

Quality Control of Chicken Feed Products Using Statistical Process Control (SPC) and Fault Tree Analyses (FTA) **[Pengendalian Kualitas Produk Pakan Ayam Menggunakan Statistical Process Control (SPC) dan Fault Tree Analisis (FTA)]**

Zaenul Arifin¹⁾, 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. *PT XYZ is a multinational company in the Pasuruan district. Chicken feed products produced on average around 10,000 tons per month. However, there are still defective products of 690 tons or 0.11%. The quality control of chicken feed production implemented by the company has not been optimized properly, therefore, efforts must be made to analyze quality control measures. The statistical Process Control and Fault Tree Analysis methods are applied to seek to minimize these defective products. SPC is an application of statistical techniques to control various processes and FTA is used to identify the workflow in the production process in the company. The most dominant types of defects in chicken feed products are mixed feed with a result of 266 tons or 36.6%, non-uniform feed particle size with a result of 220 tons or 31.9%, and mismatch of feed with bags with a result of 2604 tons or 29.6%.*

Keywords - *Quality Control, Defective Products, Statistical Process Control, Fault Tree Analysis*

Abstrak. *PT. XYZ merupakan perusahaan multinasional yang berlokasi di kabupaten pasuruan yang memproduksi pakan ayam. Produk pakan ayam yang dihasilkan rata-rata sekitar 10.000 ton perbulan. Akan tetapi masih terdapat produk cacat sebesar 690 ton atau 0,11%. Dengan pengendalian kualitas produksi pakan ayam yang diterapkan oleh perusahaan belum optimal dengan baik oleh karena itu harus dilakukan upaya analisa terhadap tindakan pengendalian kualitas. Dalam penelitian ini dengan metode Statistical Proses Control dan Fault Tree Analysis yang diterapkan agar bisa mengupayakan meminimalkan produk cacat tersebut. SPC adalah suatu penerapan teknik statistik untuk mengendalikan berbagai proses dan FTA digunakan untuk mengidentifikasi alur proses kerja dalam proses produksi di perusahaan. Jenis cacat pada produk pakan ayam yang paling dominan adalah jenis pakan yang tercampur dengan hasil sebesar 266 ton atau 36.6%, ukuran partikel pakan tidak seragam dengan hasil 220 ton atau 31.9% dan ketidaksesuaian pakan dengan bag/kantong dengan hasil sebesar 2604 ton atau 29.6%.*

Kata Kunci – *Pengendalian Kualitas, Produk Cacat, Statistical Proses Control, Fault Tree Analysis*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pengendalian mengenai kualitas suatu produk menjadi harapan yang tinggi pada konsumen. Tujuannya supaya memajukan bisnis untuk memperoleh produk yang berkualitas dan pelayanan yang baik dengan standart suatu perusahaan. Sebuah bisnis yang dapat memberikan kepuasan pelanggan dengan meningkatkan dan mengendalikan kualitas mampu mendominasi persaingan[1]. Perusahaan harus terus mendorong kinerja dan melakukan inovasi dalam pengembangan produk. Hal ini memungkinkan pabrik untuk secara cermat mengklasifikasikan dan memilih barang yang memenuhi *standart* internal serta memberikan penilaian apakah barang yang diproduksi masuk dalam kategori baik atau buruk/ cacat[2]. Salah satu kendala dari beberapa produk yang sudah jadi terkadang terdapat kecacatan sehingga hal tersebut sangat mempengaruhi kualitas suatu produk yang dapat mengakibatkan banyaknya jenis kecacatan pada produk. Semakin banyak produk cacat maka akan mengakibatkan biaya produksi yang meningkat[3]. Produk cacat adalah produk yang sudah rusak parah sehingga tidak lagi mempunyai nilai atau mutu yang utuh. Hal ini dapat dipengaruhi oleh berbagai hal seperti metode bekerja, alat, kesalahan manusia, dll[4]. Barang yang cacat dapat memberikan dampak negatif bagi suatu perusahaan dan mengakibatkan terjadinya penyimpangan terhadap tujuan utama perusahaan yaitu menghasilkan produk yang berkualitas dan mempengaruhi keuntungan atau keuntungan yang akan di peroleh perusahaan. Dengan memperbaiki produk yang cacat, teknik pengendalian kualitas dapat diterapkan, sehingga memungkinkan perusahaan memperoleh keuntungan di kemudian hari dan memuaskan konsumen[5]. Kualitas sangat berkaitan dengan kinerja sebuah pabrik yang dipantau dari kualitas produksi. Kualitas dapat di artikan produk yang memenuhi persyaratan atau spesifikasi[6]. Oleh karena itu diperlukan pengendalian kualitas yang efektif untuk menjamin kualitas produk sesuai spesifikasi[7]. Dengan kata lain, pengendalian mutu merupakan suatu sistem kegiatan yang dilakukan untuk menjaga mutu produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan berdasarkan kebijakan perusahaan. Sebenarnya, tujuan pengendalian kualitas

adalah untuk menentukan apakah sesuatu berjalan sesuai rencana, apakah dilakukan secara efisien, dan apakah perbaikan dapat dilakukan[5]. Pengendalian mutu ini diimplementasi di seluruh perusahaan.

PT. XYZ merupakan *company* asal Amerika Serikat dan melayani pada bidang peternakan, nutrisi hewan, pemanis. Pada pakan ternak sendiri telah memberikan ratusan peternak yang ada di seluruh Indonesia dengan nutrisi hewan ternak yang unggul untuk unggas. Salah satu lokasi dari perusahaan ini di bidang pakan unggas yaitu ada di Pasuruan. Perusahaan mengimpor dan menyimpan bahan baku dalam negeri, yang memerlukan pembongkaran dan penimbangan di pabrik.

Pakan adalah makanan yang diberikan kepada hewan dan merupakan salah satu perhitungan yang menentukan kemenangan dalam industri perunggasan. Pakan yang diberikan kepada unggas yang dikeluarkan oleh unggas, akan digunakan untuk memenuhi keinginan kebutuhan esensial, pengembangan dan untuk produksi telur atau daging[8]. Di perusahaan tersebut memproduksi berbagai produk pakan unggas terutama pakan untuk ayam, mulai dari tipe pakan ayam petelur, pakan ayam pedaging, pakan ayam kampung dan pakan untuk itik atau anak ayam, dengan *bag* berbeda-beda dan setiap per *bag* isi 50 kg. Namun produk pakan ternak tidak selalu berhasil 100% dalam proses pembuatannya. Hal ini disebabkan karena menurunnya kualitas produk akibat adanya variasi produk yang diproduksi, seperti variasi ukuran partikel pakan tidak seragam, pakan yang tercampur, dan ketidaksesuaian pada *bag*/kantong pakan. Harus diselesaikan untuk meminimalkan masalah produk[9]. Rata-rata hasil produksi 6 bulan yaitu 10.130 ton dengan rata-rata cacat sebesar 115 ton. Untuk standar kerusakan yang ditetapkan perusahaan yaitu 0.05% atau 5 ton[10].

