

Penerapan Statistical Process Control pada Proses Pengeringan Teh Hitam CTC

Aisyah Rahmawati, Fara Kamila Hudy*, Zara Safira Ramadhani

Received: 6 April 2026
Accepted: 22 Juni 2026
Published: 30 September 2026

Keywords:

*Pengendalian Kualitas;
Teh Hitam CTC; Statistical
Process Control; Kadar
Air; Kapabilitas Proses*

ABSTRAK

Konsistensi kadar air pada tahap pengeringan merupakan faktor penting dalam mutu dan daya simpan teh hitam CTC. Di PT. XYZ, pengendalian rutin telah menggunakan pemeriksaan kadar air terhadap spesifikasi internal 2,8–3,8%, namun evaluasi kestabilan dan kapabilitas proses secara statistik untuk seluruh grade belum dilakukan secara terintegrasi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kestabilan dan kapabilitas proses pengeringan serta menelusuri penyebab penyimpangan kadar air, khususnya pada Broken Mixed CTC (BMC). Penelitian deskriptif kuantitatif menggunakan data kadar air periode Agustus–September 2025 dan menerapkan peta kendali Individual–Moving Range (I-MR), uji normalitas, analisis kapabilitas proses (Cp/Cpk dan Pp/Ppk), serta analisis akar masalah 5M+1E yang dilengkapi pemetaan hubungan antar-faktor. Hasil menunjukkan BP1, D1, FANN, dan PD memenuhi target kapabilitas internal Cpk $\geq 1,33$, sedangkan D2 memiliki Cpk 1,29 sehingga masih memerlukan pengurangan variasi. BMC memiliki rata-rata kadar air 4,913%, melampaui batas spesifikasi internal 3,8%, dengan Cpk –3,03 dan Ppk –2,47; peta I-MR juga menunjukkan adanya sinyal penyebab khusus. BMC merupakan grade campuran dengan karakteristik partikel lebih heterogen, sehingga beban pengeringan dan distribusi panas berpotensi lebih tidak seragam dibanding grade tunggal. Temuan ini menunjukkan bahwa masalah BMC terutama perlu ditangani sebagai ketidaksesuaian terhadap spesifikasi proses internal, bukan semata-mata sebagai variasi acak. Perbaikan diprioritaskan pada validasi parameter pengeringan khusus BMC, pengendalian keseragaman umpan, pemeliharaan dan verifikasi VFBD, standardisasi SOP, serta penguatan sistem pengukuran dan pemantauan lingkungan.

1. PENDAHULUAN

Industri teh hitam merupakan salah satu sektor perkebunan yang memiliki kontribusi penting terhadap perekonomian Indonesia. Teh hitam yang diproses melalui sistem *Crushing, Tearing, Curling* (CTC) menghasilkan partikel dengan ukuran dan karakteristik yang beragam sehingga konsistensi proses pengolahan, khususnya pada tahap pengeringan, menjadi penting untuk menjaga mutu akhir produk [1], [2].

PT. XYZ yang berlokasi di Jawa Timur merupakan produsen teh hitam CTC dengan rangkaian proses mulai dari penerimaan pucuk, pelayuan, penggilingan, oksidasi enzimatis, pengeringan, sortasi, hingga pengemasan. Tahap pengeringan menggunakan *Vibro Fluid Bed Dryer* (VFBD) berfungsi menghentikan reaksi enzimatis sekaligus menurunkan kadar air produk. Literatur menunjukkan bahwa pengeringan teh hitam umumnya diarahkan hingga kadar

air sekitar 3–4% dan pengendalian suhu, waktu, serta kelembapan berpengaruh terhadap rasa, aroma, warna, dan stabilitas penyimpanan [7].

Perusahaan menetapkan spesifikasi internal kadar air akhir sebesar 2,8–3,8% untuk pengendalian proses. Rentang ini lebih ketat daripada persyaratan umum SNI 1902:2016 yang menetapkan kadar air teh hitam maksimum 7% [9]. Dengan demikian, penyimpangan dari rentang 2,8–3,8% dalam penelitian ini harus dipahami sebagai ketidaksesuaian terhadap target proses internal perusahaan, bukan otomatis sebagai ketidakpatuhan terhadap standar nasional. Konteks ini penting terutama untuk BMC yang pada data penelitian memiliki kadar air rata-rata 4,913%. Literatur juga melaporkan bahwa kadar air yang terlalu tinggi dapat memperpendek daya simpan dan mempercepat penurunan mutu, sedangkan kondisi pengeringan yang terlalu intens dapat merusak komponen sensori dan kimia teh [7], [8].

Statistical Process Control (SPC) diperlukan karena pemeriksaan kadar air secara rutin hanya menunjukkan apakah suatu hasil memenuhi spesifikasi, tetapi belum secara langsung membedakan variasi penyebab umum dan penyebab khusus atau mengukur kemampuan proses secara konsisten. Pada PT. XYZ, data *Quality Control* telah tersedia, tetapi pengukuran terintegrasi mengenai kestabilan dan kapabilitas proses pengeringan untuk seluruh grade belum tersedia. Peta kendali I-MR memungkinkan deteksi sinyal penyebab khusus, sedangkan indeks kapabilitas menilai kedekatan distribusi proses terhadap batas spesifikasi [4], [10].

