

Pengendalian Kualitas Proses V-Mix Minuman Serbuk Menggunakan *Statistical Process Control* dan *Root Cause Analysis*

Amirul Akmal¹, Deny Andesta²

^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik
Jl. Sumatera No.101, Gn. Malang, Randuagung, Kec. Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61121, Indonesia
Email: amirul.akmal.id@gmail.com, deny_andesta@umg.ac.id

ABSTRAK

Variasi proses penimbangan pada tahap V-Mix industri minuman serbuk berpotensi menyebabkan penyimpangan berat yang berdampak pada efisiensi bahan baku dan konsistensi hasil produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kestabilan proses produksi Teajus varian Gula Batu di PT XYZ menggunakan metode Statistical Process Control (SPC) dan Root Cause Analysis (RCA). Data penelitian berupa 60 hasil penimbangan netto selama 12 hari pengamatan pada Shift 2B periode September–Oktober 2025 dengan ukuran subgroup sebanyak 5 observasi. Analisis SPC dilakukan menggunakan histogram, diagram Pareto, dan peta kendali \bar{X} -R. Hasil analisis menunjukkan adanya dua subgroup out-of-control pada peta R akibat assignable cause berupa kesalahan prosedural dan pergantian operator. Setelah revisi batas kendali dilakukan, proses menunjukkan kondisi yang terkendali secara statistik. Analisis distribusi menunjukkan bahwa kondisi over memiliki risiko ekonomi lebih tinggi dibandingkan loss dengan nilai maksimum penyimpangan mencapai 13,0 kg. Selain itu, hasil analisis kapabilitas proses menunjukkan nilai Cp sebesar 0,09 dan Cpk sebesar 0,08 yang mengindikasikan bahwa proses belum kapabel memenuhi toleransi $\pm 0,5$ kg. Hasil RCA berbasis fishbone diagram 6M menunjukkan bahwa faktor metode, manusia, dan mesin menjadi penyebab dominan penyimpangan. Oleh karena itu, usulan perbaikan difokuskan pada penerapan SOP double check, peningkatan kompetensi operator, dan kalibrasi alat secara berkala.

Kata kunci: *Pengendalian kualitas, SPC, RCA, losses, over, V-Mix.*

ABSTRACT

Variations in the weighing process at the V-Mix stage in powdered beverage manufacturing can lead to weight deviations affecting raw material efficiency and product consistency. This study aimed to analyze the stability of the Teajus Gula Batu production process at PT XYZ using Statistical Process Control (SPC) and Root Cause Analysis (RCA). The research data consisted of 60 net weight observations collected over 12 days during the September–October 2025 period in Shift 2B, with a subgroup size of five observations. SPC analysis was conducted using histograms, Pareto diagrams, and \bar{X} -R control charts. The results identified two out-of-control subgroups in the R chart caused by assignable causes related to procedural errors and operator shift changes. After revising the control limits, the process was statistically controlled. Distribution analysis showed that over conditions had a higher economic risk than loss conditions, with a maximum deviation of 13.0 kg. Additionally, the process capability analysis yielded Cp and Cpk values of 0.09 and 0.08, respectively, indicating that the process was not capable of meeting the ± 0.5 kg tolerance specification. RCA based on the 6M fishbone diagram identified method, man, and machine factors as the dominant causes of deviations. Therefore, improvement efforts were focused on implementing double-check SOPs, improving operator competence, and conducting regular equipment calibration.

Keywords: *Quality control, SPC, RCA, losses, over, V-Mix.*

Pendahuluan

Perkembangan industri manufaktur yang semakin kompetitif menuntut perusahaan untuk mampu menjaga kualitas produk secara konsisten guna memenuhi kebutuhan dan harapan konsumen. Kualitas produk tidak hanya berpengaruh terhadap tingkat kepuasan pelanggan, tetapi juga menjadi faktor penting dalam meningkatkan daya saing perusahaan di pasar yang semakin dinamis [1]. Dalam industri makanan dan minuman, pengendalian kualitas memiliki peran yang sangat penting karena berkaitan langsung dengan efisiensi proses produksi, pengendalian biaya, serta keberlangsungan operasional perusahaan secara keseluruhan [2]. Ketidakterkendalian proses produksi dapat menyebabkan terjadinya penyimpangan hasil, pemborosan bahan baku, serta ketidaksesuaian antara input dan output produksi yang berdampak pada kerugian perusahaan [3].

Tabel 1 Perbandingan Studi Terdahulu: Penerapan SPC dan RCA di Industri Manufaktur

Peneliti (Tahun)	Industri/Konteks	Metode	Temuan Utama	Keterbatasan
Fakih et al. (2023) [4]	Produk cacat manufaktur	SPC + FMEA	Berhasil mereduksi cacat 35% melalui identifikasi faktor dominan	Tidak mencakup analisis kapabilitas proses
Hardianto & Sulistiyowati (2025) [5]	Industri komponen	SPC + FMEA	Identifikasi 3 faktor kritis penyebab cacat; batas kendali stabil	Satu shift, satu jenis produk; tidak ada batas kendali revisi
Sidikiyah & Muhammad (2022) [6]	Kayu lapis	SPC + RCA	RCA berhasil mengidentifikasi penyebab root-cause tanpa pra-spesifikasi mode kegagalan	Analisis hanya pada kondisi defect; tidak memisahkan kondisi over dan loss
Cahyani & Arsiwi (2026) [7]	Industri otomotif (painting)	SQC + RCA	Peta kendali mendeteksi variasi sistematis; RCA mengidentifikasi faktor lingkungan sebagai kontributor utama	Tidak mencakup analisis Cp/Cpk; tidak ada batas kendali revisi post-outlier
Olivia & Mahbubah (2023) [8]	Industri tekstil	Grey FMEA + RCA	Integrasi pendekatan kualitatif RCA menghasilkan identifikasi penyebab lebih menyeluruh	Tidak menggunakan peta kendali statistik; data terbatas
Penelitian ini (2025)	Minuman serbuk (V-Mix)	SPC + RCA	SPC dengan batas kendali revisi + analisis Cp/Cpk + analisis loss dan over terpisah + RCA 6M terintegrasi	Data satu shift; satu varian produk