Untuk mencegah terjadinya kecacatan pada produk pakan unggas dan menjaga ketetapan produksi, sehingga prosedur yang akan dilaksanakan dengan menggunakan metode *Statistical Proses Control* guna mengidentifikasi kecacatan suatu produk dan *Fault Tree Analisis* penyebab kecacatan suatu produk dan memberikan usulan. *Statistical Proses Control* adalah metode dalam banyak model pengendalian mutu melalui pengolahan data statistik yang bertujuan untuk menetapkan stabilnya proses untuk memperoleh *standart* kualitas perusahaan[11]. Sedangkan untuk mencari suatu terjadinya kecacatan produk menggunakan *FTA*. *Fault Tree Analisis* ialah cara untuk mencapai inti permasalahan dengan memastikan bahwa suatu peristiwa tidak disebabkan oleh satu titik kegagalan saja[12]. Berdasarkan masalah dan fakta diatas maka dilakukan penelitian Pengendalian Kualitas Produk Pakan Ayam Menggunakan *Statistical Process Control* dan *Fault Tree Analisis*. Dengan adanya penelitian ini dapat mengetahui faktor penyebab terhambatnya kualitas produk pakan ayam serta dapat meningkatkan kualitas mutu suatu produk.

Tujuan dari penelitian berdasarkan rumusan masalah yang ada adalah sebagai berikut: Mengidentifikasi kecacatan produk pakan ayam pada PT. XYZ dengan pengaruh metode SPC dan FTA[13]. Memberikan usulan perbaikan dan mengetahui cara untuk mengendalikan kecacatan pada kualitas produk[12].

B. Statistical Proses Control

Statistical Process Control adalah sebuah metode statistika yang digunakan untuk mengukur dan mengontrol proses produksi. Konsep ini terutama berfokus pada mengendalikan variasi dalam proses produksi agar produk yang dihasilkan memenuhi persyaratan dan kepuasan pelanggan[14]. Tujuan dari *SPC* adalah untuk mengendalikan dan meningkatkan kualitas produk serta efisiensi proses produksi melalui pendekatan statistik[15]. Penelitian dari Faiz [16] Penelitian ini untuk melakukan pengendalian kualitas pada proses produksi celana di UMKM KM Storeid. Metode *Statistical Process Control* digunakan pada penelitian ini untuk mencapai tujuan tersebut. Dari hasil pengolahan data dapat diketahui cacat tertinggi yaitu jahitan kurang rapi dengan 51,8%.

Statistical Process Control adalah salah satu cara untuk mengendalikan kualitas dengan menggunakan data statistik. Tujuannya adalah untuk menjaga kestabilan proses agar memenuhi standar kualitas perusahaan. SPC juga digunakan untuk melakukan pengukuran, pengawasan terhadap standar, dan mencari ide-ide perbaikan untuk proses produksi produk atau jasa yang sedang berjalan[11].

Statistical Process Control adalah metode statistik yang umum dipakai untuk memastikan proses produksi memenuhi standar kualitas yang ditentukan. SPC melibatkan pengawasan terhadap standar, pengukuran, dan pengambilan tindakan korektif saat produk atau jasa sedang dibuat[15].

C. Fault Tree Analysis

Fault Tree Analysis merupakan alat analisis yang menentukan penyebab kegagalan yang berpotensi menyebabkan kerusakan pada mesin. Metode FTA sangat efektif dalam menentukan komponen yang rentan terhadap kerusakan atau kegagalan pada mesin atau alat[17]. Tujuan dari *Fault Tree Analysis* berfungsi untuk mengilustrasikan potensi kecelakaan kerja (*basic event*) yang muncul dan diuraikan dari setiap indikasi kejadian puncak (*top event*)[18]. Penelitian dari Ridwan[12] Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor penyebab kecacatan pada produk bibit sawit. Selain itu, untuk memberikan usulan perbaikan yang dapat meningkatkan kualitas pada produk bibit sawit. Penelitian ini menggunakan deskriptif kualitatif melalui analisis data metode *Fault Tree Analisis* (FTA) dan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Fault Tree Analysis adalah metode analisis untuk memahami penyebab terjadinya suatu kegagalan. Caranya dengan membuat diagram yang menunjukkan hubungan antara berbagai kemungkinan kesalahan dan faktor yang dapat memicu kegagalan tersebut. Diagram ini disebut "pohon kesalahan" dan di dalamnya terdapat "peristiwa puncak" yang merupakan kegagalan yang ingin dihindari[6].

Fault Tree Analysis membantu perusahaan untuk memahami alur kerja di rantai produksi. Caranya dengan menganalisis event utama (kegagalan atau kerugian besar) dan mencari penyebabnya hingga ke akar permasalahannya. Dengan mengetahui akar permasalahannya, perusahaan dapat mengambil langkah-langkah untuk mencegah terjadinya masalah yang sama di masa depan[13].

II. METODE

A. Waktu dan Tempat

Kegiatan penelitian ini telah dilaksanakan selama 6 bulan dari bulan Oktober 2023 sampai Maret 2024, yang terletak Jl. Kraton Industri Raya PIER, Kec. Rembang, Kab. Pasuruan Jawa Timur.

B. Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Metode kualitatif yang dimaksud ialah pada proses pengumpulan data saat observasi serta mengamati alur produksi dan proses produksi yang ada pada PT. XYZ selama 6 bulan, serta wawancara yang dilakukan kepada narasumber terkait. Sedangkan metode kuantitatif diperlukan untuk menyelesaikan masalah dengan menggabungkan metode *Statistical Process Control* dan *Fault Tree Analysis*.

Data yang dibutuhkan untuk penelitian adalah data primer dan data sekunder untuk data primer disini adalah data yang didapatkan dari observasi dan dari hasil wawancara kepada pihak *expert* sedangkan untuk data sekunder adalah gambaran umum dari perusahaan.

1. Studi Lapangan atau observasi

Untuk mengetahui kondisi produksi obyek yang akan diteliti, dan mendapatkan beberapa data yang digunakan untuk pengolahan data menggunakan metode SPC dan FTA. Pentingnya observasi sebagai penunjang dalam menyelesaikan penelitian ini. Pada tahapan observasi ini data yang didapatkan yaitu data jumlah produksi, data jumlah cacat produk dan data jenis cacat produk yang didapatkan dari perusahaan.

2. Studi Pustaka

Data yang didapatkan dalam penelitian ini dikumpulkan melalui penelitian literatur terkait, seperti jurnal, artikel, buku, dan penelitian sebelumnya.

3. Wawancara

Dalam pengumpulan data ini menggunakan beberapa pertanyaan lisan yang ditujukan dengan pihak yang terkait mengenai penelitian ini atau *expert* dalam bidangnya untuk memperoleh informasi, *expert* dalam penelitian ini ialah *staff QA, head of production, head of warehouse*. Metode wawancara ini dilaksanakan secara tidak sistematis, dimana tidak memerlukan kriteria wawancara yang disusun secara teratur. Pedoman wawancara hanya digunakan sebagai garis besar masalah yang akan diangkat. Data yang didapat dari hasil wawancara adalah proses bahan baku dan proses produksi hingga ke *finish good* sebagai validator faktor kedekatan.