Penelitian ini bertujuan: (1) mengevaluasi kestabilan proses pengeringan berdasarkan kadar air dengan peta kendali I-MR; (2) menilai kapabilitas proses terhadap spesifikasi internal 2,8–3,8%; (3) menganalisis penyebab penyimpangan BMC dengan kerangka 5M+1E dan pemetaan hubungan antar-faktor; serta (4) merumuskan tindakan perbaikan yang lebih mendasar dan dapat diterapkan dalam pengendalian proses.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Desain Penelitian

Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif untuk menggambarkan kondisi aktual proses berdasarkan data terukur. Penelitian dilaksanakan di PT. XYZ pada periode Agustus–September 2025. Tahapan penelitian meliputi survei pendahuluan, identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data, analisis akar masalah, perumusan rekomendasi, dan penarikan kesimpulan.

2.2 Pengumpulan Data

Data primer meliputi pengamatan langsung kondisi operasional mesin VFBD, pemantauan suhu dan kelembapan ruang produksi, pengukuran lapangan kadar air akhir teh, serta wawancara terstruktur dengan mandor pengolahan untuk mengidentifikasi kendala operasional. Grade yang dianalisis adalah BP1, PD, D1, FANN, D2, dan BMC. Data sekunder meliputi data historis hasil uji kadar air dari Departemen Quality Control selama Agustus–September 2025, SOP internal perusahaan, dan literatur ilmiah terkait SPC serta pengolahan teh hitam.

2.3 Analisis Statistical Process Control

Analisis dilakukan secara berurutan. Pertama, peta kendali I-MR digunakan karena pengamatan kadar air tersedia sebagai data individual per observasi. Batas kendali dihitung menggunakan estimasi simpangan baku within yang diturunkan dari moving range. Kedua, asumsi distribusi dievaluasi sebelum interpretasi kapabilitas berbasis distribusi normal. Ketiga, indeks kapabilitas dihitung terhadap USL = 3,8% dan LSL = 2,8%. Interpretasi utama menggunakan Cpk, dengan target kapabilitas internal $Cpk \geq 1,33$ [10].

$$UCL = \bar{x} + 3\sigma$$

$$LCL = \bar{x} - 3\sigma$$

$$\sigma = MR / d_2, \quad d_2 = 1,128$$

$$Cp = (USL - LSL) / (6\sigma)$$

$$Cpk = \min\{(USL - \bar{x})/(3\sigma), (\bar{x} - LSL)/(3\sigma)\}$$

Untuk menghindari interpretasi yang berlebihan, indeks kapabilitas dibaca bersama hasil peta kendali dan uji distribusi. Apabila proses tidak stabil atau distribusinya tidak memenuhi asumsi, nilai kapabilitas digunakan sebagai indikator diagnostik dan bukan sebagai satu-satunya dasar keputusan.

2.4 Analisis Akar Masalah dan Hubungan Antar-Faktor

Fishbone Diagram 5M+1E digunakan untuk mengelompokkan penyebab potensial ke dalam *Man, Machine, Method, Material, Measurement, dan Environment*. Menanggapi keterbatasan *Fishbone* yang tidak menunjukkan hubungan antar-penyebab, analisis dilengkapi dengan pemetaan hubungan (interrelationship analysis) berbasis hasil

observasi dan wawancara. Pemetaan ini digunakan untuk menelusuri bagaimana perubahan pada satu faktor dapat memengaruhi faktor lain hingga menghasilkan kadar air BMC yang tinggi. Analisis ini bersifat kualitatif dan tidak dimaksudkan sebagai bukti kausal statistik.

2.5 Kerangka Penelitian

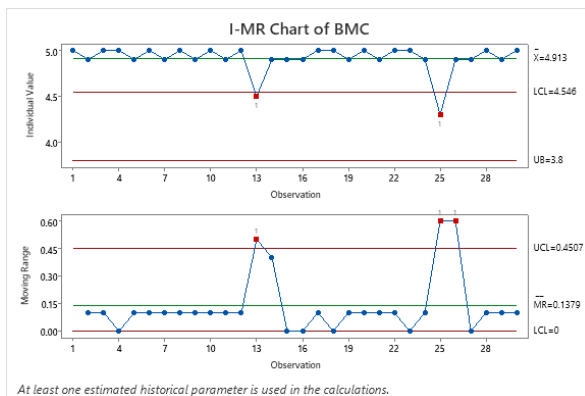


Gambar 1. Alur penelitian dan analisis SPC.

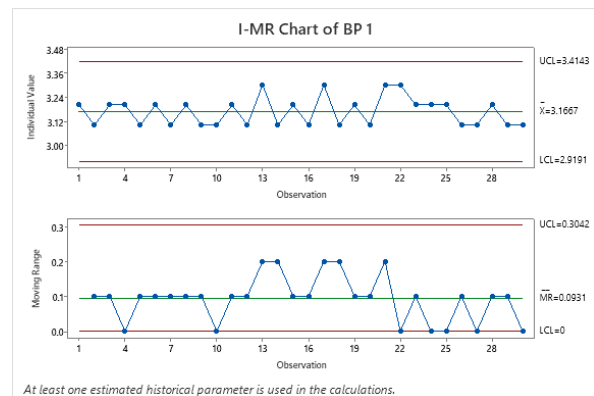
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Peta Kendali I-MR

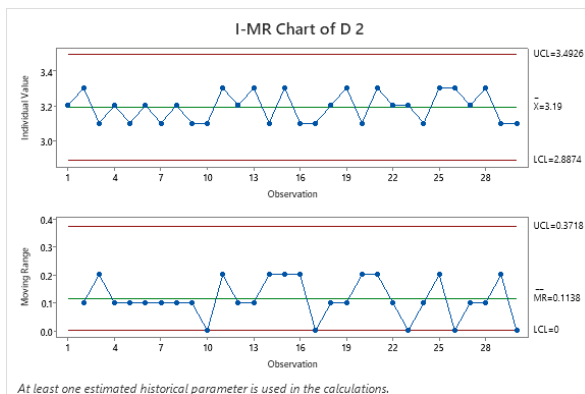
Peta kendali I-MR dibangun untuk enam grade teh hitam menggunakan data kadar air periode Agustus 2025. Seperti ditunjukkan pada Gambar 2, BP1, D2, D1, FANN, dan PD berpusat pada kisaran rata-rata 3,167–3,213% dan berada di sekitar rentang spesifikasi internal. BMC berbeda secara nyata dengan rata-rata 4,913%, yaitu 1,113 poin persentase di atas USL internal 3,8%. Pada chart BMC juga terlihat sinyal penyebab khusus, sehingga penyimpangannya tidak dapat diperlakukan hanya sebagai variasi acak.