Berdasarkan kajian penelitian terdahulu pada Tabel 1, masih terdapat kesenjangan penelitian terkait integrasi analisis kapabilitas proses (Cp/Cpk), revisi batas kendali setelah identifikasi *outlier*, serta pemisahan analisis *loss* dan *over*. Oleh karena itu, penelitian ini mengombinasikan SPC dan RCA pada proses V-Mix minuman serbuk untuk mengisi kesenjangan tersebut.

PT XYZ merupakan perusahaan produsen minuman serbuk, salah satunya Teajus varian Gula Batu. Proses produksinya meliputi grinding, mixing, instanizer, fluid bed dryer (FBD), hingga V-Mix sebagai tahap pencampuran akhir sebelum pengemasan. Tahap V-Mix berperan penting dalam menentukan keseragaman campuran dan kesesuaian berat output per batch terhadap standar perusahaan. Dengan sistem produksi make to stock, ketepatan penimbangan menjadi faktor utama dalam menjaga efisiensi penggunaan bahan baku [9].

Berdasarkan observasi selama September–Oktober 2025, ditemukan penyimpangan berat netto produksi terhadap standar perusahaan sebesar 213,2 kg per batch. Penyimpangan tersebut berupa *loss* (berat di bawah standar) dan *over* (berat melebihi standar), yang masing-masing menyebabkan kekurangan volume produk dan pemborosan bahan baku. Variasi penyimpangan yang terjadi menunjukkan bahwa proses produksi belum sepenuhnya stabil sehingga memerlukan pengendalian yang lebih sistematis.

Berbagai penelitian sebelumnya telah menggunakan metode *Statistical Process Control* (SPC) untuk menganalisis kestabilan proses produksi pada industri makanan dan minuman [4], [5]. Selain itu, metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) juga sering digunakan untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan melalui pendekatan kuantitatif menggunakan nilai Risk Priority Number (RPN) [10]. Namun, pada kasus penyimpangan berat dalam proses penimbangan batch yang bersifat multifaktorial dan belum memiliki identifikasi mode kegagalan yang terstruktur, pendekatan *Root Cause Analysis* (RCA) dinilai lebih sesuai. RCA dengan kerangka 6M (*man, machine, method, material, measurement, dan environment*) memungkinkan identifikasi penyebab secara lebih menyeluruh tanpa memerlukan pra-spesifikasi mode kegagalan [11], sehingga mampu memberikan gambaran yang lebih komprehensif terkait faktor-faktor yang memengaruhi terjadinya penyimpangan proses [12].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menggunakan kombinasi metode SPC dan RCA untuk menganalisis kestabilan proses serta mengidentifikasi akar penyebab terjadinya penyimpangan berat pada proses produksi [13]. SPC digunakan untuk memantau kestabilan proses melalui peta kendali \bar{X} -R serta mengevaluasi kemampuan proses menggunakan indeks Cp dan Cpk. Selain itu, dilakukan revisi batas kendali setelah pengeluaran subgroup out-of-control untuk memperoleh kondisi proses yang lebih representatif. Sedangkan RCA digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab utama berdasarkan pendekatan fishbone diagram 6M [14]. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis kestabilan proses produksi pada bagian V-Mix menggunakan peta kendali \bar{X} -R; (2) menganalisis distribusi kondisi loss dan over secara terpisah; (3) mengevaluasi kapabilitas proses menggunakan indeks Cp dan Cpk; serta (4) mengidentifikasi akar penyebab terjadinya penyimpangan berat dan merumuskan rekomendasi perbaikan untuk meminimalkan penyimpangan agar mendekati standar perusahaan. [15]. Kontribusi penelitian ini terletak pada penerapan SPC dua fase yang dikombinasikan dengan analisis kapabilitas proses dan RCA berbasis 6M pada proses V-Mix minuman serbuk.

Selain itu, penelitian ini mengembangkan pendekatan evaluasi penyimpangan melalui pemisahan kondisi loss dan over sehingga menghasilkan rekomendasi perbaikan yang lebih spesifik.

Metode Penelitian

Pengumpulan Data

Data penelitian diperoleh melalui observasi, pencatatan hasil penimbangan, dan wawancara dengan operator serta pengawas produksi pada proses V-Mix Teajus varian Gula Batu. Pengambilan data dilakukan selama 12 hari pada periode September–Oktober 2025 dengan lima pengukuran per hari, sehingga diperoleh 60 data pengamatan ($n = 5$) dari Shift 2B. Data berat tara, bruto, dan netto dibandingkan dengan standar perusahaan sebesar 213,2 kg per batch untuk mengidentifikasi kondisi *loss* dan *over* sebagai dasar analisis kestabilan proses. Penelitian ini dibatasi pada satu shift produksi sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasikan untuk seluruh proses produksi.

Pengolahan Data

Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan serangkaian aktivitas yang dilakukan untuk memastikan bahwa proses produksi berjalan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan sehingga menghasilkan produk yang konsisten dan memenuhi spesifikasi [16], [17], [18].

