sidoarjo. Adapun waktu penelitian berlangsung selama tiga bulan, pada bulan September hingga bulan November 2025.

B. Pengumpulan Data

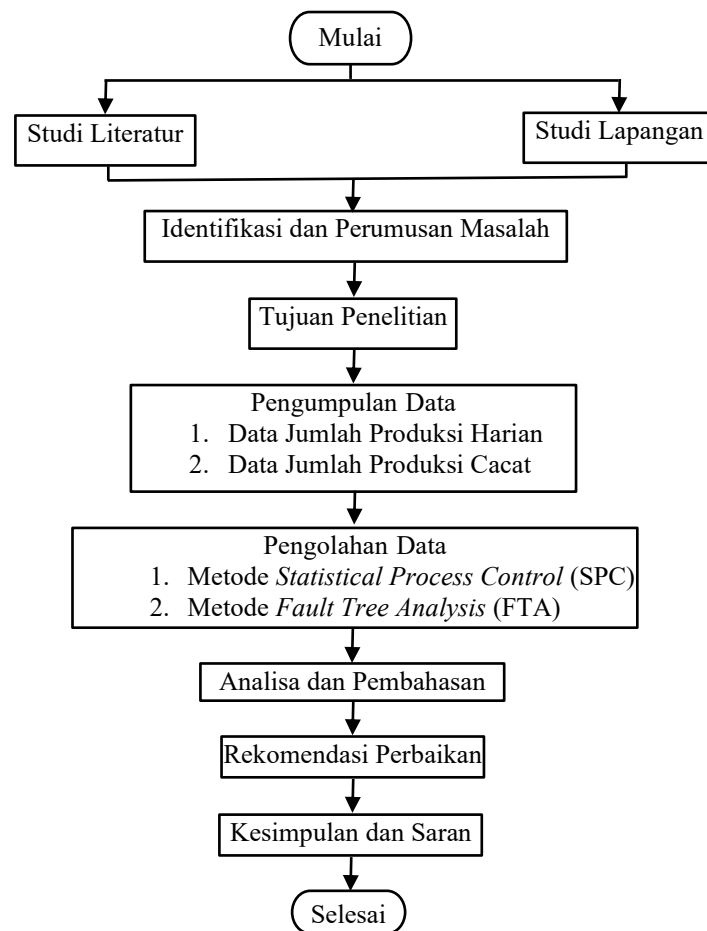
Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui dua jenis sumber yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan suatu data yang dikumpulkan langsung dari sumber utama [9], yang pada penelitian ini diperoleh melalui observasi proses produksi serta wawancara dengan pemilik usaha UD. Tri Jaya Makmur untuk mendapatkan informasi faktual mengenai kondisi nyata dan permasalahan yang terjadi. Sementara itu, data sekunder adalah data yang diperoleh melalui dari sumber tidak langsung, baik data dalam bentuk kualitatif [10]. Pada penelitian ini data tersebut berasal dari dokumen perusahaan serta memiliki kriteria *reject* yang sudah ditetapkan. Berikut adalah tabel kriteria *reject* UD. Tri Jaya Makmur.

Tabel 1. Kriteria *Reject*

Kriteria <i>Reject</i>	Deskripsi <i>Reject</i>
Robek Pinggir	Bagian pinggir kulit robek Pinggir kulit terlalu tipis Bentuk tidak rata atau terkikis
Robek Tengah	Robek di tengah Lubang Kulit melemah di bagian tengah
Busuk	Bau menyengat Berlendir Warna berubah (kehijauan atau kehitaman) Serat mudah hancur

C. Alur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui rangkaian langkah-langkah yang disusun secara sistematis untuk memastikan proses penelitian berjalan sesuai dengan tujuan. Adapun tahapan penelitian sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah pada penelitian ini:

1. Metode *Statistical Process Control* (SPC)

Metode *Statistical Process Control* (SPC) adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengendalikan proses produksi secara berkesinambungan dan mengidentifikasi kerusakan yang terjadi ketika proses produksi berlangsung [11].

1. Check Sheet

Check sheet berfungsi untuk mencatat frekuensi munculnya karakteristik tertentu pada suatu produk yang berkaitan dengan kualitasnya [12].