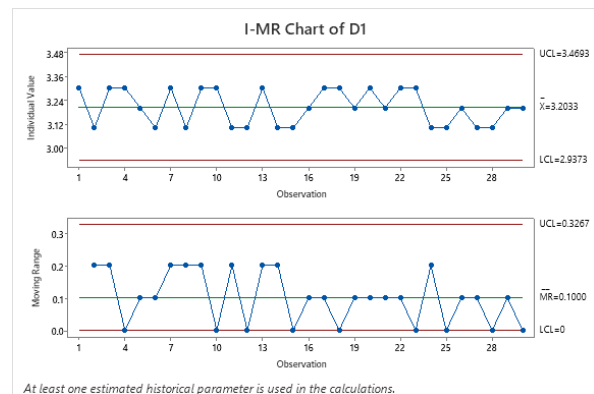
(a) BMC



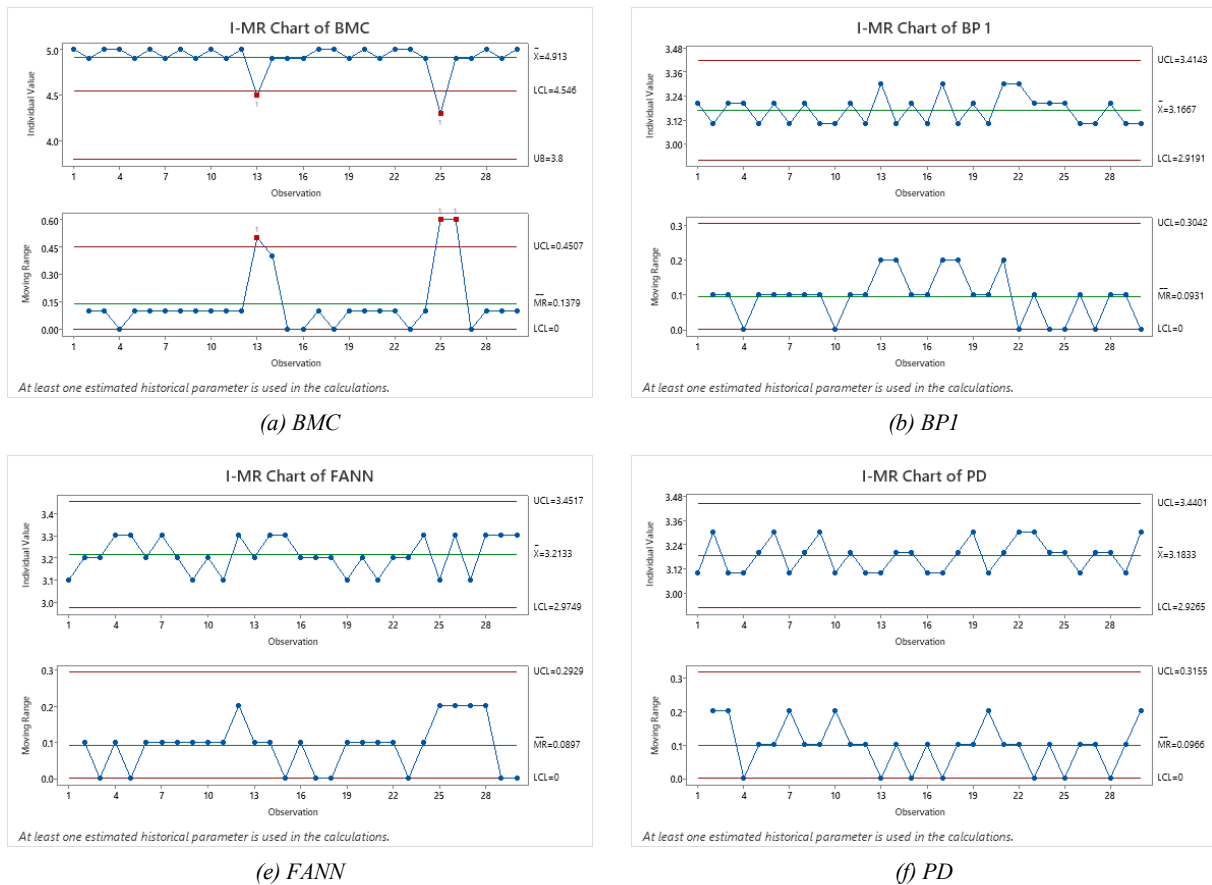
(b) BP1



(c) D2



(d) D1



Gambar 2. Peta kendali I-MR kadar air untuk enam grade teh hitam.

Ringkasan parameter peta kendali disajikan pada Tabel 1. Perbedaan utama BMC bukan hanya pada besarnya variasi, tetapi terutama pada pergeseran pusat proses ke atas dibandingkan batas spesifikasi internal. Karena BMC didefinisikan sebagai campuran dua atau lebih grade CTC, heterogenitas ukuran dan karakteristik partikel berpotensi menimbulkan perbedaan laju perpindahan panas dan massa selama pengeringan [9].