Pada industri makanan dan minuman, pengendalian kualitas menjadi sangat penting karena berkaitan langsung dengan efisiensi produksi dan penggunaan bahan baku. Ketidakterkendalian proses dapat menyebabkan terjadinya *losses*, yaitu selisih antara jumlah input bahan dengan output yang dihasilkan [19]. Oleh karena itu, pengendalian kualitas dalam penelitian ini difokuskan pada pemantauan hasil penimbangan netto pada proses *V-Mix* guna memastikan kesesuaian dengan standar perusahaan sebesar 213,2 kg per batch serta mengurangi potensi pemborosan bahan baku.

Statistical Process Control (SPC)

Statistical Process Control (SPC) merupakan metode pengendalian kualitas yang digunakan untuk memantau dan mengendalikan variasi proses secara statistik [6], [20]. Pada penelitian ini, alat yang digunakan meliputi histogram, diagram Pareto, serta peta kendali \bar{X} -R. Peta kendali \bar{X} berfungsi untuk mengamati rata-rata proses, sedangkan peta kendali R digunakan untuk melihat tingkat variasi dalam setiap subgroup [7], [21].

Batas kendali dihitung menggunakan konstanta $A_2 = 0,577$; $D_3 = 0$; dan $D_4 = 2,114$ untuk ukuran subgroup $n = 5$, dengan persamaan [22]:

- Batas kendali peta \bar{X} :

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \times R$$

$$CL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}}$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \times R$$

- Batas kendali peta R :

$$UCL_R = D_4 \times \bar{R}$$

$$CL_R = \bar{R}$$

$$LCL_R = D_3 \times \bar{R}$$

Hasil dari analisis SPC digunakan untuk menilai apakah proses berada dalam kondisi terkendali secara statistik serta mengidentifikasi adanya variasi yang menyimpang dari batas kendali [21].

Analisis Kapabilitas Proses

Analisis kapabilitas proses dilakukan untuk mengetahui kemampuan proses produksi dalam memenuhi batas spesifikasi yang telah ditetapkan perusahaan. Evaluasi dilakukan menggunakan indeks kapabilitas proses C_p dan C_{pk} berdasarkan data bersih setelah pengeluaran subgroup out-of-control, sehingga diperoleh 10 subgroup dengan total 50 observasi. Estimasi standar deviasi proses dihitung menggunakan metode \bar{R}/d_2 dengan nilai d_2 sebesar 2,326 untuk ukuran subgroup $n = 5$.

Batas spesifikasi proses ditetapkan berdasarkan target SOP perbaikan dengan nilai Upper Specification Limit (USL) sebesar 213,7 kg dan Lower Specification Limit (LSL) sebesar 212,7 kg atau toleransi $\pm 0,5$ kg terhadap standar 213,2 kg. Indeks kapabilitas proses dihitung menggunakan persamaan berikut [21]:

$$C_p = \frac{(USL - LSL)}{6\hat{\sigma}}$$

$$C_{pu} = \frac{(USL - \bar{X})}{3\hat{\sigma}}$$

$$C_{pl} = \frac{(\bar{X} - LSL)}{3\hat{\sigma}}$$

$$C_{pk} = \min(C_{pu}, C_{pl})$$

Root Cause Analysis (RCA)

Root Cause Analysis (RCA) merupakan metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab utama dari suatu permasalahan secara sistematis [8]. Dalam penelitian ini, RCA dilakukan menggunakan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) dengan pendekatan 6M, yaitu *man, machine, method, material, measurement, dan environment* [23].

Pemilihan metode RCA didasarkan pada karakteristik permasalahan yang melibatkan banyak faktor, serta belum memiliki identifikasi mode kegagalan yang terstruktur [24].

Hasil Dan Pembahasan

Data yang dianalisis merupakan hasil penimbangan netto pada proses produksi Teajus varian Gula Batu di bagian V-Mix selama 12 hari pengamatan dengan total 60 data. Data tersebut dibandingkan dengan standar perusahaan sebesar 213,2 kg per batch untuk mengetahui besarnya selisih (*losses*) yang terjadi selama proses produksi..

Analisis Data Losses dan Over

Data hasil penimbangan netto Shift 2B selama 12 hari pengamatan disajikan pada Tabel 1. Selisih terhadap standar perusahaan sebesar 213,2 kg per batch digunakan untuk mengidentifikasi kondisi *loss* dan *over*. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa sebagian besar penyimpangan berada pada rentang kecil, namun terdapat dua *outlier*, yaitu pada 30 September 2025 (selisih -13,0 kg) dan 3 Oktober 2025 (selisih -10,9 kg), yang mengindikasikan adanya variasi proses yang signifikan sehingga perlu dianalisis lebih lanjut:

Tabel 2 Rekapitulasi Data Penimbangan Netto V-Mix Teajus Gula Batu (Sept–Okt 2025)

