Ekliptika : Jurnal Inovasi Teknologi Berkelanjutan
Vol. 5 No. 2 Desember 2024 | Hal. 79–90
doi: https://doi.org/10.55757/ekliptika.v5i2.564

Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Air Galon Menggunakan Statistical Process Control di PT Tirta Investama

Madinatul Munawaroh[1], Mustaqim[1]

[1] Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Nahdlatul Ulama Pasuruan, Indonesia
Email: Madinadina908@gmail.com ; mustaqim@unupasuruan.ac.id

Received: November 2024; Revised: Desember 2024; Accepted: Desember 2024

Abstrak

Penelitian ini menganalisis distribusi reject dan kestabilan proses produksi air galon di PT Tirta Investama menggunakan Statistical Process Control (SPC). Studi kasus deskriptif menggunakan observasi, wawancara, dan ringkasan produksi selama 23 hari pengamatan pada 5 Februari–1 Maret 2024. Analisis meliputi check sheet, diagram Pareto, peta kendali p dengan ukuran produksi harian yang berbeda, serta diagram sebab-akibat. Dari 119.780 unit produksi, tercatat 4.137 unit reject dengan proporsi keseluruhan 3,4538%. Kategori terkontaminasi menyumbang 27,82% dari seluruh reject, diikuti retak 24,80%, bocor 21,22%, isi tidak sesuai 14,48%, dan tutup/segel tidak rapat 11,68%. Empat kategori pertama mencakup 88,32% reject. Peta kendali tiga simpangan baku menunjukkan sembilan dari 23 titik berada di luar batas kendali, terdiri atas empat titik di atas batas atas dan lima titik di bawah batas bawah. Hasil mengindikasikan kebutuhan investigasi variasi proses dan validasi pencatatan. Diagram sebab-akibat memetakan dugaan faktor bahan, mesin, manusia, metode, dan lingkungan yang perlu diverifikasi. Prioritas perbaikan diarahkan pada sanitasi, pemeriksaan kemasan, pemeliharaan, dan kalibrasi. Penurunan reject setelah tindakan perbaikan belum dapat dibuktikan karena data pembanding tidak tersedia.

Kata kunci: pengendalian kualitas; SPC; air galon; Pareto; peta kendali p

Abstract

This study analyzes reject distribution and process stability in gallon-water production at PT Tirta Investama using Statistical Process Control (SPC). The descriptive case study uses observations, interviews, and production summaries for 23 observation days from 5 February to 1 March 2024. The analysis combines a check sheet, a Pareto chart, a p-chart with varying daily production sizes, and cause-and-effect diagrams. Of 119,780 units produced, 4,137 were recorded as rejects, yielding an overall proportion of 3.4538%. The contamination category accounted for 27.82% of rejects, followed by cracks (24.80%), leaks (21.22%), incorrect filling (14.48%), and improperly closed caps/seals (11.68%). The first four categories represented 88.32% of all rejects. Three-sigma control limits identified nine of 23 points outside the limits: four above the upper limit and five below the lower limit. These findings indicate a need to investigate process variation and validate recording practices. Cause-and-effect diagrams map potential material, machine, human, method, and environmental factors requiring verification. Proposed priorities include sanitation, packaging inspection, maintenance, and calibration. A reduction in rejects following corrective action cannot be established because comparative data are unavailable.

Keywords: quality control; SPC; gallon water; Pareto; p-chart

[1] M. Munawaroh and Mustaqim, "Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Air Galon Menggunakan Statistical Process Control di PT Tirta Investama," *Ekliptika: Jurnal Inovasi Teknologi Berkelanjutan*, vol. 5, no. 2, pp. 79–90, 2024, doi: 10.55757/ekliptika.v5i2.564.

Copyright © 2024 The Author(s) | Published by: Universitas Nahdlatul Ulama Pasuruan.

PENDAHULUAN

Pengendalian kualitas produksi air galon memerlukan konsistensi proses pengolahan, pengisian, dan penutupan kemasan. Produk yang tidak sesuai menambah kebutuhan penyortiran dan penanganan ulang. Pengamatan jumlah reject saja belum cukup untuk menilai kestabilan proses, terutama apabila volume produksi berubah setiap hari. Statistical Process Control (SPC) menyediakan kerangka untuk memantau variasi secara berurutan dan menentukan kondisi yang memerlukan penelusuran lebih lanjut [1], [2].