Tabel 1. Ringkasan peta kendali I-MR untuk semua grade (*nilai LCL terbaca pada chart BMC).

Grade	$\bar{x}$ (%)	σ (within)	UCL	LCL	Interpretasi
BP1	3,167	0,0825	3,414	2,919	Stabil; pusat proses dalam spesifikasi
D2	3,190	0,1008	3,492	2,888	Stabil; variasi relatif lebih besar
D1	3,203	0,0866	3,469	2,938	Stabil
FANN	3,213	0,0794	3,451	2,975	Stabil; variasi terkecil
PD	3,183	0,0856	3,440	2,926	Stabil
BMC	4,913	0,1223	—	4,546*	Sinyal penyebab khusus dan pusat proses > USL internal

3.2 Uji Normalitas

Hasil evaluasi distribusi menunjukkan bahwa data kadar air BP1, D2, D1, FANN, dan PD memenuhi kriteria normalitas dengan $p\text{-value} > 0,05$, sehingga analisis kapabilitas berbasis distribusi normal dapat digunakan secara lebih langsung untuk kelima grade tersebut. BMC tidak memenuhi asumsi normalitas ($p\text{-value} < 0,005$). Oleh karena itu, nilai Cpk dan Ppk BMC pada penelitian ini diperlakukan sebagai indikator diagnostik yang menegaskan posisi proses jauh di atas USL internal, bukan sebagai satu-satunya ukuran kinerja proses. Ringkasan hasil disajikan pada Tabel 2; output grafik yang sebelumnya terlalu kecil tidak ditampilkan ulang pada naskah utama.

Tabel 2. Ringkasan hasil uji normalitas.

Grade	Hasil uji normalitas	Implikasi analisis
BP1, D2, D1, FANN, PD	$p\text{-value} > 0,05$	Kapabilitas normal dapat diinterpretasikan
BMC	$p\text{-value} < 0,005$	Interpretasi kapabilitas harus disertai chart dan konteks proses

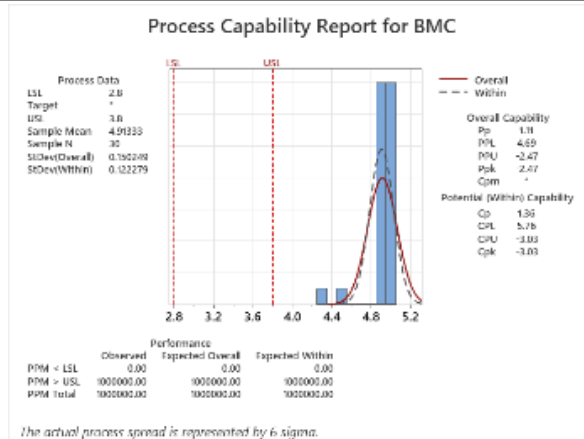
3.3 Analisis Kapabilitas Proses

Indeks kapabilitas dihitung terhadap spesifikasi internal $USL = 3,8\%$ dan $LSL = 2,8\%$. Tabel 3 menunjukkan bahwa BP1, D1, FANN, dan PD memiliki $Cpk \geq 1,33$. D2 memiliki $Cpk = 1,29$ sehingga belum mencapai target 1,33, meskipun distribusi proses masih berada dalam rentang spesifikasi. Koreksi ini penting karena versi awal manuskrip menyebut seluruh lima grade utama memiliki Cpk di atas 1,33. Gambar 3 menampilkan *Process Capability Report* pada ukuran yang lebih terbaca.

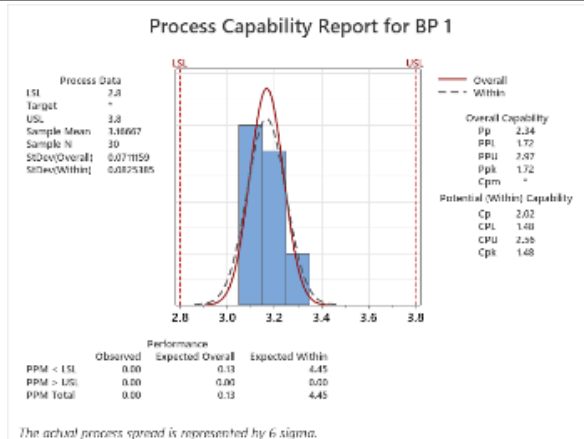
Tabel 3. Indeks kapabilitas proses terhadap spesifikasi internal 2,8–3,8%.

Grade	Cpk	Ppk	Status terhadap target 1,33	Keterangan
BP1	1,48	1,71	Memenuhi	Kapabel
D2	1,29	1,54	Belum memenuhi	Perlu pengurangan variasi
D1	1,52	1,51	Memenuhi	Kapabel
FANN	1,73	1,78	Memenuhi	Kapabilitas tertinggi
PD	1,49	1,61	Memenuhi	Kapabel
BMC	−3,03	−2,47	Tidak memenuhi	Pusat proses di atas USL; distribusi nonnormal

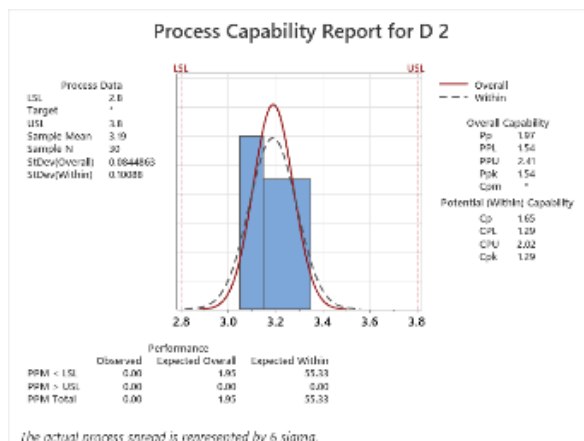
Grade	Cpk	Ppk	Status terhadap target 1,33	Keterangan
-------	-----	-----	-----------------------------	------------