Tanggal	Peng. ke-	Netto (kg)	Standar (kg)	Selisih (kg)	Ket.	% Loss
26/09	1	213,8	213,2	-0,6	Over	—
	2	211,9	213,2	+1,3	Loss	0,61%
	3	212,8	213,2	+0,4	Loss	0,19%
	4	217,0	213,2	-3,8	Over	—
	5	214,3	213,2	-1,1	Over	—
27/09	1	214,3	213,2	-1,1	Over	—
	2	213,3	213,2	-0,1	Over	—
	3	213,4	213,2	-0,2	Over	—
	4	210,7	213,2	+2,5	Loss	1,17%
	5	214,0	213,2	-0,8	Over	—
29/09	1	213,9	213,2	-0,7	Over	—
	2	214,2	213,2	-1,0	Over	—
	3	210,4	213,2	+2,8	Loss	1,31%
	4	212,0	213,2	+1,2	Loss	0,56%
	5	213,1	213,2	+0,1	Loss	0,05%
30/09 ★	1	213,9	213,2	-0,7	Over	—
	2	212,2	213,2	+1,0	Loss	0,47%
	3 ★	226,2	213,2	-13,0	Over*	—
	4	212,8	213,2	+0,4	Loss	0,19%
	5	213,5	213,2	-0,3	Over	—
01/10–09/10	(35 data, lihat Lampiran A)					
★ Subgroup 30 Sep (R=14,0 kg) dan 03 Okt (R=12,6 kg) teridentifikasi sebagai subgroup out-of-control dan dikeluarkan dalam batas kendali revisi (Sub-bab 3.2.2). Catatan: pada 03 Okt peng. ke-4, netto = 224,1 kg (selisih -10,9 kg).						

Berdasarkan 60 data pengamatan, teridentifikasi 27 kejadian *loss* (45%) dan 33 kejadian *over* (55%). Sebagian besar penyimpangan berada pada rentang 0,1–1,0 kg, namun terdapat beberapa nilai *over* yang ekstrem hingga -13,0 kg. Kondisi ini mengindikasikan adanya variasi proses yang tidak normal dan berpotensi menyebabkan pemborosan bahan baku.

Analisis Statistical Process Control (SPC)

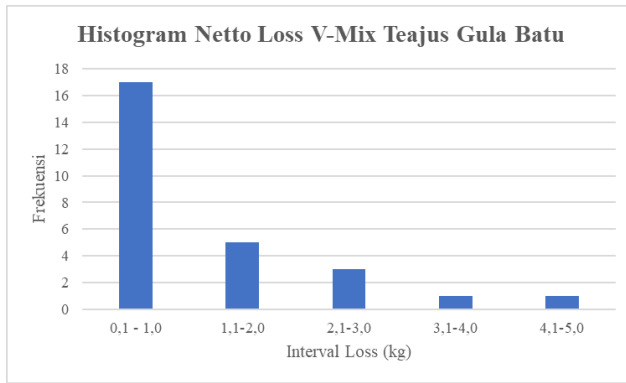
1. Histogram dan Diagram Pareto

Analisis histogram dan Pareto dilakukan secara terpisah untuk kondisi loss dan over guna memperoleh gambaran distribusi yang simetris dan komprehensif.

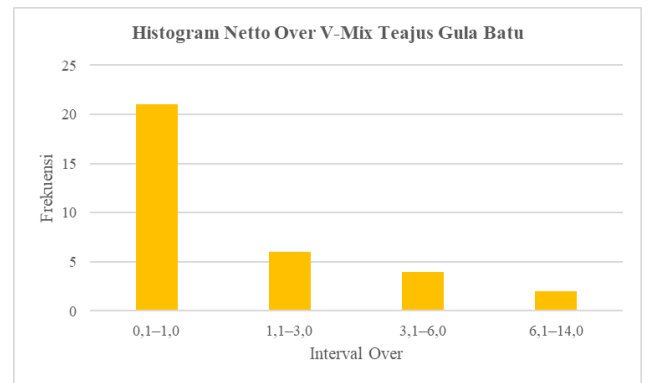
Tabel 3 Distribusi Frekuensi Kondisi Loss dan Over

No	Interval Loss (kg)	Frekuensi	Persentase (%)	Interval Over (kg)	Frekuensi	Persentase (%)	Kum. Over (%)
1	0,1–1,0	17	63,0%	0,1–1,0	21	63,6%	63,6%
2	1,1–2,0	5	18,5%	1,1–3,0	6	18,2%	81,8%
3	2,1–3,0	3	11,1%	3,1–6,0	4	12,1%	93,9%
4	3,1–4,0	1	3,7%	6,1–14,0	2	6,1%	100,0%
5	4,1–5,0	1	3,7%	—	—	—	—
Total		27	100%		33	100%	

Selanjutnya, berikut ini adalah histogram distribusi data hasil penimbangan.

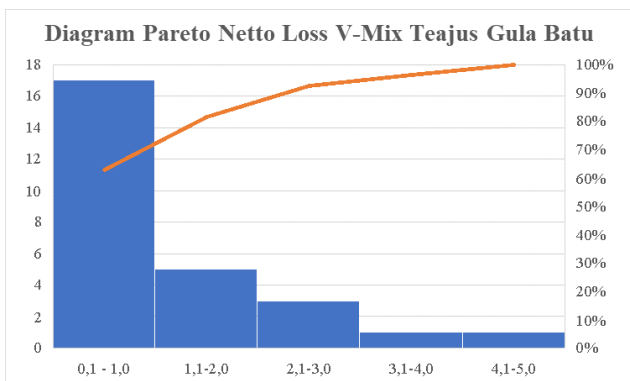


Gambar 1 Histogram Netto Loss V-Mix Teajus Gula Batu

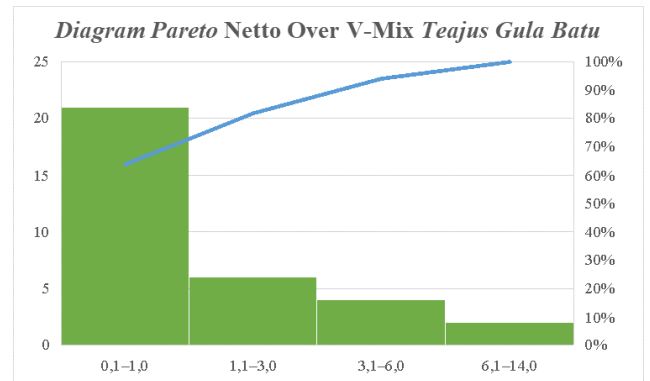


Gambar 2 Histogram Netto Over V-Mix Teajus Gula Batu

Berdasarkan Tabel 3, sebagian besar *loss* dan *over* berada pada interval 0,1–1,0 kg. Namun, nilai maksimum *over* mencapai 13,0 kg, lebih tinggi dibandingkan *loss* sebesar 4,2 kg, sehingga berpotensi menimbulkan pemborosan bahan baku yang lebih besar.