C. Alur Penelitian

Diagram alir penelitian yang menunjukkan tahapan-tahapan dalam penelitian yang dilakukan, berikut ini merupakan diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada gambar 1.

Dalam penelitian ini, digunakan dua jenis metode yaitu *statistical process control dan fault tree analysis*.

1. *Statistical Process Control*

Pengendalian proses statistik adalah seperangkat alat yang membantu mencapai stabilitas proses dan mengembangkan kemampuan proses dengan mengurangi variasi. Pengendalian proses statistik melibatkan evaluasi variasi dan pengukuran dalam suatu proses, dan tindakan penanggulangan yang dirancang untuk membatasi variasi[19].

Ada beberapa alat untuk menunjang *Statistical Process Control* yaitu:

a. *Check sheet*

Check sheet atau biasa disebut dengan lembar kerja adalah suatu alat pencatat hasil pengumpulan data yang dapat dihasilkan kedalam data yang informatif berguna untuk mempermudah proses pengumpulan data dan mengetahui area permasalahan berdasarkan frekuensi dari jenis atau penyebab serta mengambil keputusan untuk melakukan perbaikan atau tidak[20].

b. Histogram

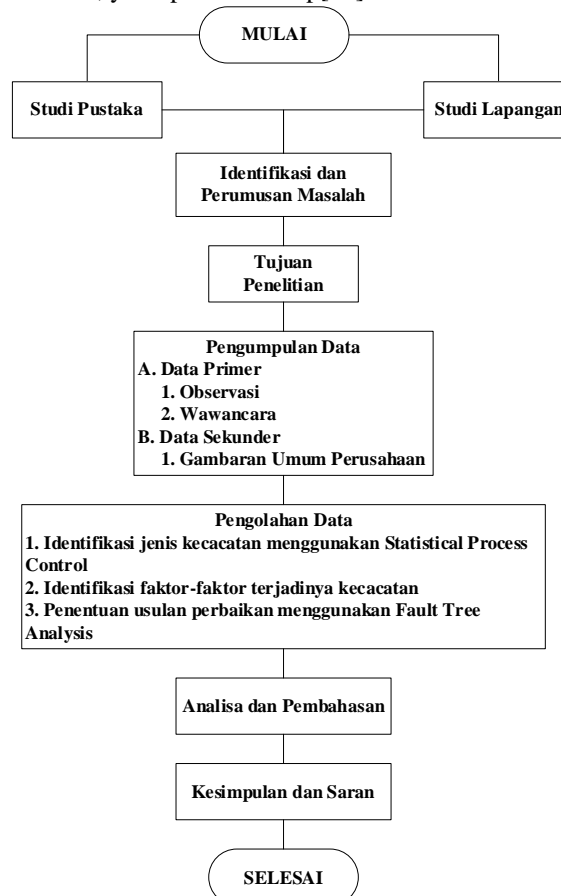
Histogram merupakan suatu grafis dari sebaran data dalam bentuk batang vertikal. Ini menunjukkan frekuensi data dalam rentang atau interval kelas tertentu. Ketinggian setiap batang sesuai dengan frekuensi data dalam interval kelas tersebut. Tujuan dari histogram ini adalah agar penyajian data yang dihasilkan menjadi lebih menarik dan mudah dibaca[20].

c. Diagram pareto

Diagram Pareto adalah alat grafis yang digunakan untuk memvisualisasikan dan menganalisis frekuensi atau frekuensi relatif dari berbagai masalah atau masalah dalam kumpulan data. Analisis pareto harus digunakan untuk menentukan langkah selanjutnya pada berbagai tahapan program peningkatan kualitas[20].

d. Peta Kendali

Peta kendali merupakan alat pengendalian kualitas yang berfungsi mengetahui apakah jumlah cacat pada hasil produksi dalam batas wajar atau tidak. Peta kendali yang digunakan adalah peta kendali atribut karena data yang dianalisis adalah karakteristik kecacatan, yaitu peta kendali p[13].



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah membuat control chart p

1. Menghitung proporsi kecacatan (p) Proporsi kecacatan untuk p_1 dapat dihitung dengan rumus dimana np_1 adalah jumlah cacat bulan ke-1, n adalah jumlah produksi bulan ke-1

$$P_1 = \frac{np_1}{n_1} \quad (1)$$

Sumber:[13]

keterangan :

np_1 : data kecacatan bulan ke-1

n_1 : data total produksi bulan ke-1

2. Menghitung garis pusat yang merupakan rata-rata kecacatan produk (\bar{p}) atau central line (CL) Rata-rata kecacatan produk dihitung menggunakan rumus:

$$CL = P = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (2)$$

Sumber:[13]

Keterangan:

$\sum np$:data total kecacatan

$\sum n$:data total produksi

3. Menghitung Upper Control Limit (UCL) atau batas kendali atas dan Lower Control Limit (LCL) atau batas kendali bawah:

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

Sumber:[13]

Keterangan:

P : Rata-rata kecacatan produk

n : Jumlah produksi

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

Sumber:[13]

Keterangan:







P : Rata-rata kecacatan produk

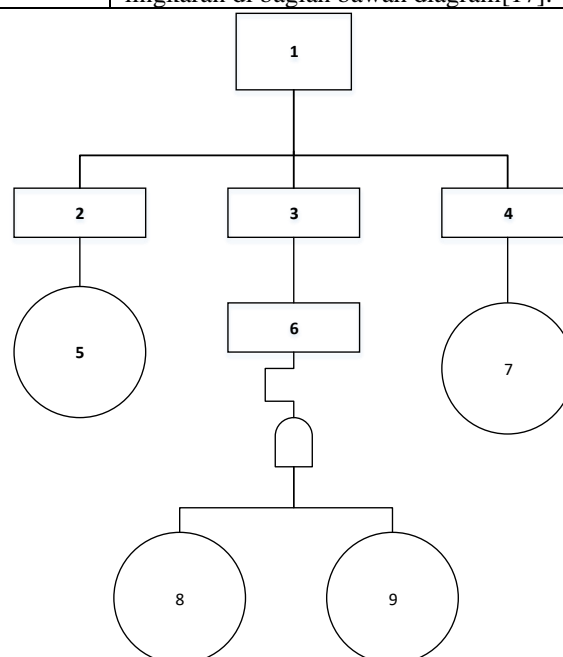
n : Jumlah produksi

2. Fault Tree Analysis

Fault Tree Analysis adalah suatu model grafis yang berisi kombinasi kesalahan paralel dan pilot yang menyebabkan terjadinya kejadian yang tidak diinginkan yang telah ditentukan sebelumnya. Alternatifnya, dapat diartikan sebagai deskripsi keterkaitan nyata dari akibat-akibat dasar yang menyebabkan terjadinya peristiwa yang tidak diharapkan[6].


Tabel 1. Simbol-simbol dalam *Fault Tree Analysis*[17].