2. Histogram

Histogram dalam statistika merupakan bentuk penyajian data secara grafis yang menampilkan frekuensi atau intensitas suatu nilai melalui batang-batang grafik, sehingga memberikan gambaran visual mengenai distribusi data [13].

3. Diagram Pareto

Diagram pareto adalah grafik yang menggabungkan diagram batang dan garis untuk menunjukkan perbandingan berbagai jenis data secara keseluruhan. Melalui diagram ini, dapat diidentifikasi masalah yang paling dominan sehingga memudahkan penetapan prioritas perbaikan [14].

4. Peta Kendali

Peta kendali adalah alat berbasis grafik yang digunakan untuk memonitor kestabilan suatu proses serta mengamati perubahan yang terjadi dalam proses tersebut dari waktu ke waktu [15].

a. Menghitung persentase kerusakan sebagai berikut:

$$P = \frac{X}{N} \dots\dots\dots(1)$$

Sumber: [16]

Keterangan:

P = Proporsi kesalahan dalam sampel

- X = Banyaknya produk yang salah pada setiap sampel
 N = Banyaknya sampel yang diambil dalam setiap sampel
 b. Menghitung garis pusat atau *Central Line* (CL) sebagai berikut:

$$CL = P = \frac{\sum X}{\sum N} \dots \dots \dots (2)$$

Sumber: [16]

Keterangan:

- $\sum X$ = Jumlah total yang rusak
 $\sum N$ = Jumlah total yang diterima

- c. Menghitung batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (UCL) sebagai berikut:

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots \dots \dots (3)$$

Sumber: [16]

Keterangan:

- $\bar{p}$ = Rata-rata ketidaksesuaian produk cacat
 n = Jumlah produksi

- d. Menghitung batas kendali bawah atau *Lower Control Limit* (LCL) sebagai berikut:

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots \dots \dots (4)$$

Sumber: [16]

Keterangan:

- $\bar{p}$ = Rata-rata ketidaksesuaian produk
 n = Jumlah produksi

2. Metode *Fault Tree Analysis* (FTA)

Fault Tree Analysis (FTA) merupakan analisis pohon kesalahan yang dapat dijabarkan dengan mudah sebagai sebuah teknik analisis [17]. Metode *Fault Tree Analysis* digunakan karena dapat mengidentifikasi akar penyebab permasalahan dengan menggambarkan hubungan logika antara kesalahan dan penyebabnya [18]. Berikut adalah simbol gerbang (*gate*) yang digunakan dalam FTA:

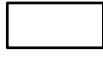
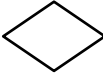
Tabel 2. Simbol-Simbol Gerbang (*Gate*)

No	Simbol <i>Gate</i>	Nama dan Keterangan
1		<i>And gate</i> . <i>Output event</i> terjadi apabila seluruh <i>input event</i> muncul secara bersamaan.
2		<i>Or gate</i> . <i>Output event</i> terjadi apabila minimal satu <i>input event</i> muncul.
3		<i>k out of n gate</i> . <i>Output event</i> terjadi apabila setidaknya terdapat k keluaran dari n <i>input event</i> .
4		<i>Exclusive OR gate</i> . <i>Output event</i> terjadi apabila hanya satu <i>input event</i> , sementara lainnya tidak.
5		<i>Inhibit gate</i> . <i>Input</i> menghasilkan <i>output</i> apabila terjadi <i>conditional event</i> .
6		<i>Priority AND gate</i> . <i>Output event</i> terjadi apabila semua <i>input event</i> muncul, baik dari sisi kanan maupun sisi kiri.
7		<i>Not gate</i> . <i>Output event</i> terjadi apabila <i>input event</i> tidak muncul.

Sumber: [19]

Berikut adalah simbol-simbol kejadian (*event*) dalam analisis FTA:

Tabel 3. Simbol-Simbol Kejadian (*Event*)

No	Simbol Gate	Nama dan Keterangan
1		<i>Ellipse</i> menggambarkan kejadian pada level paling atas (<i>Top Event</i>).
2		<i>Rectangle</i> mempresentasikan kejadian pada level menengah (<i>lowest fault event</i>).
3		<i>Circle</i> menunjukkan kejadian pada level paling bawah (<i>lowest failure event</i>).
4		<i>Diamond</i> menunjukkan peristiwa yang belum terdefinisi atau tidak terduga (peristiwa yang disembunyikan).
5		<i>House</i> menunjukkan peristiwa <i>input</i> yang terkendali (sinyal) yang memiliki kemampuan untuk menyebabkan kerusakan.