Gambar 3 Diagram Pareto Netto Loss V-Mix Teajus Gula Batu



Gambar 4 Diagram Pareto Netto Over V-Mix Teajus Gula Batu

Diagram Pareto menunjukkan bahwa interval 0,1–1,0 kg merupakan penyumbang dominan baik pada kondisi loss maupun over. Oleh karena itu, interval tersebut menjadi prioritas utama dalam upaya pengendalian dan perbaikan proses produksi.

2. Peta Kendali \bar{X} -R

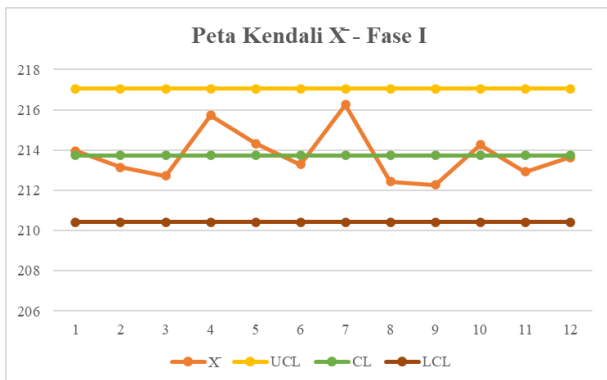
Analisis peta kendali dilakukan dalam dua fase, yaitu Fase I untuk menentukan batas kendali awal dan mengidentifikasi subgroup *out-of-control*, serta Fase II untuk mengevaluasi proses setelah pengeluaran subgroup yang memiliki *assignable cause*. Peta kendali \bar{X} -R digunakan dengan asumsi data berdistribusi mendekati normal dan bersifat independen.

Tabel 4 Batas Kendali Peta \bar{X} -R: Fase I (12 subgroup) dan Fase II (10 subgroup revisi)

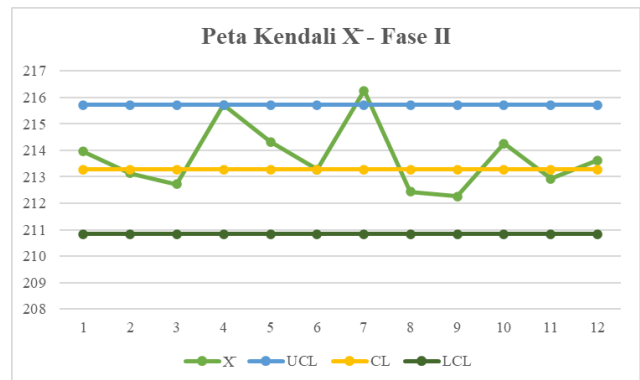
Peta Kendali	Fase I			Fase II			Δ UCL
	UCL	CL	LCL	UCL	CL	LCL	
\bar{X} (Rata-rata)	217,04	213,73	210,42	215,71	213,28	210,84	-1,33 kg
R (Rentang)	12,12	5,73	0	8,92	4,22	0	-3,20 kg

Tabel 5 Status Kendali per Subgroup (Fase I dan Fase II)

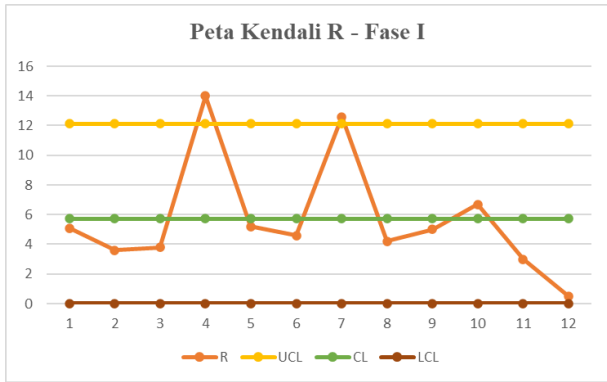
Tanggal Subgroup	\bar{X} Subgroup	R Subgroup	Status Peta R
26 September 2025	213,96	5,1	Terkendali
27 September 2025	213,06	3,3	Terkendali
29 September 2025	212,72	3,8	Terkendali
30 September 2025 ★	215,52	14,0	OUT-OF-CONTROL ★
01 Oktober 2025	214,32	5,2	Terkendali
02 Oktober 2025	213,28	4,6	Terkendali
03 Oktober 2025 ★	216,26	12,6	OUT-OF-CONTROL ★
04 Oktober 2025	212,44	4,0	Terkendali
06 Oktober 2025	212,26	5,0	Terkendali
07 Oktober 2025	214,44	6,7	Terkendali
08 Oktober 2025	212,92	3,0	Terkendali
09 Oktober 2025	213,42	1,0	Terkendali