Simbol	Keterangan	Arti
	Top Event	Kejadian yang tidak diinginkan yang menjadi fokus analisis. Digambarkan sebagai persegi panjang di bagian atas diagram
	Logic Event OR	Kejadian puncak dapat terjadi jika salah satu atau lebih peristiwa input terjadi. Digambarkan sebagai persegi dengan garis melengkung di setiap sisinya.
	Logic Event AND	Kejadian puncak hanya dapat terjadi jika semua peristiwa input terjadi secara bersamaan. Digambarkan sebagai segitiga dengan garis lurus di setiap sisinya.
	Transferred Event	Digunakan untuk menghubungkan bagian-bagian berbeda dari pohon kesalahan. Digambarkan sebagai segitiga dengan panah masuk dan keluar.
	Undeveloped Event	Kejadian yang tidak dapat dikembangkan lagi karena informasi tidak tersedia
	Basic Event	Kejadian yang tidak dapat diuraikan lebih lanjut. Digambarkan sebagai lingkaran di bagian bawah diagram[17].




Gambar 2. *Fault Tree Analysis*[17].

Keterangan[17]:

 : Kejadian yang tidak diinginkan yang menjadi fokus analisis.

 : Kejadian puncak hanya dapat terjadi jika semua peristiwa input terjadi secara bersamaan.

 : Kejadian yang tidak dapat diuraikan lebih lanjut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Data yang dipergunakan adalah rangkuman produk cacat dari pakan ayam selama rentang waktu dari Oktober 2023 hingga Maret 2024. Informasi ini mencakup produksi barang dan juga produk yang *reject* berdasarkan pengamatan langsung di PT. XYZ selama periode penelitian. Rincian data dapat ditemukan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Data Cacat dan Jumlah Produksi

No	Bulan	Jumlah Produksi/(ton)	Jenis Produk Reject			Total /(ton)
			Ukuran partikel pakan tidak seragam/(ton)	Pakan tercampur/(ton)	Ketidaksesuaian bag/kantong pakan/(ton)	
1	Oktober	9656	10	10	15	35
2	November	11475	15	45	21	81
3	Desember	8858	8	14	5	27
4	Januari	7157	58	65	52	175
5	Februari	8791	62	87	56	205
6	Maret	14844	67	45	55	167
	Total	60781	220	266	204	690

Berdasarkan pada tabel 2 dari hasil 6 bulan produksi terdapat kecacatan 690 ton dengan hasil produksi total 60.781ton dengan rata-rata produksi 10.130 ton. Dari data kecacatan tersebut mendapatkan rata-rata kecacatan 0,11% melebihi standart ketentuan yang sudah ditetapkan perusahaan sebesar 0,05% atau 5 ton dan tertinggi produk cacat di bulan februari sebesar 205 dan terendah pada bulan oktober sebesar 35 ton. Selanjutnya dapat diidentifikasi kegagalan produk tersebut dengan menggunakan metode *statistical process control*.

B. Kategori Product Reject

Pada kategori produk reject meliputi penjelasan dari produk pakan ayam yang memiliki kategori produk reject yang ada di PT. XYZ yang menjadi permasalahan dalam produksinya, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori Produk Reject

No	Kategori	Uraian
1	Ukuran partikel pakan tidak seragam	Ketidaksamaan pakan dalam satu karung dengan potongan pakan ada yang panjang, pendek dan ada yang menggumpal
2	Pakan tercampur	Ketidaktepurnaan pakan dalam proses mixing dikarenakan ada sisa proses pakan yang berbeda atau bisa formula salah
3	Ketidaksesuaian bag/kantong pakan	Kecacatan produk dikarenakan salah kode bag dan kesalahan mengambil bag berdasarkan jenis produk

C. Metode Statistical Process Control

1. Checklist

Checksheet atau yang biasa disebut dengan lembar kerja adalah alat pencatat hasil pengumpulan data yang dapat disajikan kedalam bentuk data yang informatif. Berikut ini adalah hasil data *checksheet* pakan ayam.

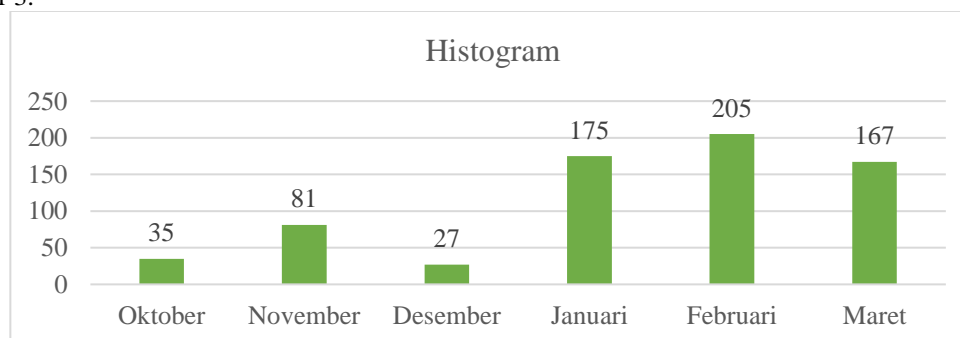
Tabel 4. Data *checksheet* produksi pakan ayam

No	Bulan	Jumlah Produksi (Ton)	Jenis Produk Reject			Total (ton)	Presentase (%)
			Ukuran partikel pakan tidak seragam (ton)	Pakan tercampur(ton)	Ketidaksesuaian bag/kantong pakan(ton)		
1	Oktober	9656	10	10	15	35	0.36
2	November	11475	15	45	21	81	0.71
3	Desember	8858	8	14	5	27	0.30
4	Januari	7157	58	65	52	175	2.45
5	Februari	8791	62	87	56	205	2.33
6	Maret	14844	67	45	55	167	1.13
	Total	60781	220	266	204	690	7.28
	Rata-Rata	10130	37	44	34	115	1

Berdasarkan tabel 4 dapat diketahui jumlah produksi sebanyak 60.781 ton pakan ayam. Jumlah cacat sebanyak 690 ton pakan ayam. Persentase kecacatan mencapai rata-rata 1%. dengan standart produk cacat perusahaan 0.05% atau 5 ton, namun produk cacat ada yang dapat diproses ulang walaupun kecacatan produk menimbulkan kerugian dari segi biaya dan waktu.

2. Histogram

Histogram digunakan untuk merepresentasikan distribusi data secara visual, mengidentifikasi pola, dan mendeteksi anomali. Berikut ini adalah data jumlah jenis cacat yang telah diolah ke dalam histogram, dapat dilihat pada gambar 3.

**Gambar 3.** Histogram Jumlah Jenis Cacat Produk

Dari histogram diatas dapat diketahui total kecacatan yang terjadi setiap bulannya. Berdasarkan pada data di histogram dapat disimpulkan kecacatan tertinggi jatuh pada bulan februari sebanyak 205 ton dikarenakan lonjakan permintaan atas pakan itu naik dan ada penambahan operator baru sehingga potensi kecacatan banyak dan paling rendah terjadi di bulan desember sebanyak 27 ton. Akibatnya dari kecacatan tersebut menimbulkan kerugian biaya dan waktu serta komplain dari *customer*.

