

Penerapan Metode *Statistical Process Control* Dalam Pengendalian Kualitas Proses Produksi Tahu

Aninda Putri Dhiba¹, Pramudi Arsiwi^{2*}

^{1,2} Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Dian Nuswantoro Semarang
Jl. Nakula 1 no.1, Pendrikan Kidul, Kec. Semarang Tengah, Kota Semarang, Jawa Tengah 50131
Email: pramudi.arsiwi@dsn.dinus.ac.id

ABSTRAK

Permintaan tinggi terhadap produk pangan mendorong Pabrik Tahu H. Fadhol untuk meningkatkan kualitas produknya dengan mengurangi jumlah produk cacat, yang saat ini rata-rata mencapai 29 tahu per hari. Jika kondisi ini terus berlanjut, dapat berdampak pada penurunan penjualan dan potensi kerugian. Untuk mengatasi permasalahan ini, digunakan metode *Statistical Process Control* (SPC) guna mengkaji sejauh mana efektivitas proses produksi yang berjalan serta mengidentifikasi kekurangan dan kelemahannya. Dari hasil kajian melalui diagram Pareto, tingkat kerusakan tertinggi adalah cacat kepotong dengan total 222 potong atau 37,88%, serta kerusakan hancur yang mencapai 364 potong atau 62,12%. Sedangkan capaian kemampuan proses (*process capability*) saat ini memiliki Cp sebesar 0,00 dengan indeks Cpk -1,54, yang menunjukkan bahwa proses produksi belum mampu menghasilkan tahu sesuai standar. Oleh karena itu, pabrik tahu H. Fadhol perlu mengendalikan proses produksinya agar mencapai nilai indeks kapabilitas Cpk minimal 1. Faktor utama penyebab produk cacat produksi tahu ini adalah aspek manusia dan metode. Rekomendasi perbaikan diperlukan seperti pelatihan SDM dan perbaikan metode kerja sebagai langkah peningkatan kualitas.

Kata kunci: Kualitas Produk, Nilai Kapabilitas, *Statistical Process Control*, Diagram Fishbone.

ABSTRACT

High demand for food products encourages the H. Fadhol Tofu Factory to improve the quality of its products by reducing the number of defective products, which currently averages 29 tofu per day. If this condition continues, it can have an impact on declining sales and potential losses. To overcome this problem, the Statistical Process Control (SPC) method is used to assess the effectiveness of the ongoing production process and identify its shortcomings and weaknesses. From the results of the study through the Pareto diagram, the highest level of damage is cut defects with a total of 222 pieces or 37.88%, and crushed damage reaching 364 pieces or 62.12%. Meanwhile, the current process capability achievement has a Cp of 0.00 with a Cpk index of -1.54, which indicates that the production process has not been able to produce tofu according to standards. Therefore, the H. Fadhol tofu factory needs to control its production process in order to achieve a minimum Cpk capability index value of 1. The main factors causing defective tofu production are human and method aspects. Recommendations for improvement are needed such as HR training and improving work methods as steps to improve quality.

Keywords: Quality Control, Capability Value, *Statistical Process Control*, Fishbone Diagram.

Pendahuluan

Pabrik tahu H. Fadhol adalah industri kecil yang memproduksi tahu sebagai produk pangan yang berlokasi di Desa Bumiroso, Kecamatan Watumalang, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah. Tahu merupakan makanan favorit banyak orang yang sering dikonsumsi sebagai lauk. Permintaan yang tinggi mendorong pabrik tahu H. Fadhol untuk terus berkembang agar mampu bersaing dengan kompetitor. Untuk memastikan kualitas produknya tetap terjaga, pabrik ini mengontrol setiap tahap produksi, mulai dari perendaman, pembersihan, penyaringan, pengendapan, pencetakan, pengepresan, hingga pemotongan [1]. Berdasarkan data yang dikumpulkan, masih ditemukan produk yang mengalami kerusakan, seperti tahu yang terpotong atau hancur, dengan rata-rata kerusakan mencapai 29 tahu per hari. Jika kondisi ini terus berlanjut, biaya operasional dapat meningkat dan berpotensi menyebabkan kerugian. Kurangnya upaya dalam menjaga kualitas tahu juga dapat mendorong pelanggan untuk beralih ke produk tahu dari produsen lain [2].

Kualitas merupakan faktor penting dalam menentukan keberhasilan produk di pasar. Oleh karena itu, pengendalian kualitas harus dilakukan secara sistematis dan terukur. Salah satu metode yang terbukti efektif adalah *Statistical Process Control* (SPC), yang menggunakan pendekatan statistik untuk memantau dan mengendalikan proses produksi yang memanfaatkan beberapa alat seperti *Diagram Ishikawa*, *Scatter Diagram*, *Check Sheet*, *Pareto Chart*, dan *Control Chart*

[3]. Selain itu, analisis data juga dibutuhkan guna mengevaluasi kapabilitas proses dengan menghitung nilai C_p [4]. Hal ini bertujuan untuk menentukan apakah proses produksi di pabrik tahu H. Fadhol sudah memenuhi standar kapabilitas atau belum. SPC tidak hanya membantu mendeteksi adanya penyimpangan dalam proses, tetapi juga mengidentifikasi akar penyebab masalah dan memberikan dasar untuk pengambilan keputusan perbaikan.