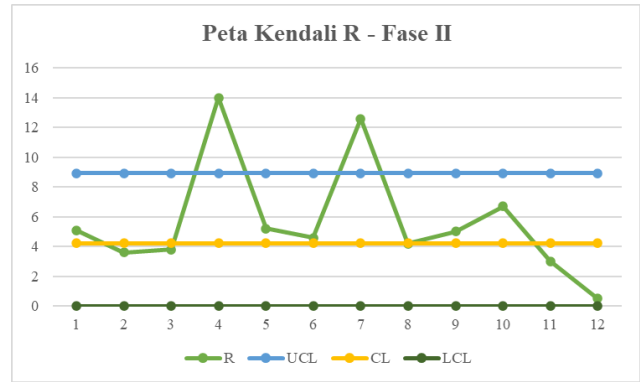
Gambar 5 Peta Kendali \bar{X} - Fase I



Gambar 6 Peta Kendali \bar{X} - Fase II



Gambar 7 Peta Kendali R - Fase I



Gambar 8 Peta Kendali R - Fase II

Pada Fase I, teridentifikasi dua subgroup *out-of-control* yang dikategorikan sebagai *assignable cause*. Setelah data tersebut dikeluarkan, seluruh subgroup pada Fase II berada dalam batas kendali statistik, sehingga variasi proses terutama berasal dari kejadian khusus yang bersifat sementara.

Analisis Kapabilitas Proses (Cp dan Cpk)

Analisis kapabilitas proses dilakukan menggunakan 50 observasi dari 10 subgroup setelah pengeluaran data *out-of-control*. Hasil perhitungan menunjukkan rata-rata proses sebesar 213,28 kg dan estimasi standar deviasi sebesar 1,81 kg. Perhitungan Cp dan Cpk menggunakan batas spesifikasi 213,2 ± 0,5 kg sesuai toleransi yang ditetapkan perusahaan.

Tabel 6 Hasil Analisis Kapabilitas Proses

Parameter	Nilai	Cp	Cpk	Standar Min.	Interpretasi
Batas spesifikasi	USL=213,7; LSL=212,7	0,09	0,08	Cp, Cpk ≥ 1,0	Proses TIDAK KAPABEL: nilai Cp dan Cpk jauh di bawah ambang minimum (1,0). Variasi proses ($\sigma \approx 1,81$ kg) sangat besar relatif terhadap toleransi ($\pm 0,5$ kg). Perbaikan mendesak diperlukan untuk meningkatkan presisi proses penimbangan.

Hasil analisis menunjukkan nilai Cp sebesar 0,09 dan Cpk sebesar 0,08, yang berada di bawah standar minimum kapabilitas proses ($\geq 1,0$). Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi belum mampu memenuhi spesifikasi toleransi yang ditetapkan. Kondisi tersebut mengindikasikan perlunya perbaikan pada aspek metode, operator, dan mesin untuk mengurangi variasi proses serta meningkatkan kestabilan penimbangan.

Analisis Root Cause Analysis (RCA)

Analisis Root Cause Analysis (RCA) dilakukan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan (*loss dan over*) pada proses V-Mix secara sistematis.



Gambar 9 Diagram Fishbone Netto Loss dan Over V-Mix Teajus Gula Batu

Berdasarkan Gambar 10 penyimpangan terutama disebabkan oleh faktor method, man, dan machine. Permasalahan meliputi prosedur penimbangan yang belum standar, tidak adanya *double check*, ketelitian operator yang rendah, kelelahan kerja, serta kondisi timbangan yang tidak terkalibrasi. Faktor measurement, material, dan environment berperan sebagai faktor pendukung yang memperbesar potensi terjadinya penyimpangan.

Tabel 7 Ringkasan Identifikasi Penyebab *Loss* dan *Over* Berdasarkan Pendekatan 6M

Faktor (6M)	Penyebab Teridentifikasi	Tingkat Prioritas
Methods	(1) Prosedur penimbangan tidak standar; (2) Tidak ada verifikasi ulang (double-check) hasil timbang; (3) Pengisian bahan manual tanpa batas toleransi yang jelas	Prioritas 1 — Dominan Langsung
Man	(1) Rendahnya ketelitian operator saat menimbang; (2) Kelelahan kerja pada Shift 2B (malam); (3) Kurangnya pengalaman operator baru	Prioritas 2 — Dominan Langsung
Machines	(1) Timbangan tidak terkalibrasi secara rutin; (2) Sensor timbangan kurang sensitif; (3) Kebocoran minor pada hopper	Prioritas 3 — Dominan Langsung
Measurement	(1) Tidak ada verifikasi silang antar timbangan; (2) Pencatatan data masih manual; (3) Interval kalibrasi tidak terdokumentasi	Prioritas 4 — Kontribusi Tidak Langsung
Materials	(1) Sisa bahan menempel pada hopper; (2) Kadar kelembapan bahan tidak seragam; (3) Ukuran partikel bervariasi antar batch	Prioritas 5 — Kontribusi Tidak Langsung
Environment	(1) Suhu dan kelembapan ruangan tidak stabil; (2) Penerangan area kerja kurang memadai; (3) Lantai licin	Prioritas 6 — Kontribusi Tidak Langsung

Usulan Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis RCA dan keterkaitannya dengan temuan SPC, usulan perbaikan difokuskan pada tiga faktor utama, yaitu metode, manusia, dan mesin, yang teridentifikasi sebagai penyebab dominan penyimpangan pada proses penimbangan.

Pada aspek metode, perbaikan dilakukan melalui penyusunan dan penerapan SOP penimbangan yang lebih terstandar dengan batas toleransi $\pm 0,5$ kg serta penerapan prosedur double check sebelum penyelesaian setiap batch. Langkah ini bertujuan untuk meningkatkan konsistensi proses dan mengurangi kesalahan penimbangan akibat ketidaksesuaian prosedur kerja.