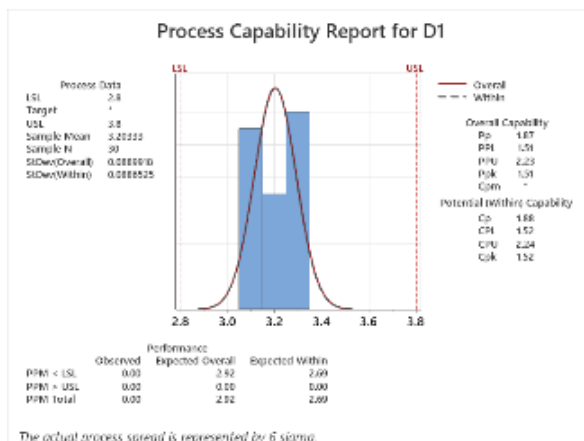
(a) BMC



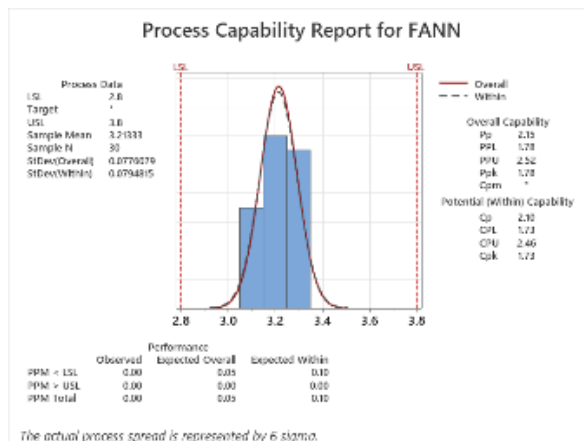
(b) BP1



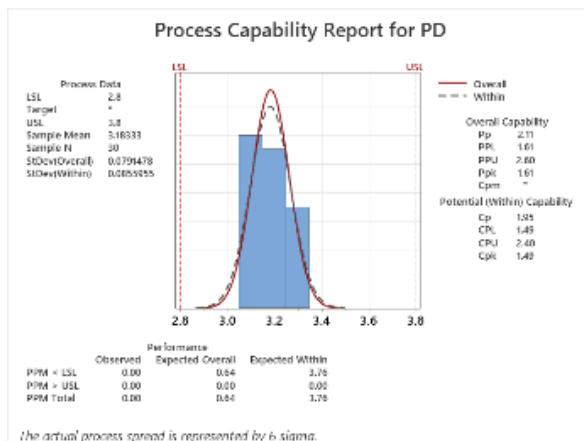
(c) D2



(d) D1



(e) FANN



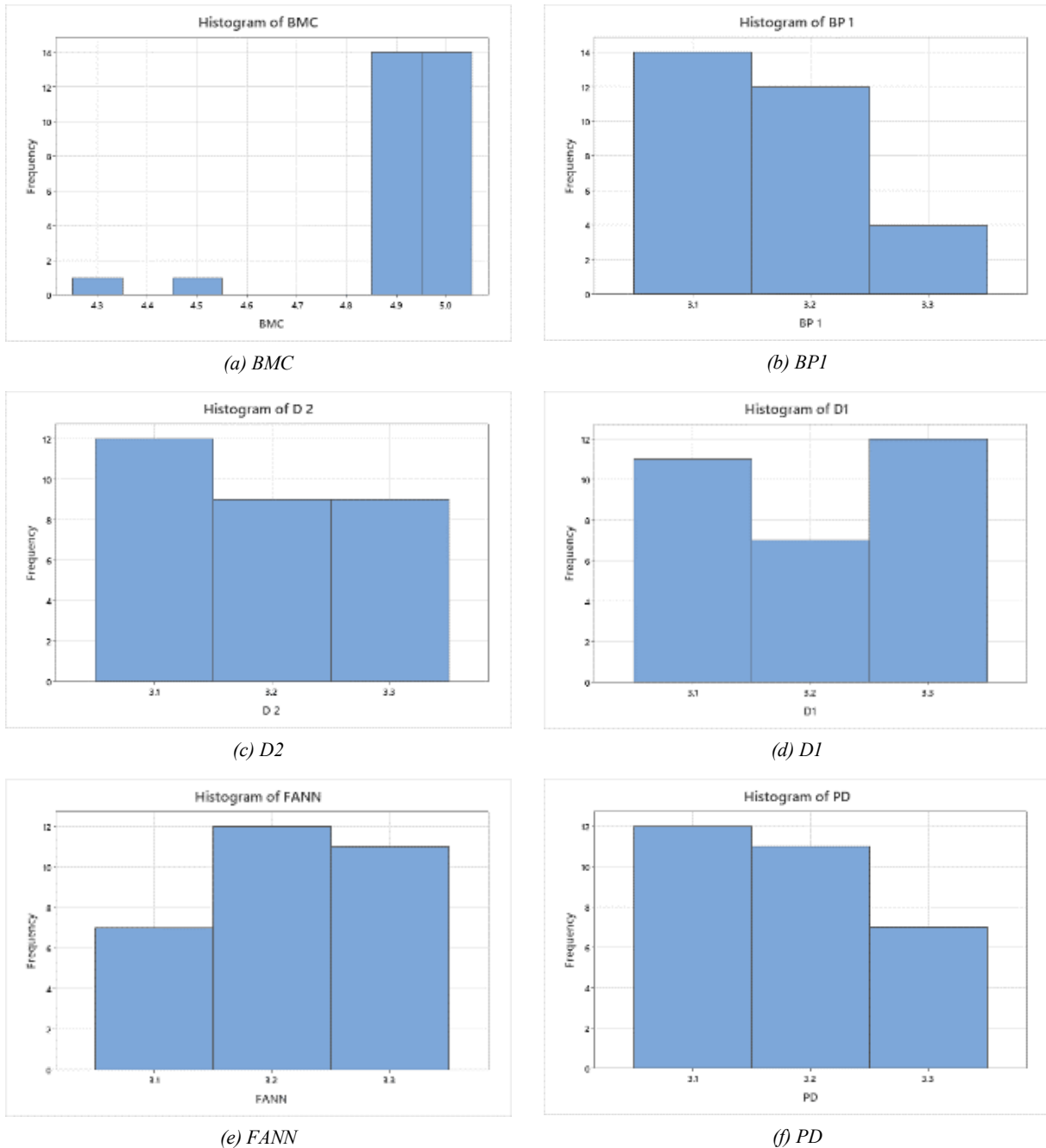
(f) PD

Gambar 3. Process Capability Report kadar air untuk enam grade teh hitam.

Pada output BMC, $Cpk = -3,03$ sedangkan $Ppk = -2,47$. Nilai negatif muncul karena rata-rata proses berada di atas USL internal. Dengan rata-rata 4,913%, BMC tidak memenuhi spesifikasi proses internal 2,8–3,8%. Namun, angka tersebut masih berada di bawah batas maksimum kadar air 7% pada SNI 1902:2016 [9]. Oleh sebab itu, istilah yang lebih tepat adalah ketidaksesuaian terhadap target proses internal perusahaan, bukan kegagalan mutu produk secara umum. Perbedaan antara Cpk dan Ppk juga menunjukkan pentingnya membedakan variasi jangka pendek dan keseluruhan proses.

3.4 Analisis Histogram

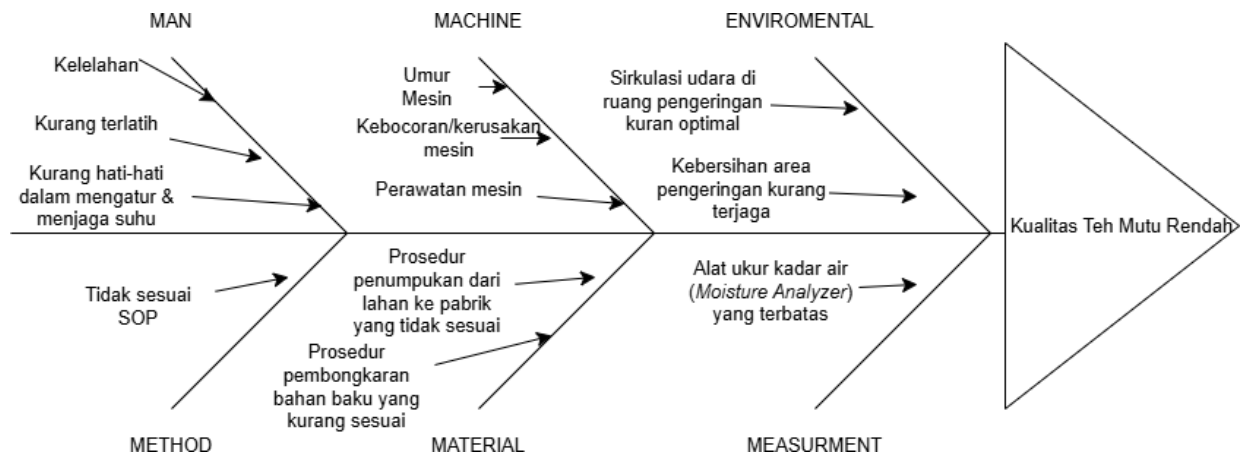
Histogram pada Gambar 4 memperlihatkan BP1, D2, D1, FANN, dan PD terpusat pada kisaran sekitar 3,1–3,2%, sedangkan distribusi BMC bergeser ke kanan dan terkonsentrasi di sekitar 4,9–5,0%. Pola