Penelitian sebelumnya mengenai pengendalian kualitas di sektor UMKM cenderung menggunakan pendekatan deskriptif atau observasional, tanpa integrasi metode statistik yang kuat. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan menerapkan SPC secara komprehensif di pabrik tahu berbasis UMKM. Penelitian ini juga menerapkan kombinasi SPC, analisis diagram sebab-akibat (*fishbone*), serta metode 5W+2H untuk menyusun rekomendasi perbaikan yang dapat diimplementasikan secara langsung oleh pelaku UMKM. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan tidak hanya berkontribusi pada ranah akademik, tetapi juga memberikan dampak praktis dalam meningkatkan daya saing industri kecil [5].

Metode Penelitian

Penelitian terkait pengendalian proses pembuatan tahu H. Fadhol ini memanfaatkan metode *Statistical Process Control* (SPC). Data dikumpulkan melalui observasi langsung dan wawancara di Pabrik Tahu H. Fadhol selama 20 hari, dengan sampel harian tetap sebanyak 500 unit tahu, menghasilkan total 10.000 unit. Setiap sampel dicatat berdasarkan jumlah produk cacat, baik karena hancur maupun terpotong. Tahapan rinci metode dimulai dari pengumpulan data. Data utama didapatkan dengan pengamatan langsung di lokasi dan wawancara bersama pengelola usaha. Di sisi lain, data pendukung dikumpulkan melalui studi literatur yang relevan, mencakup jurnal ilmiah dan artikel yang berhubungan dengan topik penelitian [6].

Kemudian pembuatan peta kontrol nilai rata-rata digunakan untuk mengevaluasi apakah proses produksi berada pada batas kendali yang telah ditetapkan. Dengan kata lain, peta ini membantu memastikan bahwa rata-rata produk yang dihasilkan sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan, yaitu ukuran tahu sebesar 36 cm² [7]. Di sisi lain, peta kontrol jarak (R chart) dimanfaatkan untuk mengevaluasi tingkat ketelitian proses dengan mengukur variasi atau rentang (*range*) dari sampel data yang dikumpulkan dalam penelitian ini [8].

Selanjutnya perhitungan kemampuan proses menggunakan fungsi *capability analysis* menggunakan *software Minitab* untuk mengevaluasi sejauh mana suatu proses dapat sesuai dengan spesifikasi desain yang ditentukan oleh pabrik tahu H. Fadhol. Pengukuran ini menghasilkan sejumlah nilai yang dapat digunakan untuk menentukan *indeks* capaian proses [9]. Jika nilai kemampuan proses (C_p) lebih dari 1,33, maka proses dianggap mampu memenuhi spesifikasi yang ditetapkan, yang berarti produk yang dihasilkan memiliki kualitas sesuai standar. Sebaliknya, jika C_p kurang dari 1,33, maka proses belum memenuhi spesifikasi yang ditetapkan, sehingga produk yang dihasilkan dapat dikategorikan sebagai produk cacat [10].

Setelah menentukan apakah proses dapat berjalan efektif atau tidak, langkah selanjutnya adalah menelusuri penyebab kegagalan yang terjadi. Identifikasi akar permasalahan dilakukan menggunakan diagram sebab-akibat. Selanjutnya, hasil analisis akar masalah dievaluasi dengan metode 5W+2H guna menemukan solusi serta strategi peningkatan efisiensi proses [11].

Hasil Dan Pembahasan

Identifikasi Prosedur Produksi Tahu H. Fadhol

Proses pembuatan tahu dimulai dengan merendam kedelai terlebih dahulu guna mempermudah saat penggilingan, sehingga diperoleh bubur kedelai yang kental [12]. Selanjutnya, kedelai dicuci guna menghilangkan kotoran agar tidak mengganggu proses penggilingan dan mencegah pencampuran kotoran dalam adonan tahu. Setelah itu, kedelai digiling menggunakan mesin penggiling biji kedelai untuk menghasilkan bubur kedelai. Selama proses penggilingan, air dialirkan guna mencapai tingkat kekentalan yang diinginkan. Kemudian, kedelai direbus dalam bak bundar berbahan semen untuk mendenaturasi protein, sehingga lebih mudah mengalami koagulasi saat asam ditambahkan [13]. Selanjutnya, proses penyaringan dilakukan dengan menggunakan kain penyaring digunakan untuk menyaring ampas atau residu padatan dari bubur kedelai, sehingga diperoleh larutan hasil penyaringan yang diharapkan.