Pada aspek manusia dan mesin, perbaikan dilakukan melalui pelatihan teknik penimbangan presisi, pengaturan rotasi shift untuk mengurangi kelelahan kerja, serta supervisi bagi operator baru. Selain itu, diperlukan kalibrasi timbangan secara berkala, penggantian sensor yang menurun sensitivitasnya, dan inspeksi hopper secara rutin. Implementasi perbaikan tersebut diharapkan dapat mengurangi variasi proses, menekan frekuensi loss dan over, serta meningkatkan kapabilitas proses produksi yang selanjutnya perlu dievaluasi kembali menggunakan SPC.

Simpulan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kestabilan proses produksi minuman serbuk Teajus varian Gula Batu pada bagian V-Mix menggunakan pendekatan *Statistical Process Control* (SPC) dan *Root Cause Analysis* (RCA). Hasil analisis peta kendali dua fase menunjukkan adanya dua subgroup *out-of-control* pada peta R, yaitu tanggal 30 September dan 3 Oktober 2025 yang disebabkan oleh assignable cause berupa kesalahan prosedural saat penimbangan dan pergantian operator. Setelah kedua subgroup tersebut dikeluarkan, hasil revisi batas kendali pada Fase II menunjukkan bahwa proses berada dalam kondisi terkendali secara statistik. Selain itu, hasil analisis distribusi menunjukkan bahwa dari 60 pengamatan terdapat 27 kejadian loss (45%) dan 33 kejadian over (55%). Meskipun pola distribusi keduanya didominasi interval 0,1–1,0 kg, kondisi over memiliki risiko ekonomi lebih tinggi dengan rata-rata penyimpangan 1,88 kg dan nilai maksimum 13,0 kg, sedangkan loss memiliki rata-rata 1,12 kg dengan nilai maksimum 4,2 kg.

Hasil analisis kapabilitas proses menunjukkan bahwa proses belum kapabel dalam memenuhi toleransi $\pm 0,5$ kg, dengan nilai C_p sebesar 0,09 dan C_{pk} sebesar 0,08. Nilai tersebut menunjukkan bahwa variasi proses masih terlalu besar dibandingkan batas spesifikasi yang ditetapkan. Berdasarkan analisis RCA berbasis 6M, faktor method, man, dan machine menjadi penyebab dominan yang saling berkaitan. Oleh karena itu, usulan perbaikan difokuskan pada penerapan SOP double check dan handover operator, peningkatan kompetensi dan pengawasan operator, serta kalibrasi alat secara berkala untuk mengurangi variasi proses produksi dan meningkatkan kestabilan proses.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada cakupan data yang hanya berasal dari satu shift dan satu varian produk dalam periode pengamatan tertentu. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan pengamatan, mengevaluasi efektivitas implementasi perbaikan melalui siklus SPC berikutnya, serta melakukan analisis dampak finansial penyimpangan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam peningkatan kualitas proses produksi.