ini menguatkan bahwa persoalan BMC terutama berupa pergeseran pusat proses, bukan sekadar peningkatan dispersi. Temuan tersebut konsisten dengan kebutuhan pengaturan proses yang berbeda untuk material dengan karakteristik partikel yang heterogen.



Gambar 4. Histogram kadar air untuk enam grade teh hitam.

3.5 Analisis Akar Masalah BMC: 5M+1E dan Hubungan Antar-Faktor

Fishbone Diagram pada Gambar 5 digunakan untuk mengelompokkan faktor penyebab potensial. BMC merupakan campuran dua atau lebih grade CTC [9], sehingga ukuran partikel, kandungan serat, dan karakteristik fisik umpan dapat lebih heterogen. Literatur pengeringan teh menunjukkan bahwa suhu, durasi, karakteristik bahan, dan distribusi panas memengaruhi laju pelepasan air serta mutu akhir; ketidakseragaman kondisi proses dapat menghasilkan pengeringan yang tidak merata [7], [8]. Dengan dasar tersebut, perbedaan BMC terhadap grade lain secara teknis masuk akal, tetapi hubungan sebab-akibat pada penelitian ini tetap ditafsirkan sebagai temuan kualitatif dari observasi dan wawancara.



Gambar 5. Fishbone Diagram penyebab potensial penyimpangan kadar air BMC.