Tahap selanjutnya adalah proses pengendapan, di mana pada tahap ini dihasilkan cairan berwarna putih menyerupai susu yang akan mengalami proses lanjutan. Filtrat yang diperoleh selanjutnya dicampurkan dengan sejumlah asam cuka. Penambahan cuka asam ini bertujuan untuk mengendapkan dan menggumpalkan protein dalam tahu, sehingga terbentuk pemisahan pada whey dan gumpalan padat tahu [14]. Setelah penambahan cuka asam, campuran akan membentuk dua lapisan, yaitu lapisan atas berupa whey dan lapisan bawah berupa endapan atau filtrat tahu. Setelah proses pengendapan selesai, endapan tahu dicetak menggunakan cetakan kayu yang dilengkapi lubang-lubang kecil di sekelilingnya. Lubang-lubang ini berfungsi untuk mempermudah pengeluaran air selama tahap pengepresan.

Setelah tahapan pencetakan dilakukan, tahu yang telah terbentuk dilepaskan dari cetakan dengan membalik cetakan tersebut dan melepaskan kain penyaring yang melapisinya [15]. Selanjutnya, pengukuran tahu, kemudian dipotong, dan dialihkan ke dalam air pada ember untuk menjaga bentuknya agar tidak hancur.



Gambar 1. Proses pembuatan tahu

Pengumpulan Data

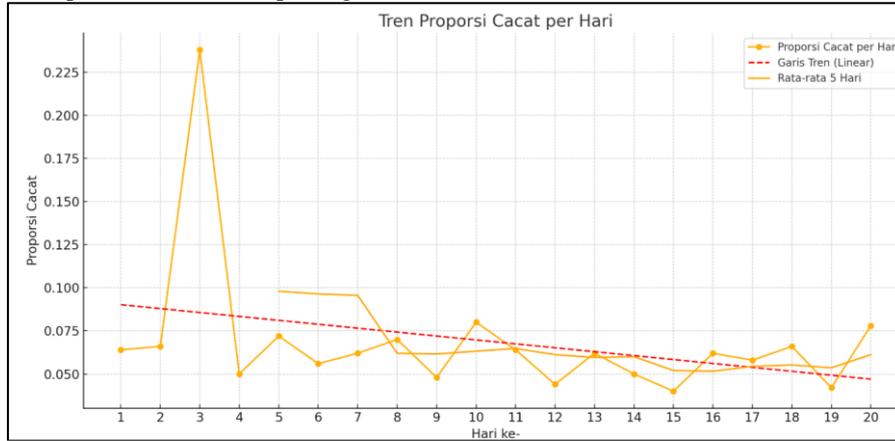
Pengumpulan data dilakukan dengan meninjau pembukuan di pabrik tahu H. Fadhol sebanyak 20 sampel data diambil, dengan jumlah produksi tetap sebesar 500 potong tahu per hari. Data yang dikumpulkan mencakup produk cacat, seperti tahu yang terpotong dan hancur. Berikut adalah data yang diperoleh:

Tabel 1. Data Sampel Tahu

No	Jumlah Produksi	Produk Realisasi	Jenis Cacat		Jumlah Cacat
			Kepotong	Hancur	
1	500	468	21	11	32
2	500	467	20	13	33
3	500	381	9	10	19
4	500	475	10	15	25
5	500	464	8	28	36
6	500	472	10	18	28
7	500	469	5	26	31
8	500	465	17	18	35
9	500	476	15	9	24
10	500	460	8	32	40
11	500	468	9	23	32
12	500	478	13	9	22
13	500	469	10	21	31
14	500	475	11	14	25
15	500	480	5	15	20
16	500	469	9	22	31
17	500	471	11	18	29
18	500	467	10	23	33

19	500	479	9	12	21
20	500	461	12	27	39
Jumlah	10000	9314	222	364	586

Dalam pengendalian proses produksi tahu di pabrik H. Fadhol, digunakan alat statistik yaitu peta kontrol (*Control Chart*) dan analisis nilai kemampuan proses. Analisis tren juga diperlukan untuk memahami pola dan tren dari waktu ke waktu terkait dengan cacat produk. Berikut merupakan grafik analisis tren :

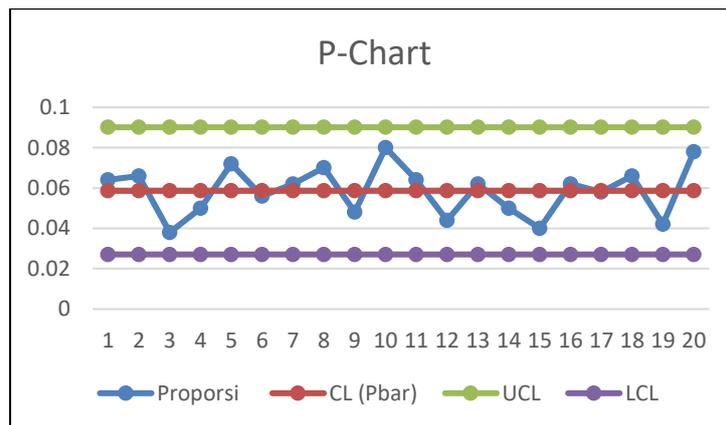


Gambar 2. Grafik Analisis Tren Produk Cacat Pada Tahu

Secara keseluruhan, proporsi cacat menunjukkan tren menurun. Pada hari ke-3 tampak sebagai outlier besar (proporsi cacat sangat tinggi: 23.8%). Hal ini bisa terjadi karena kesalahan atau kejadian khusus. Pada garis tren linier memiliki slope negatif sebesar -0.00227 , yang berarti ada kecenderungan penurunan proporsi cacat dari waktu ke waktu [16]. Rata-rata bergerak menunjukkan fluktuasi ringan, tetapi tetap cenderung stabil ke arah bawah setelah puncak hari ke-3.