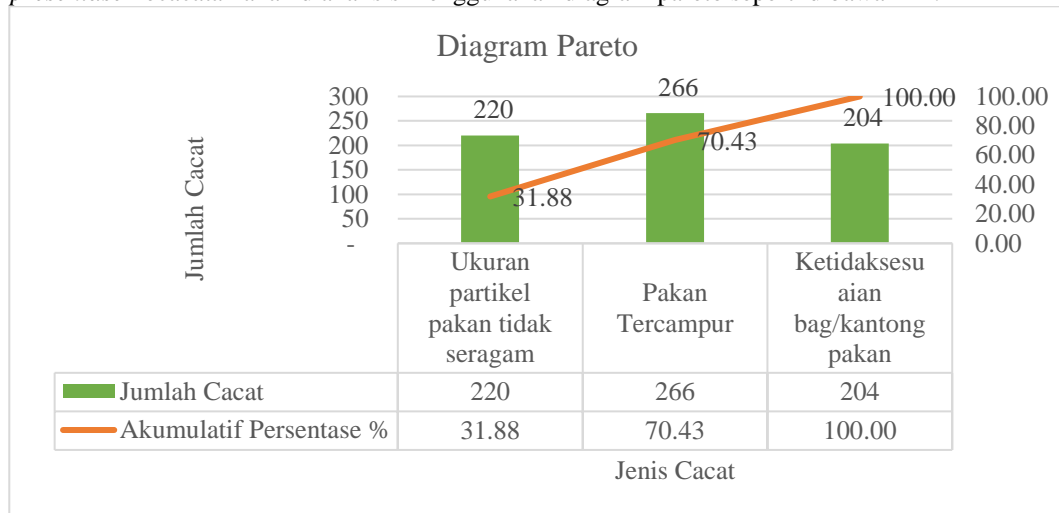
3. Diagram Pareto

Untuk membuat diagram pareto yaitu dengan merangking jenis kecacatan, urutan jenis kecacatan sudah di dapat dari tabel histogram. Kemudian menghitung presentase dari masing-masing jenis kecacatan. Berikut tabel perhitungan presentase.

Tabel 5. Presentase Kecacatan

Jenis Cacat	Jumlah Cacat	Frekuensi Kumulatif	Persentase	Akumulatif Persentase
Ukuran partikel pakan tidak seragam	220	220	31.9%	31.88%
Pakan Tercampur	266	486	38.6%	70.4%
Ketidaksesuaian bag/kantong pakan	204	690	29.6%	100%
Total	690		100%	

Tabel 5 menunjukkan *persentase* dari masing-masing jenis kecacatan yang terjadi pada proses produksi pakan ayam. Perhitungan *persentase* diperoleh dari jumlah cacat dibagi total cacat dikalikan 100%. Sedangkan akumulatif *persentase* dihitung dengan menjumlahkan *persentase* sebelumnya secara urutan. Diketahui ukuran partikel pakan tidak seragam memiliki jumlah akumulasi *persentase* sebesar 31.88%, pakan tercampur memiliki akumulasi *persentase* sebesar 70.4% yang didapatkan dari akumulasi *persentase* ukuran partikel tidak seragam dan pakan tercampur, ketidaksesuaian bag/kantong pakan memiliki akumulasi *persentase* sebesar 100% yang didapatkan dari akumulasi *persentase* ukuran partikel tidak seragam, pakan tercampur, dan ketidaksesuaian bag/kantong pakan. Tabel akumulasi *persentase* kecacatan akan dianalisis menggunakan diagram pareto seperti dibawah ini:



Gambar 4. Diagram Pareto Jenis Cacat

Berdasarkan gambar 4 menunjukkan jenis cacat dominan produk pakan ayam pada proses mesin adalah cacat ukuran partikel pakan tidak seragam sebanyak 220, cacat pakan tercampur sebanyak 266 dengan persentase kumulatif sebesar 70.43%. Garis yang menghubungkan batang vertikal memberikan akumulasi persentase partisi dari masing-masing elemen, yang membantu dalam menentukan titik di mana peningkatan efektif akan mencapai hasil terbesar.

4. Peta Kendali

Peta kendali adalah alat grafis yang digunakan untuk memantau dan mengendalikan suatu proses dari waktu ke waktu. Ini digunakan untuk melacak kinerja suatu proses dan mengidentifikasi tren atau pola apa pun yang mungkin mengindikasikan perlunya tindakan perbaikan. Peta kendali yang akan diterapkan ialah peta kendali atribut karena data yang diolah adalah karakteristik kecacatan, ialah peta kendali p.

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam membuat peta kendali p:

- a. Menghitung proporsi kecacatan (p)

Proporsi kecacatan untuk p10 dapat dihitung dengan rumus dimana np adalah jumlah cacat bulan ke-10, n adalah jumlah produksi bulan ke-10.

$$p1 = \frac{np10}{n10} = \frac{np10}{n10} = \frac{35}{9.656} = 0,004$$

Keterangan :

np1 = data kecacatan bulan ke-10

n1 = data total produksi bulan ke-10

- b. Menghitung garis pusat yang merupakan rata-rata kecacatan produk (\bar{p}) atau *central line* (CL) Rata-rata kecacatan produk dihitung menggunakan rumus:

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{690}{60.781} = 0,011$$

Keterangan :

$\sum np$: data total kecacatan

$\sum n$: data total produksi

- c. Menghitung *Upper Control Limit* (UCL) atau batas kendali atas dan *Lower Control Limit* (LCL) atau batas kendali bawah.

Batas kendali atas atau UCL dihitung dengan menggunakan rumus:

UCL

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

$$= 0,011 + 3 \sqrt{\frac{0,011(1-0,011)}{9.656}}$$

$$\begin{aligned}
&= 0,011 + \sqrt[3]{\frac{0,011(0,989)}{9,656}} \\
&= 0,011 + \sqrt[3]{\frac{0,01122}{9,656}} \\
&= 0,011 + \sqrt[3]{0,00000116} \\
&= 0,011 + 0,0105 \\
&= 0,022
\end{aligned}$$

Batas kendali bawah atau LCL dihitung dengan menggunakan rumus:

LCL

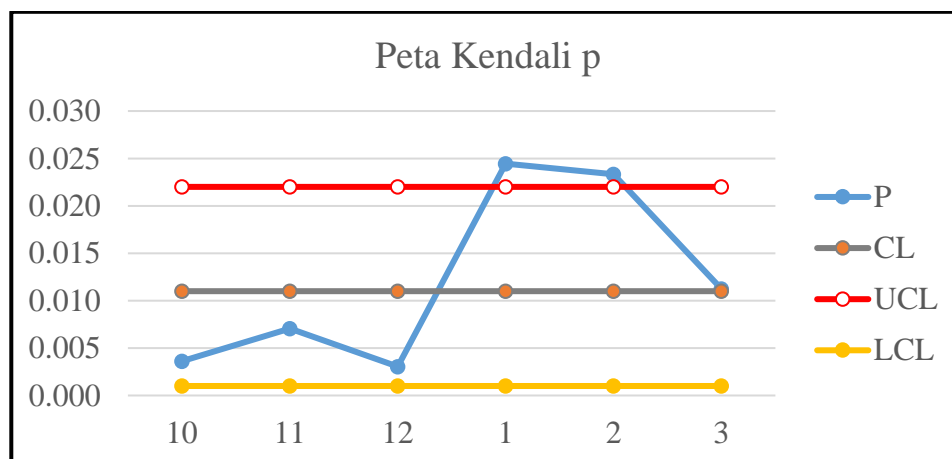
$$\begin{aligned}
&= \bar{p} - \sqrt[3]{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\
&= 0,011 - \sqrt[3]{\frac{0,011(1-0,011)}{9,656}} \\
&= 0,011 - \sqrt[3]{\frac{0,011(0,989)}{9,656}} \\
&= 0,011 - \sqrt[3]{\frac{0,01122}{9,656}} \\
&= 0,011 - \sqrt[3]{0,00000116} \\
&= 0,011 - 0,0105 \\
&= 0,001
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan nilai UCL dan LCL untuk bulan ke-10 menunjukkan proporsi kecacatan (p) masih dalam batas terkendali sedangkan untuk nilai UCL dan LCL bulan yang lain dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan Peta Kendali

Bulan ke-	Hasil Produksi	Jumlah Cacat (Pasang)	P	CL	UCL	LCL
10	9,656	35	0.004	0.011	0.022	0.001
11	11,475	81	0.007	0.011	0.022	0.001
12	8,858	27	0.003	0.011	0.022	0.001
1	7,157	175	0.024	0.011	0.022	0.001
2	8,791	205	0.023	0.011	0.022	0.001
3	14,844	167	0.011	0.011	0.022	0.001

Berdasarkan hasil perhitungan peta kendali p di atas, maka dapat digambarkan peta kendali seperti gambar 5.



Gambar 5. Peta Kendali p

Berdasarkan gambar 5 diketahui ada beberapa data proporsi yang melewati batas kendali atas. Bulan ke 1, ke dua melewati batas kendali atas dengan nilai p 0.024, dan p 0.023. Jika masih ada nilai p yang berada diluar kendali itu berarti proses produksi dianggap belum efektif. Agar proses tetap dalam kendali maka perlu dilakukan revisi. Berikut adalah langkah revisi peta kendali p:

1. Nilai p yang *out of control* dikeluarkan
2. Dilakukan perhitungan ulang

$$p1 = \frac{np1}{n1} = \frac{np1}{n1} = \frac{35}{9.656} = 0,004$$

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{310}{44.833} = 0,007$$

Batas kendali atas atau UCL dihitung dengan menggunakan rumus:

UCL

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

$$= 0,007 + 3 \sqrt{\frac{0,007(1-0,007)}{9.656}}$$

$$= 0,007 + 3 \sqrt{\frac{0,007(0,993)}{9.656}}$$

$$= 0,007 + 3 \sqrt{\frac{0,0069}{9.656}}$$

$$= 0,007 + \sqrt[3]{0,0000007}$$

$$= 0,007 + 0,0089$$

$$= 0,020$$

Batas kendali bawah atau LCL dihitung dengan menggunakan rumus:

LCL

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

$$= 0,007 - 3 \sqrt{\frac{0,007(1-0,007)}{9.656}}$$

$$= 0,007 - 3 \sqrt{\frac{0,007(0,993)}{9.656}}$$

$$= 0,007 - 3 \sqrt{\frac{0,0069}{9.656}}$$

$$= 0,007 - \sqrt[3]{0,0000007}$$

$$= 0,007 - 0,0089$$

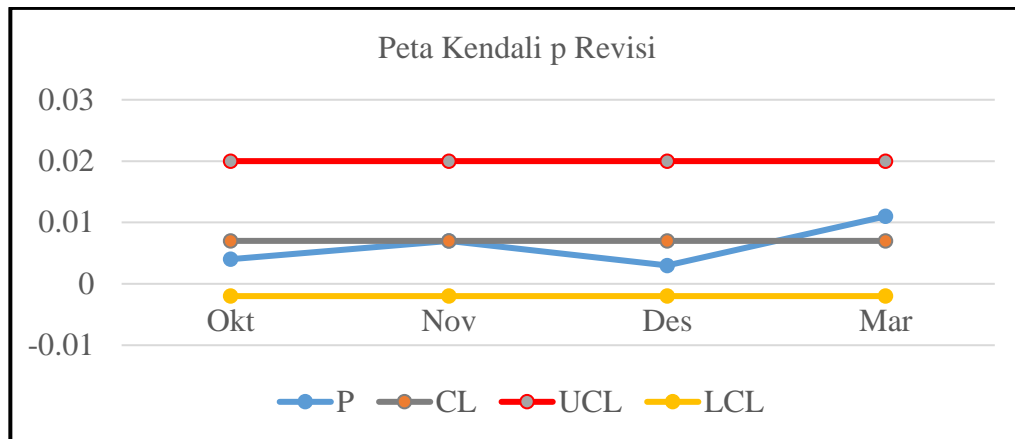
$$= -0,002$$

Pada gambar 5 menunjukkan bahwa terdapat 2 bulan yaitu bulan ke satu dan ke dua dari total enam bulan yang berada pada luar batas kendali, sehingga dapat dikatakan kecacatan yang terjadi tidak terkendali. Karena itu perlu dilakukan revisi dengan menghilangkan nilai yang diluar garis batas kendali/*out off control*. Berikut ini tabel 7 perhitungan peta kendali revisi:

Tabel 7. Perhitungan Peta Kendali p Revisi

Bulan ke-	Hasil Produksi	Jumlah Cacat (Pasang)	P	CL	UCL	LCL
10	9656	35	0.004	0.007	0.020	-0.002
11	11475	81	0.007	0.007	0.020	-0.002
12	8858	27	0.003	0.007	0.020	-0.002
3	14844	167	0.011	0.007	0.020	-0.002

Dari hasil perhitungan peta kendali p yang telah direvisi pada tabel 7 di atas, maka dapat digambarkan peta kendali seperti gambar 6 berikut:

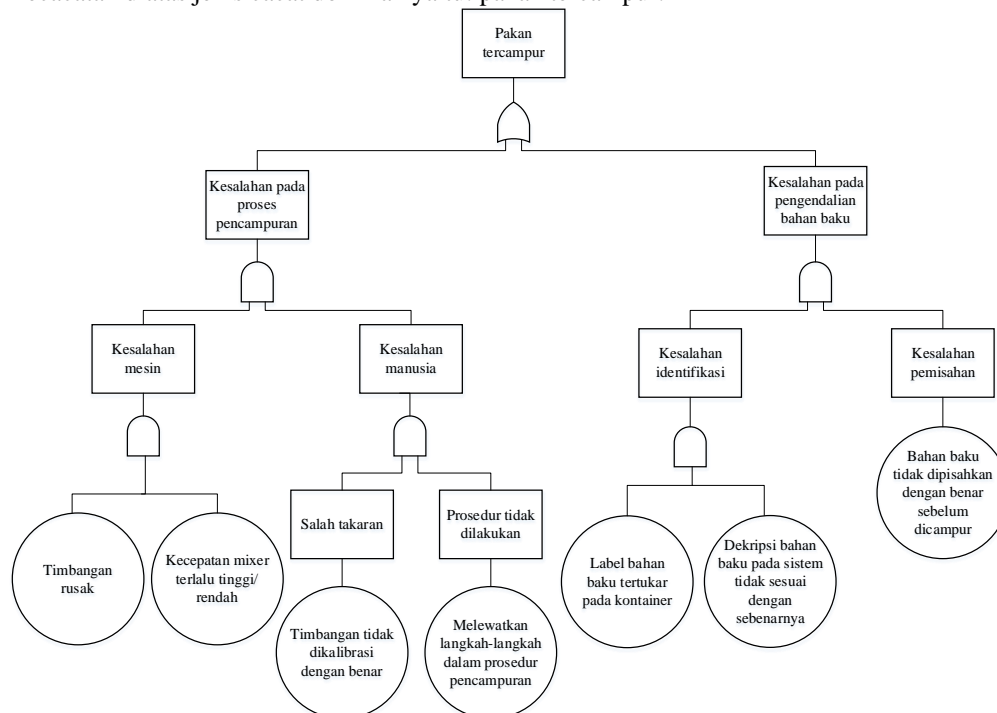


Gambar 6. Peta Kendali p Revisi

Berdasarkan diagram peta kendali diatas maka data yang dikeluarkan adalah data bulan ke sepuluh, sebelas, duabelas, dan tiga. Dapat dilihat pada gambar 6 setelah peta kendali p direvisi maka semua data sudah dalam batas kendali atas dan kendali bawah. Data terkendali berarti proses tersebut berada dalam kendali statistik atau variasinya yang dapat diprediksi.

D. Metode *Fault Tree Analysis*

Dengan menggunakan FTA, kita bisa membuat model visual untuk melihat hubungan sebab-akibat dari kegagalan tersebut. Fungsinya mengidentifikasi kemungkinan penyebab dari suatu kejadian yang tidak diinginkan. Berdasarkan identifikasi kecacatan diatas jenis cacat dominan yaitu: pakan tercampur.



Gambar 7. *Fault Tree Analysis* Pakan Tercampur

Berdasarkan gambar 7 kecacatan produk jenis pakan tercampur disebabkan oleh 2 faktor yaitu kesalahan pada proses pencampuran dan kesalahan pada pengendalian bahan baku. Faktor kesalahan pada proses pencampuran terjadi ada dua kesalahan yaitu mesin dan manusia. Kesalahan mesin meliputi kurasaan mesin yaitu timbangan yang rusak dan ketidaksesuaian pengaturan mesin yaitu kecepatan mesin mixer terlalu tinggi/rendah. Kesalahan manusia disebabkan oleh salah takaran meliputi timbangan tidak dikalibrasi dengan benar dan prosedur tidak dilakukan meliputi melewatkan langkah-langkah dalam prosedur pencampuran. Kemudian faktor kesalahan pada pengendalian bahan baku disebabkan oleh 2 hal yaitu kesalahan identifikasi dan kesalahan pemisahan, di kesalahan identifikasi disebabkan labeling tertukar atau tidak benar dan deskripsi bahan baku di sistem tidak sesuai dengan sebenarnya. Untuk kesalahan pemisahan disebabkan oleh bahan baku tidak dipisahkan dengan benar sebelum dicampur.

E. Rekomendasi untuk mengurangi tingkat kecacatan pada produk

Usulan mengurangi kecacatan terhadap pakan tercampur yaitu:

Meningkatkan pelatihan dan pengawasan: Berikan pelatihan yang lebih baik kepada operator tentang prosedur pencampuran dan pengendalian bahan baku. Lakukan pengawasan yang lebih ketat terhadap proses pencampuran dan pengendalian bahan baku. Memperbaiki dan memelihara peralatan: Lakukan kalibrasi timbangan secara berkala. Periksa dan perbaiki kerusakan pada mesin pencampur secara berkala. Meningkatkan sistem kontrol kualitas: Terapkan sistem pelabelan yang lebih jelas dan efektif untuk bahan baku. Pastikan sistem identifikasi bahan baku akurat dan mutakhir. Perkuat prosedur pemisahan bahan baku untuk mencegah kontaminasi silang[13].

VII. KESIMPULAN

Tingkat kecacatan produk pakan ayam yang paling urutan tinggi ke rendah pada PT. XYZ adalah jenis cacat pakan tercampur 38,6%, ukuran partikel pakan tidak seragam 31,9%, dan ketidaksesuaian kantong pakan 29,6%. Faktor yang menjadi penyebab terjadinya jenis kecacatan pakan tercampur disebabkan oleh kesalahan pada proses pencampuran dan kesalahan pada pengendalian bahan baku. Jenis kecacatan ukuran partikel pakan tidak seragam disebabkan oleh pencampuran tidak memadai dikarenakan campuran bahan baku yang tidak merata, penggilingan tidak tepat bisa dari pengaturan penggilingan yang tidak tepat, variabilitas ukuran partikel yang bervariasi dapat menghasilkan pakan dengan ukuran partikel yang tidak seragam, kehadiran bahan asing, penyimpanan dan pengiriman tidak tepat dikarenakan kondisi penyimpanan yang tidak optimal. Jenis kecacatan ketidaksesuaian kantong pakan disebabkan kualitas kantong pakan meliputi cacat fisik dan bahan yang tidak sesuai dan disebabkan kuantitas pakan meliputi kurang isi dan kelebihan isi dan disebabkan informasi kantong pakan meliputi label tidak sesuai, informasi tidak lengkap.

Pengendalian kualitas produk pakan ayam merupakan langkah kritis dalam proses produksi di PT. XYZ untuk memastikan bahwa pakan ayam yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Dengan menerapkan metode *Statistical Control Process* (SPC) dan *Fault Tree Analysis* (FTA), PT. XYZ dapat mengidentifikasi potensi masalah dan meningkatkan kualitas produk secara keseluruhan. Perusahaan perlu menentukan standar kualitas yang harus dipenuhi oleh departemen produksi. Selain itu, perusahaan perlu memastikan bahan baku yang digunakan dalam produksi pakan ayam memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Berdasarkan analisa dengan metode *fault tree analysis* (FTA) didapatkan usulan perbaikan yaitu: memperkuat kontrol kualitas selama produksi kantong pakan, termasuk inspeksi bahan baku, proses produksi, dan penyimpanan, gunakan bahan baku dengan kualitas tinggi dan konsisten, latih operator dengan baik dan berikan pelatihan tentang prosedur pengoperasian yang benar, lakukan pemeriksaan dan pemeliharaan alat secara berkala. lakukan analisis risiko secara berkala untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi bahaya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan artikel ilmiah ini. Serta seluruh pihak sangat penting untuk keberhasilan dalam penyelesaian penelitian ini. Oleh karena itu rasa terima kasih disampaikan teruntuk pihak dari Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang sudah memberikan pengarahan serta bimbingannya untuk penelitian ini, dan juga untuk pihak dari PT. XYZ yang sudah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian ini. Dan juga kedua orangtua yang selalu *support* dan mendoakan. Terkhusus calon partner hidup penulis terimakasih banyak atas dukungannya untuk menyelesaikan artikel ilmiah ini.