Sumber: [19]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Metode *Statistical Process Control*

1. *Check Sheet* atau Lembar Kerja

Check Sheet berfungsi untuk mencatat frekuensi munculnya karakteristik tertentu pada suatu produk yang berkaitan dengan kualitasnya [12]. Berikut ini adalah lembar kerja yang mencakup jumlah produksi, jenis *reject*, serta persentase pada bulan September hingga bulan November 2025.

Tabel 4. Data Produksi dan Jenis *Reject*

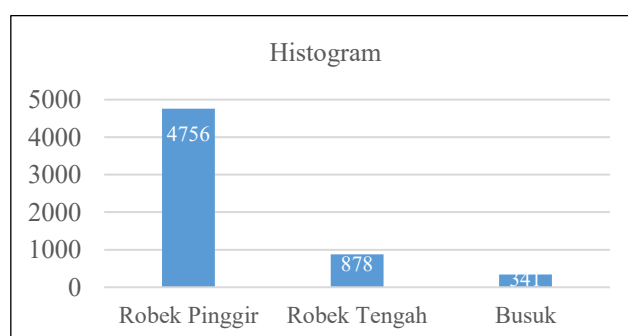
No.	Bulan	Jumlah Produksi	Jenis <i>Reject</i>			Total <i>Reject</i> Per Bulan	Persentase	% Max
			Robek Pinggir	Robek Tengah	Busuk			
1	September	13207	1409	242	199	1850	14,0%	10%
2	Oktober	14140	1484	307	109	1900	13,4%	10%
3	November	15944	1863	329	33	2225	14,0%	10%
Total		43291	4756	878	341	5975	41,4%	10%

Berdasarkan pada tabel di atas diketahui jumlah produksi selama 3 bulan sebesar 43.291 pcs, pada bulan September sampai dengan November diperoleh total produk *reject* sebesar 5.975 pcs atau setara dengan 41.4%. Kategori produk *reject* terbagi menjadi 3 yaitu: Robek pinggir, Robek tengah, dan Busuk.

2. Histogram

Histogram merupakan bentuk penyajian data secara grafis yang menampilkan frekuensi atau intensitas suatu nilai melalui batang-batang grafik [13].

Berdasarkan pada gambar 2. histogram jenis *reject* produk dapat diketahui produk yang paling tinggi tingkat kecacatannya yaitu robek pinggir sebesar 4756 pcs, selanjutnya robek tengah sebesar 878 pcs, dan yang terakhir adalah busuk sebesar 341 pcs.



Gambar 2. Histogram dari Jenis *Reject* Produk

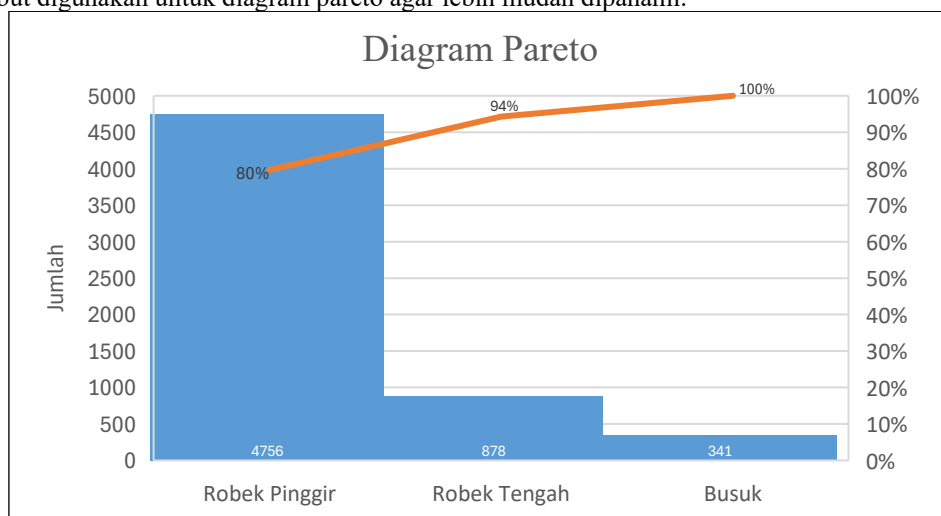
3. Diagram Pareto

Diagram pareto adalah grafik yang menggabungkan diagram batang dan garis untuk menunjukkan perbandingan berbagai jenis data secara keseluruhan [14]. Berikut adalah tabel jenis serta persentase *defect* sebagai berikut:

Tabel 5. Data Kecacatan Produk dan Persentase

No.	Jenis Kerusakan	Total Kecacatan	Persentase Kecacatan	Persentase Kumulatif
1	Robek Pinggir	4756	80%	80%
2	Robek Tengah	878	15%	94%
3	Busuk	341	6%	100%
TOTAL		5975	100%	

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa *defect* produk kulit *pickle* untuk jenis robek pinggir sebesar 80%, robek tengah sebesar 15%, dan busuk sebesar 6%. Sehingga dari hasil persentase tersebut untuk jenis kecacatan robek pinggir harus lebih diprioritaskan untuk perbaikan, setelah itu untuk jenis robek tengah dan busuk. Dari hasil persentase tersebut digunakan untuk diagram pareto agar lebih mudah dipahami.



Gambar 3. Diagram Pareto dari Jenis Kecacatan Produk

Dari diagram pareto tersebut dapat dilihat persentase untuk jenis *defect* robek pinggir sebesar 4756, robek tengah sebesar 878 pcs, dan busuk sebesar 341 pcs. Penyebab besarnya *defect* pada robek pinggir dikarenakan oleh beberapa faktor antara lain pada proses produksi seperti pisau pada mesin split tumpul, tekanan roller terlalu besar, tarikan oleh operator terlalu kencang, serta dapat terjadi karena waktu proses yang lama pada mesin rotary drum.

4. Peta Kendali

Peta kendali adalah alat berbasis grafik yang digunakan untuk memonitor kestabilan suatu proses serta mengamati perubahan yang terjadi dalam proses tersebut dari waktu ke waktu [15]. Peta kendali ini digunakan untuk mengetahui apakah *defect* produk yang dihasilkan masih dalam batas kendali yang diizinkan oleh UD.

A. Persentase masalah atau cacat

$$\text{September} = P = \frac{X}{N} = \frac{1850}{13207} = 0,140$$

$$\text{Oktober} = P = \frac{X}{N} = \frac{1900}{14140} = 0,138$$

$$\text{November} = P = \frac{X}{N} = \frac{2225}{15944} = 0,140$$

B. Perhitungan garis pusat *Central Line* (CL)

$$CL = P = \frac{\sum X}{\sum N} = \frac{5975}{43291} = 0,138$$

C. Perhitungan Batas Kendali Atas atau *Upper Control Limit* (UCL)

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,138 + 3 \sqrt{\frac{0,138(1-0,138)}{43291}} = 0,143$$

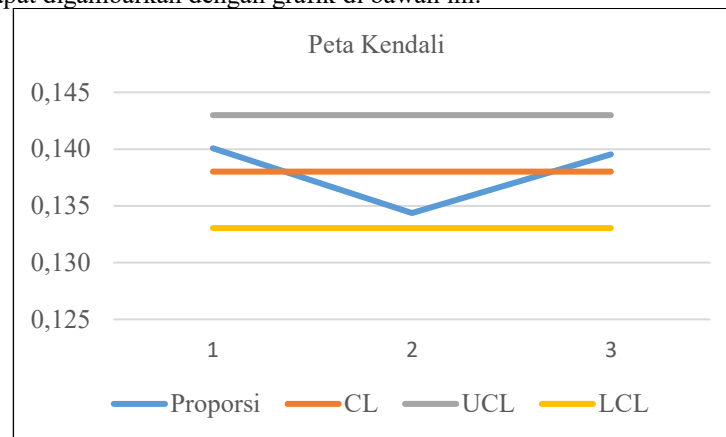
D. Perhitungan Batas Kendali Bawah atau *Lower Control Limit* (LCL)