Metode pengendalian ini didasarkan pada pertimbangan biaya, efektivitas solusi, serta efisiensi waktu dalam proses produksi [17]. Jenis peta kendali yang diterapkan adalah peta kontrol p (*P-Chart*), karena sesuai untuk data atribut dengan jumlah sampel konstan sebanyak 20. Data tersebut diperoleh dari pencatatan produksi di pabrik tahu H. Fadhol. P control chart berfungsi sebagai alat untuk memantau dan mengendalikan kualitas data berdasarkan ukuran sampel, baik yang bersifat konstan maupun variabel. Dengan demikian, produk cacat atau rusak dapat teridentifikasi dan diperbaiki. Peta kontrol p sendiri merupakan bagian dari diagram kontrol atribut [18].

Pengendalian dilakukan dengan memantau jalannya proses. Oleh karena itu, dibuat peta kendali berfungsi mengetahui sejauh mana proses tersebut berada dalam kondisi terkendali atau tidak [19]. Berikut merupakan gambar peta kontrol P (*P Chart*) :



Gambar 3. P-Chart Kerusakan Tahu

Langkah – langkah dalam pembuatan peta kontrol :

- a. Mengumpulkan data
Data yang dikumpulkan menggambarkan jumlah sedang diperiksa (n). Data diambil pada proses yang sama secara berurutan [20].
- b. Membagi data
Data dibagi kedalam subgrup berdasarkan batch/lot ataupun waktu/tanggalnya
- c. Menghitung proporsi cacat untuk setiap observasi [21].

$$p = \frac{np_i}{n_i} \tag{1}$$

Keterangan:

np_i = banyak produk cacat pengamatan ke i (untuk i = 1,2,3,...)

n_i = ukuran sampel observasi ke i (untuk i = 1,2,3,...)

Contoh perhitungan :

$$p = \frac{np_i}{n_i}$$

$$p = \frac{32}{500}$$

$$p = 0,064$$

Tabel 2. Proporsi Cacat

No	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Proporsi
1	500	32	0,064
2	500	33	0,066
3	500	19	0,038
4	500	25	0,05
5	500	36	0,072
6	500	28	0,056
7	500	31	0,062
8	500	35	0,07
9	500	24	0,048
10	500	40	0,08
11	500	32	0,064
12	500	22	0,044
13	500	31	0,062
14	500	25	0,05
15	500	20	0,04
16	500	31	0,062
17	500	29	0,058
18	500	33	0,066
19	500	21	0,042
20	500	39	0,078
Jumlah	10000	586	1,172

d. Menghitung rata-rata proporsi produk cacat

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np_i}{\sum n_i} \tag{2}$$

Keterangan:

\bar{p} = rata-rata produksi

$\sum np_i$ = total produk cacat

$\sum n_i$ = total ukuran sampel

Contoh perhitungan :

$$\bar{p} = \frac{\sum np_i}{\sum n_i}$$

$$\bar{p} = \frac{586}{10000}$$

$$\bar{p} = 0,059$$

e. Menentukan batas pengendalian atas dan bawah

$$CL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}} \tag{3}$$

Keterangan:

UCL = *Upper Control Limit* (Batas Pengendalian Atas)

LCL = *Lower Control Limit* (Batas Pengendalian Bawah)

Contoh perhitungan UCL :

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

$$CL = 0,059 + 3 \sqrt{\frac{0,059(1-0,059)}{500}}$$

$$CL = 0,090$$

Contoh perhitungan LCL :

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

$$CL = 0,059 - 3 \sqrt{\frac{0,059(1-0,059)}{500}}$$

$$CL = 0,027$$

Tabel 3. Batas Pengendalian Atas dan Bawah

No	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Proporsi	CL (Pbar)	UCL	LCL
1	500	32	0,064	0,059	0,09	0,027
2	500	33	0,066	0,059	0,09	0,027
3	500	19	0,038	0,059	0,09	0,027
4	500	25	0,05	0,059	0,09	0,027
5	500	36	0,072	0,059	0,09	0,027
6	500	28	0,056	0,059	0,09	0,027
7	500	31	0,062	0,059	0,09	0,027
8	500	35	0,07	0,059	0,09	0,027
9	500	24	0,048	0,059	0,09	0,027
10	500	40	0,08	0,059	0,09	0,027
11	500	32	0,064	0,059	0,09	0,027
12	500	22	0,044	0,059	0,09	0,027
13	500	31	0,062	0,059	0,09	0,027
14	500	25	0,05	0,059	0,09	0,027
15	500	20	0,04	0,059	0,09	0,027
16	500	31	0,062	0,059	0,09	0,027
17	500	29	0,058	0,059	0,09	0,027
18	500	33	0,066	0,059	0,09	0,027
19	500	21	0,042	0,059	0,09	0,027
20	500	39	0,078	0,059	0,09	0,027
Jumlah	10000	586	1,172			

f. Menggambar peta kendali P

Memasukkan nilai CL, UCL, CL, dan nilai proporsi yang telah dihitung sebelumnya ke dalam peta kendali, lalu mengamati hasilnya [22].