Daftar Pustaka

- [1] F. S. Dillah, A. I. Sabilah, Dan D. Sjarifudin, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Tube Untuk Mengurangi Cacat Produk Dengan Metode Spc Dan Fmea Di Pt Dnia," *Prosiding Semnastek Ft-Ubj*, Vol. 1, No. 1, 2024.
- [2] M. R. Afianto Dan U. Usada, "Peningkatan Pengendalian Kualitas Produk Roti Dengan Penerapan Metode Fmea (Failure Mode And Effect Analysis) Dan Fta (Fault Tree Analysis) Di Home Industry," *Nter*, Vol. 2, No. 1, Hlm. 7–13, Mei 2024, Doi: 10.55732/Nter.V2i1.1232.
- [3] R. Fitriana, I. P. Sari, Dan I. M. Sukma, "Peningkatan Kualitas Proses Produksi Tahu Menggunakan Metode Fmea Dan Fta (Studi Kasus: Pabrik Tahu Dn)," *J.Tek.Ind.Pert*, Vol. 33, No. 3, Hlm. 277–289, Des 2023, Doi: 10.24961/J.Tek.Ind.Pert.2023.33.3.277.
- [4] A. Z. Fakih, N. Marlyana, Dan E. Mas'idah, "Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi Untuk Meminimalisir Cacat Produk Dengan Metode Statistical Process Control (Spc) Dan Failure Mode And Effect Analysis (Fmea)," *Jurnal Ilmiah Sultan Agung*, Vol. 2, No. 2, Hlm. 333–341, 2023.
- [5] A. D. Hardianto Dan W. Sulistiyowati, "Analisa Kecacatan Produk Menggunakan Metode Statistical Process Control (Spc) Dan Failure Mode And Effects Analysis (Fmea)," *Ekonomis*, Vol. 9, No. 1, Hlm. 416, Mar 2025, Doi: 10.33087/Ekonomis.V9i1.2017.
- [6] I. A. Sidikiyah Dan K. Muhammad, "Analisis Defect Pada Proses Pembuatan Kayu Lapis Dengan Metode Statistical Process Control (Spc) Dan Root Cause Analysis," *Justi (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, Vol. 3, No. 2, 2022.
- [7] W. A. Cahyani Dan P. Arsiwi, "Penerapan Statistical Quality Control Dan Root Cause Analysis Dalam Analisis Defect Pdi Painting Pt Xyz," *Metode Jurnal Teknik Industri*, Vol. 12, No. 1, 2026.
- [8] V. A. Olivia Dan N. A. Mahbubah, "Evaluasi Defect Produk Sarung Atbm Berbasis Pendekatan Grey Fmea Dan Rca," *Sgtk*, Vol. 6, No. 2, Hlm. 322–330, Nov 2023, Doi: 10.33373/Sigmateknika.V6i2.5728.
- [9] F. Ruhaiya, G. Yudoko, Dan P. P. Kembaren, "Production Utilized Capacity Improvement Proposal Using Lean Six Sigma: A Case Study At Plastic Injection Process Pt Indonesia Trc Industry," *Ecombis. Rev. J. Ilm. Eco. And Bussines.*, Vol. 13, No. 3.
- [10] A. F. H. Dzikri, H. Hidayat, Dan Y. P. Negoro, "Analisis Pengendalian Kualitas Pada Produk Songkok Menggunakan Metode Fmea Dan Fta Pada Cv. Abc," *G-Tech*, Vol. 8, No. 4, Hlm. 2567–2577, Okt 2024, Doi: 10.70609/Gtech.V8i4.5284.
- [11] B. J. Cahyana Dan S. Maharani, "Pengukuran Peningkatan Produktivitas Menggunakan Metode Objective Matrix (Omax) Dengan Pendekatan Root Cause Analysis (Rca)," *Iontech*, Vol. 7, No. 1, 2026.
- [12] M. A. Sitompul, "Implementasi Metode Root Cause Analysis (Rca) Untuk Mengendalikan Reject Produk Np Project Di Pt. Xyz," *Mine-Tech*, Vol. 3, No. 2, Hlm. 83–92, Des 2024, Doi: 10.30651/Mine-Tech.V3i2.24157.
- [13] R. Santika, Safrizal, Dan R. Chandra, "Analisis Pengawasan Produksi Dalam Meningkatkan Kualitas Air Pada Perumda Air Minum Tirta Keumueneng Kota Langsa," *Investasi*, Vol. 4, No. 1, Hlm. 64–76, Feb 2026, Doi: 10.59696/Investasi.V4i1.236.
- [14] M. F. Fadilah Dan R. Wibero, "Rancangan Lean Manufacturing Untuk Mengurangi Pemborosan Pada Proses Pembuatan Sepatu Dengan Pendekatan Metode Value Stream Mapping (Vsm) Dan Root Cause Analysis (Rca) Di Home Industry Sepatu," *Jgit*, Vol. 2, No. 1, 2024.
- [15] S. D. Prasetyo, "Analisis Kegagalan Mesin Chemical Sheet Menggunakan Metode Root Cause Analysis (Rca) Di Pt.Xyz," *Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek*, Vol. 9, No. 7, 2025.
- [16] Y. Dewanto, R. Galingging, Dan F. Asissi Ismoyo Winandi, "Pengendalian Kualitas Kemasan Fleksibel Dalam Meminimalisasi Produk Cacat Pada Proses Laminasi Ekstrusi," *Jurnal Magenta*, Vol. 6, No. 02, Hlm. 992–1013, Jul 2022, Doi: 10.61344/Magenta.V6i02.91.
- [17] M. D. Farrizqi Dan D. Andesta, "Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis Dan Fault Tree Analysis Pada Produk Songkok Ud. Xyz," *G-Tech*, Vol. 8, No. 2, Hlm. 835–846, Apr 2024, Doi: 10.33379/Gtech.V8i2.4052.
- [18] R. A. Indrawan Dan A. Z. Al-Faritsy, "Pengendalian Kualitas Brownies Dengan Metode Fmea Dan Fta Di Umkm Fudgy Brownies," *Cosmic Jurnal Teknik*, Vol. 2, No. 1, 2025.
- [19] R. M. Awalia, A. Syakhroni, Dan I. Sukendar, "Upaya Peningkatan Kualitas Produk Tas Anyam Menggunakan Metode Plan, Do, Check, Action (Pdca) Dan Failure Mode And Effect Analysis (Fmea), Dan 5w+ 1h (Studi)," *Jurnal Logistica*, Vol. 3, No. 1, 2024.
- [20] D. Susilo, S. Ramadhania, Dan S. Hanan, "Implementasi Statistical Process Control (Spc) Dan Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Pada Proses Produksi Sheet Film Di Perusahaan Pet Film," *Jurnal Taguchi: Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, Vol. 4, No. 2, Hlm. 397–414, 2024.
- [21] S. D. Herindawan Dan Y. Utomo, "Penggunaan Statistical Process Control (Spc) Dan Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Pada Identifikasi Kecacatan Produk Susu Uht Di Pt. Cmd," *Jurnal Taguchi: Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, Vol. 5, No. 1, Hlm. 21–32, 2025.

- [22] W. Sulistiyowati, D. T. Handoko, And H. C. Wahyuni, "Implementation Of Statistical Process Control Method And Root Cause Analysis On Quality Of Bitter Tannin Tea Tin," Iop Conference Series: Earth And Environmental Science, 2020.
- [23] A. I. F. Hanan, A. Suseno, T. Timur, Dan J. Barat, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Carton Box Flute Cb Dalam Mengurangi Cacat Creasing Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Dan Root Cause Analysis (Rca) Di Pt Xyz," *Jurnal Senopati*, Vol. 6, No. 2, 2025.
- [24] Y. S. A. Sormin Dan D. Kurniawati, "Analisis Pengendalian Mutu Melalui Root Cause Analysis (Rca) Terhadap Defect Puckering Pada Produk Smart Ankle Pants," *Jurnal Tekstil: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Bidang Tekstil Dan Manajemen Lndustri*, Vol. 8, No. 2, Hlm. 104–110, 2025.