Landasan peta kendali dikembangkan untuk membedakan variasi yang melekat pada proses dari variasi yang berkaitan dengan kondisi khusus [3]. Pemilihan alat harus mengikuti karakter data dan tujuan analisis. Check sheet membantu pencatatan, diagram Pareto menyusun prioritas berdasarkan frekuensi, sedangkan diagram sebab-akibat menyusun kemungkinan faktor yang perlu ditelaah [4]. Keempat alat tersebut saling melengkapi dalam analisis kualitas, tetapi masing-masing menghasilkan informasi dengan batas penafsiran yang berbeda [5].

Kajian produksi pangan menunjukkan penggunaan alat statistik untuk mengidentifikasi ketidaksesuaian dan menyusun usulan perbaikan. Hairiyah dkk. [6] menerapkan SQC pada produksi roti. Dalam konteks kemasan air minum, Sarwendah dan Zulkarnain [7] menggunakan SPC untuk menelaah distribusi cacat dan kestabilan proses. Perbedaan produk, periode, dan definisi inspeksi membuat hasil antarperusahaan tidak dapat langsung digunakan sebagai target proses pada kasus ini.

Penerapan SPC pada kertas oleh Devani dan Wahyuni [8], penyamakan kulit oleh Hardiyanti dkk. [9], serta mesin laundry oleh Suseno dan Damayanti [10] memperlihatkan penggunaan peta kendali bersama analisis penyebab. Mahendra dkk. [11] membahas prioritas cacat pada benang combed 30s. Kajian tersebut memberi konteks metodologis bagi pengamatan proses manufaktur; efektivitas tindakan pada PT Tirta Investama tetap harus dinilai melalui data perusahaan yang bersangkutan.

Naskah ini menelaah lima kategori reject yang dicatat dalam produksi air galon, yaitu terkontaminasi, retak, bocor, isi tidak sesuai, dan tutup/segel tidak rapat. Ketidakseragaman volume harian mengharuskan penggunaan proporsi serta batas kendali yang menyesuaikan ukuran pengamatan. Selain itu, persentase kategori reject perlu dibedakan dari persentase reject terhadap seluruh produksi agar prioritas masalah dan tingkat ketidaksesuaian tidak tertukar.

Tujuan penelitian adalah menghitung distribusi reject, mengevaluasi kestabilan statistik proses pada periode pengamatan, dan menyusun arah investigasi serta tindakan perbaikan. Kontribusi kajian terletak pada penggabungan ringkasan harian dengan interpretasi peta kendali dan pemetaan faktor potensial. Analisis tidak digunakan untuk menyatakan keberhasilan intervensi, karena pengukuran sebelum dan sesudah perbaikan belum tersedia.

METODE PENELITIAN

Rancangan dan Sumber Data

Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif dengan studi kasus pada proses produksi air galon di PT Tirta Investama. Informasi diperoleh melalui observasi dan wawancara sebagaimana dilaporkan dalam naskah sumber. Analisis kuantitatif menggunakan tabel produksi dan reject untuk 23 hari pengamatan pada 5 Februari–1 Maret 2024. Jumlah informan, rincian jadwal wawancara, dan lokasi unit pabrik tidak dirinci. Hari tanpa catatan tidak diasumsikan berproduksi nol.

Unit waktu analisis adalah satu hari pengamatan. Jumlah produksi harian digunakan sebagai penyebut, dengan asumsi seluruh unit dalam jumlah tersebut berada dalam cakupan inspeksi yang sama. Reject diartikan sebagai unit tidak sesuai yang tercatat pada ringkasan. Istilah capshield pada sumber diseragamkan menjadi tutup/segel tidak rapat. Kategori terkontaminasi mengikuti label catatan inspeksi; tidak tersedia hasil laboratorium untuk menetapkan jenis kontaminan.

Tahapan Pengolahan dan Asumsi Peta Kendali

Pengolahan dimulai dengan pemeriksaan penjumlahan setiap baris dan total kategori pada check sheet [12]. Selanjutnya dihitung proporsi reject harian, proporsi tertimbang keseluruhan, dan distribusi kategori. Diagram Pareto menggunakan frekuensi kategori yang diurutkan menurun [13]. Peta kendali p digunakan sebagai analisis awal data atribut dengan ukuran pengamatan berbeda [14]. Persamaan (1)–(4) mengikuti model binomial tiga simpangan baku.