Analisis Peta Kendali

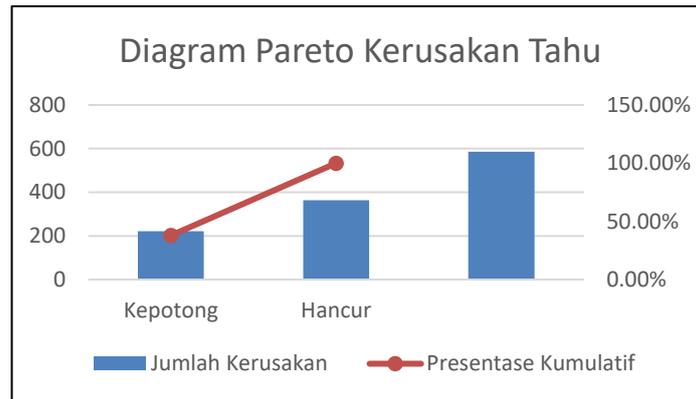
Berdasarkan hasil peta kendali P, secara umum proses berada dalam kondisi terkendali, yang ditunjukkan oleh sebagian besar penyebaran produk masih berada dalam rentang batas kendali atas (*Upper Control Limit/UCL*) dan batas kendali bawah (*Lower Control Limit/LCL*) [23]. Dengan demikian, proses masih dapat dikendalikan. Namun, penting juga untuk mengevaluasi kemampuan proses secara menyeluruh dengan mengukur *process capability* [24].

Berdasarkan Gambar 5. pada peta kendali P di atas, diketahui bahwa data masih berada dalam rentang yang dapat dikendalikan, karena tidak terdapat jumlah kerusakan yang melebihi batas kendali atas maupun batas kendali bawah.

Tabel 4. Presentase Kerusakan

No	Jenis Kerusakan	Jumlah Kerusakan	Presentase Kerusakan (%)	Presentase Kumulatif
1	Kepotong	222	37,88%	37,88%
2	Hancur	364	62,12%	100,00%
Total		586	100,00%	

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, perbandingan jenis kerusakan yang terjadi dapat divisualisasikan dalam diagram pareto sebagai berikut:

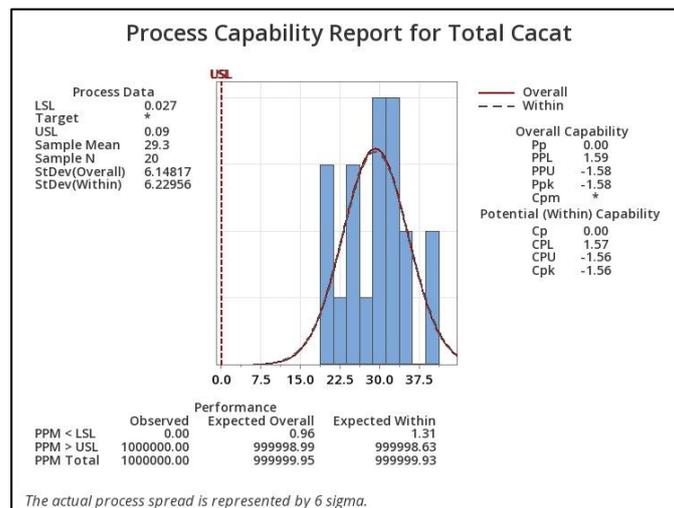


Gambar 4. Diagram Pareto Kerusakan Tahu

Berdasarkan diagram Pareto pada Gambar 6. Jenis kerusakan yang paling umum dijumpai adalah cacat. kepotong dengan total 222 potong atau 37,88%, serta kerusakan hancur yang mencapai 364 potong atau 62,12%.