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,138 - 3 \sqrt{\frac{0,138(1-0,138)}{43291}} = 0,133$$

Tabel 6. Proporsi Produk Kulit *Pickle*

No.	Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Kecacatan	Proporsi	CL	UCL	LCL
1	September	13207	1850	0,140	0,138	0,143	0,133
2	Oktober	14140	1900	0,134	0,138	0,143	0,133
3	November	15944	2225	0,140	0,138	0,143	0,133
		43291	5975				

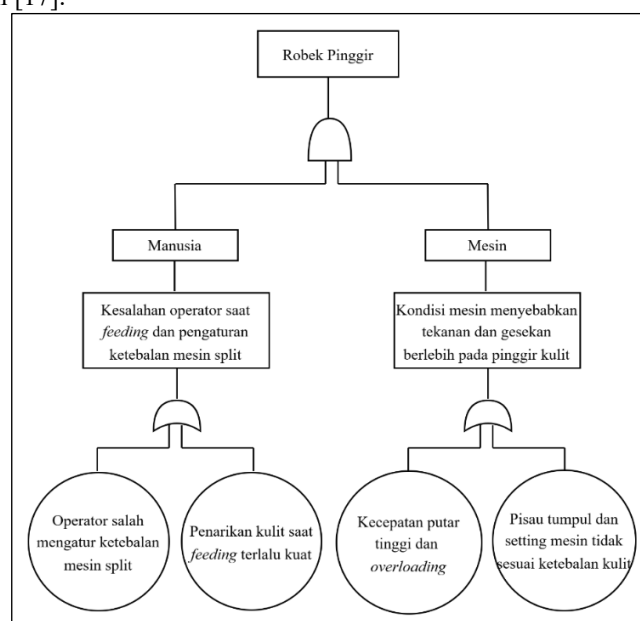
Dapat dilihat pada tabel di atas bahwa *Central Line* (CL) memiliki nilai sebesar 0,138, *Upper Control Limit* (UCL) memiliki nilai sebesar 0,143, dan *Lower Control Limit* (LCL) memiliki nilai sebesar 0,133. Sehingga dari perhitungan tersebut dapat digambarkan dengan grafik di bawah ini.

**Gambar 4.** Grafik Peta Kendali P

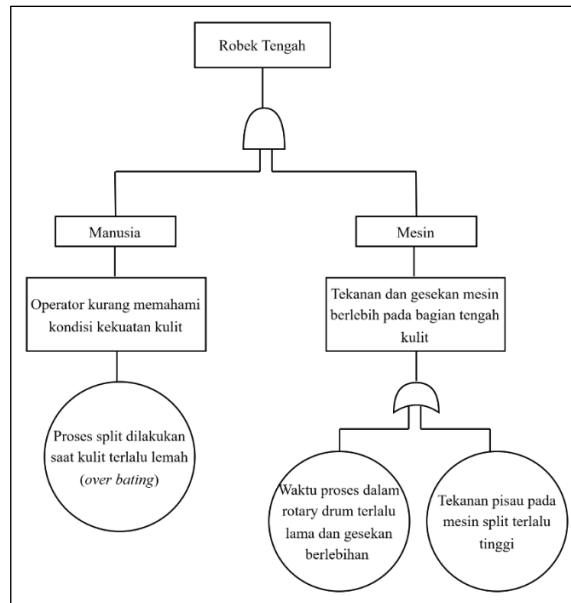
Dapat dilihat pada data grafik bahwa nilai pada peta kendali P dalam batas kendali dan tidak ada data yang melebihi batas kendali. Analisis peta kendali ini diketahui bahwa seluruh titik pengamatan berada di antara batas kendali. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi kulit *pickle* berada dalam kondisi terkendali secara statistik, namun persentase produk cacat yang dihasilkan masih melebihi standar perusahaan yakni 10%. Oleh karena itu, meskipun proses stabil, diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya cacat produk.

B. Metode *Fault Tree Analysis*

Fault Tree Analysis (FTA) merupakan analisis pohon kesalahan yang dapat dijabarkan dengan mudah sebagai sebuah teknik analisis. Metode FTA menyajikan hubungan sebab-akibat secara logis, sehingga memudahkan identifikasi sumber masalah [17].