Tabel 4. Analisis akar masalah 5M+1E dan tindakan perbaikan BMC.

Faktor	Penyebab potensial	Dampak terhadap proses	Tindakan perbaikan mendasar
<i>Man</i>	Keterampilan operator dalam menyesuaikan set-point untuk BMC belum seragam.	Respon terhadap perubahan beban pengeringan tidak konsisten.	Pelatihan berbasis kompetensi; lembar set-point grade-spesifik; verifikasi operator sebelum operasi.
<i>Machine</i>	Distribusi panas/ <i>airflow</i> VFBD dapat berubah saat menangani campuran partikel; inspeksi komponen belum konsisten.	Sebagian partikel berpotensi menerima energi pengeringan yang berbeda.	<i>Preventive maintenance</i> ; verifikasi distribusi suhu/ <i>airflow</i> ; pemeriksaan <i>heater, fan, dan feeder</i> sebelum batch BMC.
<i>Method</i>	SOP dan parameter waktu/suhu belum cukup spesifik untuk BMC.	Pusat proses dapat bergeser meskipun proses relatif berulang.	Validasi recipe pengeringan BMC; tetapkan rentang suhu, <i>residence time, feed rate</i> , dan <i>reaction plan</i> SPC.
<i>Material</i>	BMC terdiri dari campuran beberapa grade sehingga ukuran/serat lebih heterogen.	Laju perpindahan panas dan massa menjadi tidak seragam.	Karakterisasi distribusi ukuran; <i>pre-screening</i> /segregasi bila diperlukan; kendalikan komposisi dan <i>feed rate</i> .
<i>Measurement</i>	Sampling dan alat ukur dapat kurang representatif untuk campuran partikel.	Koreksi proses terlambat atau berdasarkan estimasi yang bias.	Kalibrasi berkala; <i>Measurement System Analysis</i> bila data tersedia; composite sampling dan frekuensi sampling yang ditetapkan.
<i>Environment</i>	Suhu dan kelembapan area produksi berubah.	Beban evaporasi dan keseimbangan kelembapan dapat berubah.	Monitoring RH/suhu <i>real-time</i> ; pencatatan bersama data kadar air; kompensasi parameter bila diperlukan.

Untuk menjawab keterbatasan *Fishbone*, hubungan antar-faktor diringkas pada Tabel 5. Rantai utama yang teridentifikasi adalah *Material* → *Machine/Method* → *Man/Measurement* → keluaran kadar air. Heterogenitas BMC meningkatkan tuntutan terhadap kestabilan *airflow*, suhu, *feed rate*, dan waktu tinggal; apabila parameter metode belum spesifik dan umpan balik pengukuran terlambat, operator akan lebih sulit melakukan koreksi yang konsisten. Kondisi lingkungan dapat memperbesar atau memperkecil beban pengeringan. Pemetaan ini menunjukkan bahwa tindakan korektif tidak sebaiknya dilakukan pada satu faktor secara terisolasi.

Tabel 5. Pemetaan hubungan antar-faktor penyebab penyimpangan BMC.

Hubungan	Mekanisme operasional	Implikasi
<i>Material</i> → <i>Machine</i>	Campuran ukuran/serat mengubah resistansi aliran dan kebutuhan panas.	Perlu verifikasi distribusi <i>airflow</i> /suhu pada BMC.
<i>Material</i> → <i>Method</i>	Heterogenitas bahan membutuhkan set-point dan waktu tinggal yang berbeda.	SOP BMC perlu divalidasi terpisah.
<i>Method</i> → <i>Man</i>	SOP yang tidak spesifik meningkatkan ketergantungan pada keputusan operator.	Standarisasi parameter dan <i>reaction plan</i> mengurangi variasi antaroperator.

Hubungan	Mekanisme operasional	Implikasi
<i>Measurement</i> → <i>Man/Method</i>	Sampling yang tidak representatif menghasilkan umpan balik proses yang terlambat.	Perbaikan sistem pengukuran harus mendahului optimasi set-point.
<i>Environment</i> → <i>Machine/Method</i>	RH dan suhu ruang memengaruhi beban evaporasi.	Kondisi lingkungan perlu dicatat bersama data SPC.

3.6 Prioritas Tindakan Perbaikan

Berdasarkan kombinasi hasil SPC dan analisis kualitatif, tindakan perbaikan yang lebih mendasar diarahkan pada pengendalian sistem, bukan hanya koreksi produk akhir. Prioritas yang disarankan adalah: (1) validasi parameter proses khusus BMC melalui trial terkontrol; (2) memastikan sistem pengukuran kadar air terkalibrasi dan sampling representatif; (3) memverifikasi kondisi mekanis, distribusi *airflow*, dan stabilitas suhu VFBD; (4) menstandarkan SOP BMC beserta *reaction plan* ketika *chart* menunjukkan sinyal penyebab khusus; dan (5) mengintegrasikan data material, lingkungan, dan proses ke dalam monitoring SPC. Efektivitas perbaikan perlu diverifikasi melalui data pascaperbaikan dengan target pusat proses kembali ke rentang internal dan Cpk minimal 1,33.

4. KESIMPULAN

Penerapan SPC menunjukkan perbedaan yang jelas antara BMC dan grade lain pada proses pengeringan teh hitam CTC di PT. XYZ. BP1, D1, FANN, dan PD memenuhi target kapabilitas internal $Cpk \geq 1,33$, sedangkan D2 memiliki Cpk 1,29 sehingga masih memerlukan pengurangan variasi. Temuan ini memperbaiki pernyataan sebelumnya yang menyebut seluruh lima grade utama memiliki Cpk di atas 1,33.