Evaluasi Kinerja

Gambar berikut ini menunjukkan hasil penyelesaian yang dilakukan menggunakan Minitab :

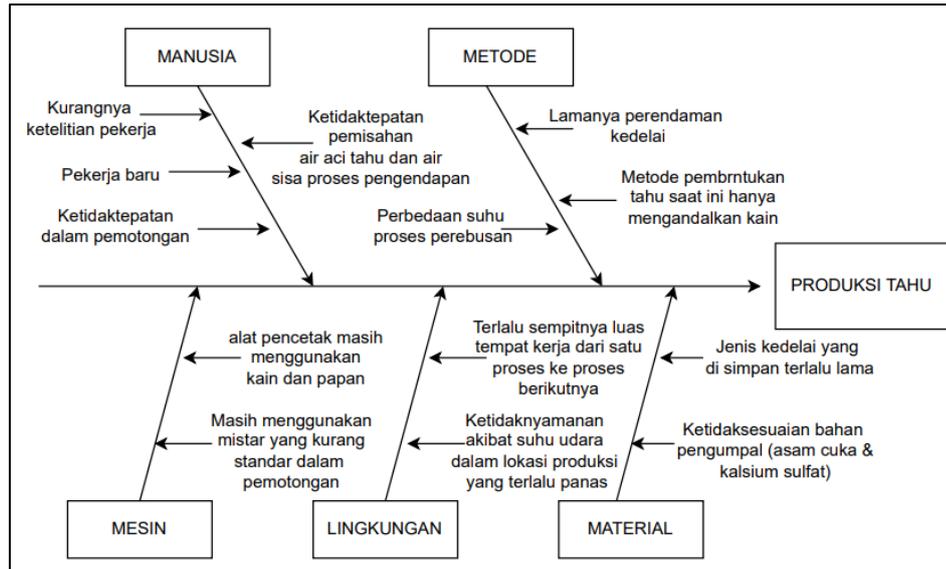


Gambar 5. Capability Process

Hasil pengukuran *capability process* menunjukkan bahwa nilai Cp yang diperoleh adalah 0,00 atau $Cp < 1,33$, sementara nilai Cpk sebesar -1,56 atau $Cpk < 1$. Hal ini mengindikasikan bahwa proses produksi tahu belum mampu memenuhi standar kualitas yang ditetapkan [25]. Cpk negatif menandakan distribusi hasil sangat menyimpang dari target dan sangat tidak stabil [26] Jika kondisi ini berlanjut, kualitas produk yang dihasilkan akan tetap rendah meskipun proses berada dalam kontrol, sehingga membahayakan kelangsungan usaha jangka panjang. Oleh karena itu, pabrik tahu H. Fadhol perlu mengambil langkah-langkah perbaikan. Berdasarkan hasil tersebut, maka dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi faktor penyebab ketidaksesuaian Proses untuk menghasilkan produk sesuai dengan standar yang ditentukan sebelumnya [27].

Faktor Penyebab Penyimpangan

Tahapan ini berfungsi untuk mengidentifikasi potensi dan faktor yang memicu kerusakan pada produk tahu. Proses ini mengandalkan diagram sebab akibat yang dianalisis dengan mempertimbangkan aspek manusia, bahan, cara kerja, peralatan, serta kondisi lingkungan [28].



Gambar 6. Diagram Fishbone Faktor Penyebab Penyimpangan

Mengacu pada diagram di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa penyebab utama cacat produksi adalah faktor manusia dan metode. Faktor dominan aspek manusia seperti kurangnya pelatihan keterampilan kerja dan kelelahan akibat jam kerja yang panjang. Selain itu, metode kerja yang belum distandardisasi dan alat potong manual berkontribusi pada cacat bentuk dan ukuran tahu.

Rekomendasi Perbaikan

Dari akar permasalahan yang diidentifikasi dalam diagram sebab-akibat, langkah berikutnya adalah tahap perbaikan (*improve*) [29]. Pada tahap ini, diperlukan penyusunan rencana tindakan untuk meningkatkan kualitas produk tahu. Rencana tindakan tersebut antara lain :

Tabel 5. Presentase Kerusakan

Faktor	Perbaikan
Manusia	<ul style="list-style-type: none"> - Mengadakan program training atau pelatihan rutin untuk meningkatkan keterampilan dan pengetahuan karyawan sehingga mereka lebih percaya diri dan mampu fokus pada tugasnya. - Mengatur shift kerja dan memastikan karyawan mendapatkan istirahat yang cukup dengan menerapkan jeda waktu kerja yang teratur untuk mencegah kelelahan [30].
Metode	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluasi produksi untuk meningkatkan efisiensi di setiap tahap pembuatan. - Investasikan dalam peralatan dan teknologi terbaru untuk meningkatkan kecepatan dan konsistensi produksi
Mesin	<ul style="list-style-type: none"> - Investasikan dalam mesin baru dengan teknologi canggih untuk meningkatkan efisiensi dan konsistensi dalam produksi. Misalnya memperlengkap fasilitas berupa alat pemotong otomatis untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dan seragam, menghindari tahu terpotong dan rusak [31]. - Mempertimbangkan untuk mengotomatisasi beberapa bagian dari proses produksi untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi kesalahan manusia.
Lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> - Menciptakan lingkungan kerja aman, nyaman, dan bebas dari gangguan yang dapat mengurangi konsentrasi karyawan. Misalnya dengan memperbaiki layout produksi tahu, ruangan dengan pencahayaan dan suhu sesuai standar - Memasang sistem pengolahan air limbah yang efektif untuk memastikan air yang dibuang memenuhi standar lingkungan yang ditetapkan.
Material	<ul style="list-style-type: none"> - Memastikan bahan baku yang digunakan berkualitas tinggi untuk menghasilkan tahu yang lebih baik dan konsisten. - Melakukan audit kualitas bahan baku secara berkala untuk memastikan kesesuaian dengan standar yang ditetapkan.