REFERENSI

- [1] W. Maulana, Muhammad Rizqi Fatmawati and D. B. Brav, "Metode Plan , Do , Check , Action (PDCA)," *J. Logist.*, vol. VOL.1.NO.1, pp. 30–38, 2022.
- [2] P. Wisnubroto, T. I. Oesman, and W. Kusniawan, "Pengendalian Kualitas Terhadap Produk Cacat Menggunakan Metode Seven Tool Guna Meningkatkan Produktivitas di CV. Madani Plast Solo," *IEJST (Industrial Eng. J. Univ. Sarjanawiyata Tamansiswa)*, vol. 2, no. 2, pp. 82–91, 2018.
- [3] A. Dikman, T. Wiliater, and S. Panjaitan, "Analisis Penurunan Tingkat Kecacatan untuk Produk Paper Core di PT . X," *Dikman al.*, vol. 11, no. 2, pp. 249–256, 2023.
- [4] A. Mikhailin and A. Suseno, "Analisis Pengendalian Produk Cacat Dengan Metode Control Chart Pada PT. Kawai Plant 1 Analysis of Defective Products with The Control Chart Method at PT. Kawai Indonesia Plant 1," *48 Jmemme*, vol. 6, no. 1, pp. 48–55, 2022, doi: 10.31289/jmemme.v6i1.6747.
- [5] S. Nasution and R. D. Sodikin, "Perbaikan Kualitas Proses Produksi Karton Box Dengan Menggunakan Metode DMAIC Dan Fuzzy FMEA," *J. Sist. Tek. Ind.*, vol. 20, no. 2, pp. 36–46, 2018, doi:

- 10.32734/jsti.v20i2.488.
- [6] M. Y. Muchsinin and W. Sulistiyowati, "Quality Control Analysis To Reduce Product Defects With The Lean Six Sigma Method And Fault Tree Analysis," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 3, 2023, doi: 10.21070/pels.v3i0.1323.
- [7] W. Sulistiyowati and P. Vitasari, "Pengendalian Kualitas Produk Di Pt Xyz Dengan Menggunakan Peta Kendali I-Mr," *Ind. Inov. J. Tek. Ind.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–5, 2023, doi: 10.36040/industri.v13i1.4268.
- [8] O. Barus, B. Sulistiyanto, C. S. Utama, and M. F. Haidar, "Analisis Pengendalian Mutu Pakan Ayam Petelur: Studi Kasus di Peternakan Ayam Petelur di Kecamatan Mijen Kota Semarang," *J. Litbang Provinsi Jawa Teng.*, vol. 20, no. 1, pp. 9–22, 2022, doi: 10.36762/jurnaljateng.v20i1.901.
- [9] I. Saputra, R. Stighfarrinata, and U. Bojonegoro, "Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Jagung Untuk Proses Produksi Pakan Ternak di PT.Japfa Comfeed Indonesia Tbk. Unit Gedangan Sidoarjo Dengan Metode EOQ," *J. Teknol. dan Manaj. Sist. Ind. (JTMSI)*, vol. 2, no. 1, pp. 9–19, 2023.
- [10] M. Sayuti, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Pakan Ternak Dengan Metode Statistical Quality Control (Sqc) Pada Perusahaan Pakan Ternak Di Karawang," *Ind. Xplore*, vol. 3, no. 1, 2018, doi: 10.36805/teknikindustri.v3i1.358.
- [11] D. Mahendra, A. M. Subagyo, and D. Almahdi, "Usulan Penerapan Metode Statistical Process Control pada Pengendalian Kualitas Produk Cacat Benang Combed 30s," *J. Serambi Eng.*, vol. 8, no. 2, 2023, doi: 10.32672/jse.v8i2.5506.
- [12] W. Ridwan, R. Widiastuti, and E. Nurhayati, "Analisis Pengendalian Kualitas Bibit Sawit Dengan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Metode Failutre Mode Effect Analysis (FMEA) di PT. Kapuas Sawit Sejahtera," *Reslaj Relig. Educ. Soc. Laa Roiba J.*, vol. 5, no. 6, pp. 3730–3738, 2023, doi: 10.47467/reslaj.v5i6.2741.
- [13] W. Sulistiyowati, "Control of Outsole Products With Statistical Process Control (SPC) And Fault Tree Analysis (FTA) [Pengendalian Produk Outsole Dengan Metode Statistical Process Control (SPC) dan Fault Tree Analysis (FTA)]," pp. 1–12.
- [14] M. T. Edi Supriyadi, S.T., "ANALISIS KUALITAS PRODUKSI DENGAN STATISTICAL PROSESS CONTROL (SPC)," in *ANALISIS KUALITAS PRODUKSI DENGAN STATISTICAL PROSESS CONTROL (SPC)*, 2021, p. 134.
- [15] Nofirza, R. Susanti, D. S. Ramadhan, P. P. Arwi, and M. Siregar, "Analisis Oil Losses Pada Stasiun Perebusan Produksi Crude Palm Oil (CPO) Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC)," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 2, no. 2, pp. 98–110, 2023, doi: 10.55826/tmit.v2i2.67.
- [16] M. A. Faiz, W. Winarno, and A. Suseno, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Celana pada UMKM KMStoreid Menggunakan Metode Statistical Process Control," *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 4, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i4.4915.
- [17] A. Saputra and S. Sarijal, "Condenser Damage Analysis using FTA And FMEA Methods at PLTU Nagan Raya," *J. Inotera*, vol. 7, no. 2, pp. 103–108, 2022, doi: 10.31572/inotera.vol7.iss2.2022.id180.
- [18] H. Hardiansah, Y. Sukmono, and W. W. E. Saptaningtyas, "Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA)," *J. Tek. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.30872/jatri.v1i1.493.
- [19] R. E. Wulansari, A. F. Khasanah, M. Djunaidi, J. T. Industri, F. Teknik, and U. M. Surakarta, "Prosiding IENACO 2020 Teknik Industri UMS (18 Maret 2020) 185," pp. 185–193, 2020.
- [20] E. M. Ratri, E. B. G, and M. Singgih, "Peningkatan Kualitas Produk Roti Manis pada PT Indoroti Prima Cemerlang Jember Berdasarkan Metode Statistical Process Control (SPC) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)," *e-Journal Ekon. Bisnis dan Akunt.*, vol. 5, no. 2, p. 200, 2018, doi: 10.19184/ejeba.v5i2.8686.

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.