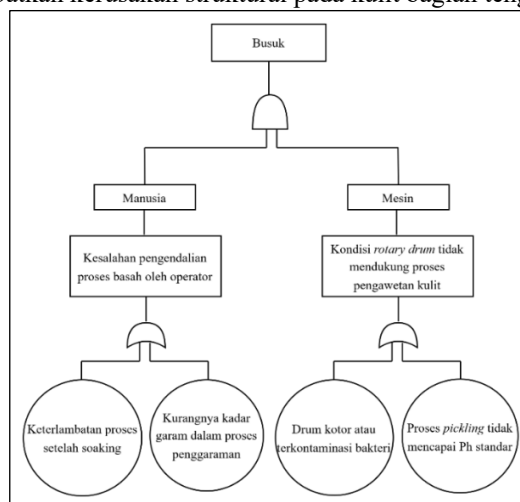
**Gambar 5.** *Fault Tree Analysis* Robek Pinggir

Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik UD. Tri Jaya Makmur tahun 2025, diperoleh informasi mengenai faktor-faktor penyebab terjadinya cacat robek pinggir yang kemudian dianalisis menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Pada gambar *fault tree analysis* robek pinggir, top event berupa *robek pinggir* terjadi akibat kombinasi kesalahan dari sisi operator dan kondisi mesin. Pada sisi manusia, kegagalan disebabkan oleh kesalahan operator saat proses *feeding* dan pengaturan ketebalan mesin split. Operator yang salah dalam mengatur ketebalan serta melakukan penarikan kulit terlalu kuat saat *feeding* dapat menyebabkan tekanan berlebih pada bagian pinggir kulit. Kondisi ini menunjukkan bahwa kurangnya ketelitian dan pengendalian operator berperan besar dalam munculnya cacat. Sementara itu, dari sisi mesin, tekanan dan gesekan yang berlebihan pada pinggir kulit dipengaruhi oleh kecepatan putar mesin yang terlalu tinggi (*overloading*) serta kondisi pisau yang tumpul dan pengaturan mesin yang tidak sesuai dengan ketebalan kulit. Hal ini menandakan bahwa pengaturan mesin dan kondisi komponen yang tidak optimal dapat memperbesar risiko kerusakan kulit.



Gambar 6. *Fault Tree Analysis* Robek Tengah

Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik UD. Tri Jaya Makmur tahun 2025, diperoleh informasi mengenai faktor-faktor penyebab terjadinya cacat robek tengah yang kemudian dianalisis menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Pada gambar *fault tree analysis* robek tengah, kegagalan berupa *robek tengah* terjadi akibat kurangnya pemahaman operator terhadap kondisi kekuatan kulit dan tekanan mesin yang berlebihan. Dari sisi manusia, operator melakukan proses split saat kulit dalam kondisi terlalu lemah (*over bating*), sehingga kulit tidak mampu menahan tekanan proses. Sementara itu, dari sisi mesin, tekanan pisau mesin split yang terlalu tinggi serta waktu proses dalam *rotary drum* yang terlalu lama menyebabkan gesekan berlebihan pada bagian tengah kulit. Kombinasi tekanan dan gesekan yang tinggi ini mengakibatkan kerusakan struktural pada kulit bagian tengah.



Gambar 7. *Fault Tree Analysis* Busuk

Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik UD. Tri Jaya Makmur tahun 2025, diperoleh informasi mengenai faktor-faktor penyebab terjadinya cacat busuk yang kemudian dianalisis menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Pada gambar *fault tree analysis* busuk, top event berupa busuk disebabkan oleh ketidaksesuaian pengendalian proses basah dan kondisi mesin *rotary drum*. Dari sisi manusia, operator mengalami kesalahan dalam pengendalian proses, seperti keterlambatan proses setelah *soaking* dan kurangnya kadar garam dalam proses penggaraman. Kesalahan ini dapat menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme yang memicu pembusukan kulit. Dari sisi mesin, kondisi *rotary drum* yang kotor atau terkontaminasi bakteri serta proses *pickling* yang tidak mencapai pH standar menjadi faktor utama penyebab kegagalan. Hal ini menunjukkan bahwa sanitasi mesin dan pengendalian parameter proses sangat berpengaruh terhadap kualitas kulit.

C. Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan berdasarkan pada hasil analisis di atas yaitu, UD. Tri Jaya Makmur disarankan untuk melakukan peningkatan keterampilan operator melalui pelatihan rutin yang berfokus pada teknik penanganan kulit, pengaturan mesin split, serta pemahaman standar proses *pickling*. Selain itu, diperlukan penerapan jadwal perawatan mesin secara berkala guna mencegah kerusakan mesin yang dapat memicu tekanan dan gesekan berlebih pada kulit. Pengendalian parameter proses basah seperti pH, kadar garam, waktu proses, serta kebersihan *rotary drum* juga perlu diperketat untuk meminimalkan terjadinya cacat busuk. Rekomendasi ini sejalan dengan penelitian oleh Nadila (2021), yang menyatakan bahwa kecacatan produk umumnya dipengaruhi oleh faktor manusia dan mesin, sehingga penerapan pelatihan kerja, serta penggunaan alat pengendalian kualitas seperti SPC secara berkelanjutan mampu meningkatkan stabilitas proses untuk menurunkan tingkat kecacatan produk [11]. Dengan melaksanakan pengawasan dan evaluasi proses secara konsisten menggunakan peta kendali, diharapkan tingkat *reject* produk kulit *pickle* dapat ditekan hingga berada di bawah batas standar perusahaan yaitu 10%.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa cacat produk tertinggi pada kulit *pickle* adalah robek pinggir sebesar 4756 pcs, selanjutnya robek tengah sebesar 878 pcs dan busuk sebesar 341 pcs. Hasil analisis *Statistical Process Control* (SPC) menunjukkan bahwa seluruh titik pengamatan berada dalam batas kendali, sehingga proses produksi berada dalam kondisi terkendali secara statistik, namun persentase produk cacat masih melebihi standar perusahaan sebesar 10%. *Fault Tree Analysis* (FTA) menunjukkan bahwa penyebab utama cacat berasal dari faktor manusia dan mesin, meliputi kesalahan pengaturan dan *feeding* oleh operator, tekanan serta gesekan mesin yang berlebih, serta pengendalian proses basah yang belum optimal. Oleh karena itu, perbaikan disarankan melalui peningkatan keterampilan operator melalui pelatihan rutin yang berfokus pada teknik penanganan kulit, pengaturan mesin split, serta pemahaman standar proses *pickling*. Selain itu, diperlukan penerapan jadwal perawatan mesin secara berkala guna mencegah kerusakan mesin yang dapat memicu tekanan dan gesekan berlebih pada kulit. Pengendalian parameter proses basah seperti pH, kadar garam, waktu proses, serta kebersihan *rotary drum* juga perlu diperketat untuk meminimalkan terjadinya cacat busuk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan UD. Tri Jaya Makmur yang telah menjadi tempat pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Farid Mohammad, Yulius Henny, Irsan, Susriyanti, dan Bobby, "Pengendalian Kualitas Pengolahan Kulit Uptd Kota Padang Panjang Menggunakan Metode *Six-Sigma*," *J. Teknol. dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 4, no. 1, pp. 186–192, 2022.
- [2] Pradana Setyo Eka, dan Sulistyowati Wiwik, "Literature Review : Penggunaan Metode Taguchi untuk Peningkatan Kualitas," *Prozima (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng.)* vol. 6, no. 2, pp. 85–96, 2022.
- [3] Siallagan Sahala, dan Manik Syahputra Diomen, "Analisis Metode Pengendalian Kualitas sebagai Pencegahan Kegagalan Produksi," *Journal of Industrial and Manufacture Engineering*, vol. 8, no. November, pp. 145–155, 2024.
- [4] Alifka Putri Khairunniza, dan Apriliani Fany, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)," *Fact. J. Ind. Manaj. dan Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 2, no. 3, pp. 97–118, 2024.
- [5] Alkharami Vigan Mohammad, Arifin Jauhari, dan Septiansyah Teguh Ari, "Penerapan Metode *Statistical Process Control* Pada Pengendalian Kulitas *Single Part* BS-62631-60M00," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*,