Dari rekomendasi perbaikan diharapkan dapat diterapkan untuk upaya *continuous improvement* dan dinilai feasible karena berdampak langsung terhadap efisiensi dan kualitas produksi sehingga meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi tahu dan tingkat kerugian akibat produk yang cacat akan berkurang [32].

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode Statistical Process Control (SPC) terbukti efektif dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan memperbaiki kualitas proses produksi pada UMKM. Dari total produksi sebanyak 10.000 unit tahu, ditemukan 586 unit produk cacat, yang terdiri dari 222 unit cacat karena terpotong dan 364 unit hancur, dengan rata-rata proporsi kerusakan sebesar 5,86%. Melalui analisis peta kendali P, seluruh titik pengamatan berada dalam batas kendali (UCL = 0,090 dan LCL = 0,027), menunjukkan stabilitas proses secara statistik.

Namun, hasil pengukuran kemampuan proses menunjukkan bahwa nilai Cp adalah 0,00 (di bawah standar minimal 1,33) dan nilai Cpk sebesar -1,56 (di bawah 1), yang mengindikasikan bahwa proses produksi belum mampu menghasilkan produk sesuai spesifikasi yang diharapkan. Analisis lebih lanjut menggunakan diagram sebab akibat mengidentifikasi bahwa kegagalan proses terutama disebabkan oleh faktor manusia dan metode kerja yang kurang optimal.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada ruang lingkup yang hanya mencakup satu UMKM dan satu jenis produk, sehingga untuk pengembangan ke depan, disarankan agar studi dilakukan pada variasi produk yang lebih luas, mencakup lokasi produksi yang berbeda, serta mempertimbangkan penggunaan metode statistik lanjutan seperti Six Sigma atau Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk menghasilkan temuan yang lebih komprehensif dan solusi yang lebih strategis.

Daftar Pustaka

- [1] S. Kasus and U. Bapak, "Implementasi Six Sigma Dan Fault Tree Analysis Dalam Peningkatan Kualitas Produk Tahu," vol. 3, no. 3, pp. 304–312, 2024.
- [2] S. Apriani and F. S. Desitama, "Pengaruh Pengetahuan Akuntansi, Motivasi Kerja, dan Pengalaman Usaha Terhadap Proses Pengambilan Pada Pelaku UMKM Pabrik Tahu Di Kecamatan Gondang," *Econ. Digit. Bus. Rev.*, vol. 4, no. 2, pp. 329–337, 2023.
- [3] Dira Santana and F. N. Azizah, "Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) Pada Part Lever Comp Throttle Di PT.OMI," *Ind. J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 1, pp. 134–143, 2024, doi: 10.37090/indstrk.v8i1.1179.
- [4] P. Statistical, P. Control, M. Remaja, Y. S. Andika, T. Hidayat, and U. Wahyuningsih, "Metode Jurnal Teknik Industri Vol. 11 (1): 66-76 2025 dalam Menggunakan Sepeda Motor Listrik Application of Statistical Process Control to Determine the Interest of," vol. 11, no. 1, pp. 66–76, 2025.
- [5] J. Imtechno, S. A. Pratama, M. Fahreza, M. K. Hidayat, U. Bina, and S. Informatika, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode SQC Dan Kaizen Pada PT. Laksana Tekhnik Makmur," vol. 6, no. 1, 2025.
- [6] W. Astuti, A. H. Maksum, and D. Herwanto, "Penerapan Metode Statistical Quality Control (Sqc) Dan Analisis Fmea Untuk Menurunkan Tingkat Reject Holes Cigarette Paper Grade Coresta 60 Di PT Bukit Muria Jaya (BMJ)," no. 2024, 2025.
- [7] F. Sumasto *et al.*, "Strategi keberlanjutan dalam proses produksi tahu: pendekatan lean manufacturing untuk umkm," *J. Serambi Eng.*, vol. 9, no. 1, pp. 7721–7729, 2024.
- [8] J. Thor *et al.*, "Application of statistical process control in healthcare improvement: Systematic review," *Qual. Saf. Heal. Care*, vol. 16, no. 5, pp. 387–399, 2007, doi: 10.1136/qshc.2006.022194.
- [9] A. Gessa, E. Marin, and P. Sancha, "A practical application of statistical process control to evaluate the performance rate of academic programmes: implications and suggestions," *Qual. Assur. Educ.*, vol. 30, no. 4, pp. 571–588, 2022, doi: 10.1108/QAE-03-2022-0065.
- [10] M. Rizal and S. M. Khoiroh, "Penerapan Metode Statistical Process Control Dalam Pengendalian Kualitas Kawat Baja," *J. Tek. Ind.*, vol. Vol.9 (2), no. 2, pp. 48–62, 2023.
- [11] Hadiyanto and E. Sitepu, "Statistical Process Control (SPC) Implementation in Manufacturing Industry to Improve Quality Performance: A Prisma Systematic Literature Review and Meta Analysis," *E3S Web Conf.*, vol. 426, 2023, doi: 10.1051/e3sconf/202342601066.
- [12] B. A. Visnuwardhani and F. A. Pratikno, "Sigma Di UMKM Pabrik Tahu Tempe Flamboyan," *J. Logist.*, vol. 1, no. 2, pp. 11–21, 2023.
- [13] C. D. Journal *et al.*, "Implementasi Strategi Brand Image Dan Promosi Media," vol. 4, no. 4, pp. 7177–7182, 2023.