BMC memiliki rata-rata kadar air 4,913%, berada 1,113 poin persentase di atas USL internal 3,8%, dengan Cpk -3,03 dan Ppk -2,47. Karena data BMC tidak normal dan peta I-MR memperlihatkan sinyal penyebab khusus, nilai kapabilitas harus dibaca bersama bukti kestabilan proses. Kadar air BMC tersebut menunjukkan ketidaksesuaian terhadap spesifikasi proses internal perusahaan; namun masih berada di bawah batas kadar air maksimum 7% pada SNI 1902:2016, sehingga tidak tepat disimpulkan sebagai kegagalan mutu produk secara umum hanya berdasarkan parameter ini.

Analisis 5M+1E dan hubungan antar-faktor menunjukkan bahwa heterogenitas material BMC berinteraksi dengan kondisi mesin, metode, operator, sistem pengukuran, dan lingkungan. Perbaikan sebaiknya dipusatkan pada validasi parameter pengeringan khusus BMC, peningkatan keseragaman umpan, pemeliharaan VFBD, standarisasi SOP, penguatan sistem pengukuran, dan monitoring lingkungan. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan data proses yang lebih panjang dan variabel suhu, *airflow*, feed rate, residence time, serta kelembapan untuk membangun model hubungan kuantitatif dan mengevaluasi efektivitas tindakan korektif.

INFORMASI PENULIS

Korespondensi Penulis: Fara Kamila Hudy – Departemen Teknologi Industri Pertanian, Universitas Internasional Semen Indonesia.

Penulis: Aisyah Rahmawati; Fara Kamila Hudy; Zara Safira Ramadhani – Departemen Teknologi Industri Pertanian, Universitas Internasional Semen Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Directorate General of Taxes, “SPT Tahunan Coretax DJP: Panduan pelaporan SPT Tahunan Orang Pribadi,” Ministry of Finance of the Republic of Indonesia. [Online]. Available: <https://www.pajak.go.id/id/lapor-tahunan>
- [2] Directorate General of Taxes, “Coretaxpedia: Lapor SPT tahunan orang pribadi,” Ministry of Finance of the Republic of Indonesia. [Online]. Available: <https://pajak.go.id/coretaxpedia/lapor-spt-tahunan-orang-pribadi>
- [3] [2] G. Y. Pratama, D. N. P., R. Danieli, and E. A. Saati, “Perubahan Karakteristik Fisik Teh Hitam Selama Oksidasi Enzimatis Pada Proses Penggilingan CTC,” VIABEL J. Ilm. Ilmu-Ilmu Pertan., vol. 16, no. 1, pp. 41–51, 2022, doi: 10.35457/viabel.v16i1.1912.
- [3] M. T. S. Utomo and G. Yanuar, “Analisa Pengeringan Secara Konveksi Butiran Teh pada Fluidized Bed Dryer Menggunakan Computational Fluid Dynamic (CFD),” Rotasi, vol. 19, no. 4, p. 206, 2017, doi: 10.14710/rotasi.19.4.206-216.
- [4] S. T. D. Sinaga, S. H. Putri, and T. Pujianto, “Analisis Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi Teh Hitam Menggunakan Metode Statistical Quality Control,” Teknotan, vol. 17, no. 2, p. 153, 2023, doi: 10.24198/jt.vol17n2.10.

- [5] M. Januar, R. Astuti, and D. M. Iksari, "Analisis Pengendalian Kualitas pada Proses Pengeringan Teh Hitam dengan Metode Six Sigma: Studi Kasus di PTPN XII Wonosari, Lawang," vol. 15, no. 1, pp. 37–46, 2014.
- [6] Fajriani and D. O. Panggabean, "Pengamatan Proses Pelayuan dan Penggulungan pada Produksi Teh Hitam," vol. 4, no. 2, pp. 36–40, 2022.
- [7] M. Aaqil, C. Peng, A. Kamal, T. Nawaz, F. Zhang, and J. Gong, "Tea Harvesting and Processing Techniques and Its Effect on Phytochemical Profile and Final Quality of Black Tea: A Review," *Foods*, vol. 12, no. 24, p. 4467, 2023, doi: 10.3390/foods12244467.
- [8] F. Qu, X. Zhu, Z. Ai, Y. Ai, F. Qiu, and D. Ni, "Effect of different drying methods on the sensory quality and chemical components of black tea," *LWT*, vol. 99, pp. 112–118, 2019, doi: 10.1016/j.lwt.2018.09.036.
- [9] Badan Standardisasi Nasional, SNI 1902:2016 – Teh Hitam. Jakarta: BSN, 2016.
- [10] M. Benková, D. Bednárová, and G. Bogdanovská, "Process Capability Evaluation Using Capability Indices as a Part of Statistical Process Control," *Mathematics*, vol. 12, no. 11, p. 1679, 2024, doi: 10.3390/math12111679.

KEPENTINGAN YANG SALING BERTENTANGAN

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan dalam penulisan artikel ini.

PERNYATAAN ETIKA

Penelitian ini dilaksanakan dengan menjunjung tinggi prinsip-prinsip etika akademik. Seluruh data yang digunakan diperoleh atas izin resmi dari PT. XYZ dan dimanfaatkan semata-mata untuk keperluan akademik.

KETERSEDIAAN DATA

Data kadar air yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari Departemen Quality Control PT. XYZ periode Agustus–September 2025. Data tersedia atas permintaan yang wajar kepada penulis korespondensi, dengan mempertimbangkan kebijakan kerahasiaan perusahaan.

KETERSEDIAAN KODE

Tidak ada kode pemrograman yang digunakan dalam penelitian ini.