- vol. 8, no. 4, pp. 31–36, 2022.
- [6] Sakti hendra Andrianus, “Penggunaan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Failure Mode Analysis* (FMEA) Sebagai Usulan Reduksi Cacat Produk Obat Batuk,” *Scientific Journal of Industrial Engineering*, vol. 2, no. 1, 2021.
 - [7] Ramadhany Wulan Sri, dan Sumantika Arsyad, “ Analisis Pengendalian Kualitas Produk Cacat *Housing* Pada PT. XYZ,” *Jurnal Comasie* vol. 02, no. 07, 2022.
 - [8] Chandrasari Harum Surya, dan Syahrullah Yudi, “Penerapan *Statistical Process Control* (SPC) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) dalam Pengendalian Kualitas *Plywood* untuk Mengurangi *Defect* pada Pabrik Kayu di Purbalingga,” vol. 6, no. 2, pp. 107–115, 2022.
 - [9] Rahman Abdul, Sari Wirastika, dan Fitriani dkk, “*Metode Penelitian Ilmu Sosial*”. Bandung : Widina Bhakti Persada, 2022. 2022.
 - [10] Sawo Khemal Milano, Rogi H.A. Octavianus, dan Lakat S.M Ricky “Analisis Pengembangan Kawasan Permukiman Berdasarkan Kemampuan Lahan Di Distrik Muara Tami,” *J. Spasial*, vol. 8, no. 3, pp. 311–325, 2021.
 - [11] Nadila Maya, Suswardji Edi, dan Putra Kristamtomo Aditya R., “Analisis Pengendalian Mutu Produk Menggunakan Metode *Statistical Process Control* (SPC) Pada PT *Outdoor Footwear Networks*,” *J. Manajerial*, vol. 20, no. 1, pp. 87–97, 2021.
 - [12] Rifaldi Rahman Amrullah, Kastaman Roni, dan Syahmurman Faizal, “Analisis Metode Pengendalian Kualitas Statistik dalam Pengendalian Kualitas Proses Produksi Keranjang Rotan DI CV. Ravindo,” *J. Teknotan*, vol. 18, no. 3, pp. 211–218, 2024.
 - [13] Ikhsan Muhammad, Supriyandi, dan Hakiki Wiranda Andry, “Analisis Perbandingan Metode Histogram *Equalization*,” *J. Sci. Soc. Res.*, vol. 4307, no. May, pp. 487–492, 2024.
 - [14] Oktaviana Christin Anastasia, dan Auliandri Aria Tuwanku “Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Meja dan Kursi Menggunakan Diagram Pareto dan Fishbone Pada PK. SKM JATI,” *INOBIJIS J. Inov. Bisnis dan Manaj. Indones.*, vol. 6, no. 4, pp. 559–572, 2023.
 - [15] Andriani Viki, Yanuar Ferra, dan Asdi Yudiantri “Produksi Lampu TL di PT Philips Indonesia Dengan Peta Kendali U dan *Decision On Belief* (DOB),” *J. Mat. UNAND*, vol. 10, no. 2, pp. 194–201, 2021.
 - [16] Rosyidi Ririn Mohammad, dan Narto, “*Buku Monograf Penelitian Pengendalian Kualitas Batu Nisan dengan Menggunakan Seven Tools*”. Malang: Ahlimedia Press, 2022.
 - [17] Dzikri Hasibu Fasih Ahmad, dan Negoro Pandu Yanuar “Analisis Pengendalian Kulitas pada Produk Songkok menggunakan Metode FMEA dan FTA pada CV. Abc,” *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 8, no. 1, pp. 186–195, 2024.
 - [18] Pratiwi Aghdhi Atikah, Nabilah Mutiara Isnaini, dan Wessiani Aranti Naning “Integrasi *Service Quality* (SERVQUAL) dan Konsep *Lean* untuk Meningkatkan Kualitas Layanan: Studi Kasus pada UPT Medical Center ITS,” *PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–13, 2025.
 - [19] Kadang Zet, Arungpadang A. R. Tritiya, dan Neyland S.C. Johan, “Implementasi Metode *Fault Tree Analysis* dalam Meminimalkan Risiko Kecelakaan Kerja pada Perawatan *Rubber Tyred Gantry* Di Terminal Peti Kemas PT. Pelindo IV Bitung,” *J. Tekno Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 73–84, 2023.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.