- [14] B. Dan, A. Produksi, D. Umkm, and C. Desa, "Pengendalian Mutu Kesterilan Dan Kehigienisan Pada Bahan," vol. 2, pp. 38–44, 2023.
- [15] L. N. Asya, F. Raharyanti, and A. Asnifatima, "Analisis Penerapan Good Manufacturing Practices (GMP) pada UMKM (Studi Kasus Produksi Tahu Bapak Eman di Cibereum Kota Bogor) Tahun 2022," vol. 6, no. 4, pp. 360–374, 2023, doi: 10.32832/pro.
- [16] A. C. Banjarnahor and N. B. Puspitasari, "Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Statistical Processcontrolpada Produk Crude Palm Oil (Studi Kasus PTXYZ)," *Ind. Eng. Online J.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–9, 2023.
- [17] T. Doan and P. V. Dung, "Critical Success Factors for Statistical Process Control in the Enterprises Operating in Hanoi, Vietnam," *Int. J. Bus. Manag.*, vol. 7, no. 12, 2019, doi: 10.24940/theijbm/2019/v7/i12/bm1912-034.
- [18] R. K. Umam and A. Kalista, "Analisa Pengendalian Kualitas Statistik Dengan Menggunakan Metode Statistical Process Control Di Pt. Xyz," *MathVision J. Mat.*, vol. 3, no. 1, pp. 28–37, 2021, doi: 10.55719/mv.v3i1.258.
- [19] 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.
- [20] F. Wicaksono and Z. Fanani, "Analisis Proses Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi Cocobit Kelapa Muda Dengan Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) Abstrak," vol. d.
- [21] M. Nabil, F. Pratama, and A. S. Cahyana, "Frozen Food Quality Control Using Statistical Process Control Methods and Failure Mode and Effect Analysis Pengendalian Mutu Frozen Food Dengan Metode Statistical Process Control dan Failure Mode and Effect Analysis," vol. 4, no. June, 2023.
- [22] P. Kualitas *et al.*, "Dengan Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC)," vol. 6, no. 2, pp. 30–39, 2022.
- [23] E. Simolowo, "the Development and Application of Statistical Process Control Software for Higher Productivity in," no. February, 2021, doi: 10.26437/ajar.04.01.2018.01.
- [24] B. Karmakar, A. Chakraborty, and R. Basu, "Applying Statistical Process Control for Improving Quality in SMEs," no. July, p. 8, 2022.
- [25] D. Metode, S. Process, C. Spc, and A. M. Azis, "Analisis pengendalian kualitas produk mie dengan metode statistical process control (spc 1)," pp. 16–32, doi: 10.37478/als.v14i01.3203.
- [26] N. Shrestha, "Application of Statistical Process Control Chart in Food Manufacturing Industry," *Int. J. Eng. Bus. Manag.*, vol. 4, no. 5, pp. 82–87, 2021, doi: 10.22161/ijebm.4.5.2.
- [27] E. Zenneta, M. F. Sufa, P. Studi, T. Industri, F. Teknik, and U. M. Surakarta, "Analisis Pengendalian Kualitas Proses Produksi Teh Hitam Orthodox Dengan Metode Statistical Process Control (Spc) Dan Root Cause Analysis (RCA) (Studi Kasus: PT. Pagilaran Unit Produksi Kaliboja)".
- [28] I. P. Ramadhani, W. Winardini, U. N. Surabaya, and K. Surabaya, "Analisis Diagram Fishbone Dalam Kebijakan," vol. 2, no. 5, 2024.
- [29] I. F. Fantasia and R. Wahyudi, "Identifikasi Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode Statistical Process Control Pada PT X," *INVASI J. Ind. Inov.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–11, 2024.
- [30] P. Kendali, "Penerapan Pengendalian Kualitas menggunakan Statistical Process Control (SPC) dalam Upaya Meningkatkan Manajemen Mutu," vol. 21, pp. 60–70, 2024.
- [31] N. A. Pratama, M. Z. Dito, O. O. Kurniawan, and A. Z. Al-faritsy, "Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Metode Seven Tools Dan Kaizen Dalam Upaya Mengurangi Tingkat Kecacatan Produk," vol. 2, no. 2, pp. 53–62, 2023.
- [32] J. Li, "Application of Statistical Process Control in Engineering Quality Management," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 831, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/831/1/012073.