$$p_i = d_i \; / \; n_i \quad (1)$$

$$\bar{p} = \left(\Sigma \; d_i\right) \; / \; \left(\Sigma \; n_i\right) \quad (2)$$

$$UCL_i = min \left\{1; \; \bar{p} + 3\sqrt{\left[\bar{p}\left(1 - \bar{p}\right) \; / \; n_i\right]}\right\} \quad (3)$$

$$LCL_i = max \left\{0; \; \bar{p} - 3\sqrt{\left[\bar{p}\left(1 - \bar{p}\right) \; / \; n_i\right]}\right\} \quad (4)$$

d_i adalah jumlah unit reject, n_i jumlah produksi dalam cakupan inspeksi, p_i proporsi harian, dan $\bar{p}$ garis pusat (CL). UCL dan LCL masing-masing menyatakan batas kendali atas dan bawah. Pembentukan peta mengasumsikan unit dihitung satu kali, kategori saling lepas, pengamatan cukup independen, dan peluang ketidaksesuaian acuan yang sama. Kesamaan jumlah kategori dengan total belum membuktikan asumsi; catatan per unit tidak tersedia.

Jika satu unit memiliki beberapa jenis cacat yang dihitung berulang, jumlah kejadian cacat harus dibedakan dari jumlah unit tidak sesuai dan jenis peta perlu disesuaikan. Titik ditandai di luar kendali apabila $p_i > UCL_i$ atau $p_i < LCL_i$ berdasarkan angka penuh sebelum pembulatan. Analisis ini belum menerapkan aturan deret tambahan atau menguji autokorelasi.

Diagram sebab-akibat merangkum pembahasan faktor potensial dan menyusun kebutuhan verifikasi [15]. Faktor pada diagram merupakan hipotesis kerja, bukan hubungan sebab-akibat yang telah diuji. Besaran penurunan reject, biaya penghematan, dan dampak efisiensi tidak dihitung karena data intervensi serta biaya tidak disertakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Produksi dan Reject Harian

Tabel 1 menyajikan seluruh pengamatan. Total produksi adalah 119.780 unit dan total reject 4.137 unit. Penjumlahan lima kategori pada setiap hari sesuai dengan jumlah reject yang dicatat. Kolom terakhir menunjukkan proporsi reject terhadap produksi hari yang sama, bukan porsi hari tersebut terhadap seluruh reject periode.

Tabel 1. Produksi dan kategori reject pada 23 hari pengamatan

Tanggal	Produksi (unit)	TR	IS	R	T	B	Reject (unit)	Reject (%)
05-02-24	3.300	10	14	13	46	12	95	2,88
06-02-24	6.190	16	24	66	89	21	216	3,49
07-02-24	4.850	8	45	67	33	41	194	4,00
08-02-24	5.600	20	33	120	90	22	285	5,09
09-02-24	4.900	14	26	50	34	29	153	3,12
10-02-24	4.700	27	21	18	110	31	207	4,40
12-02-24	5.900	14	34	45	34	32	159	2,69
13-02-24	3.700	32	23	51	10	23	139	3,76
14-02-24	6.100	44	31	22	99	84	280	4,59
15-02-24	5.350	20	32	34	31	78	195	3,64
16-02-24	4.850	5	49	36	38	53	181	3,73
17-02-24	4.400	29	6	90	30	32	187	4,25
19-02-24	6.000	31	42	44	54	33	204	3,40
20-02-24	4.900	21	10	43	65	29	168	3,43
21-02-24	5.400	33	45	111	41	20	250	4,63
22-02-24	4.900	24	21	36	27	36	144	2,94
23-02-24	5.300	6	36	22	29	21	114	2,15
24-02-24	5.100	28	23	29	43	43	166	3,25
26-02-24	5.200	10	10	11	65	87	183	3,52
27-02-24	6.000	25	12	33	45	34	149	2,48
28-02-24	6.040	34	15	13	30	61	153	2,53
29-02-24	6.600	9	32	29	54	21	145	2,20
01-03-24	4.500	23	15	43	54	35	170	3,78
Jumlah	119.780	483	599	1.026	1.151	878	4.137	3,45

Tanggal berformat hari–bulan–tahun (2024). TR = tutup/segel tidak rapat; IS = isi tidak sesuai; R = retak; T = terkontaminasi; B = bocor. Lima kolom kategori berunit unit reject. Persentase baris jumlah adalah 4.137/119.780 × 100%, bukan penjumlahan persentase harian. Sumber: data produksi dalam naskah; persentase dihitung dari jumlah yang tercantum.

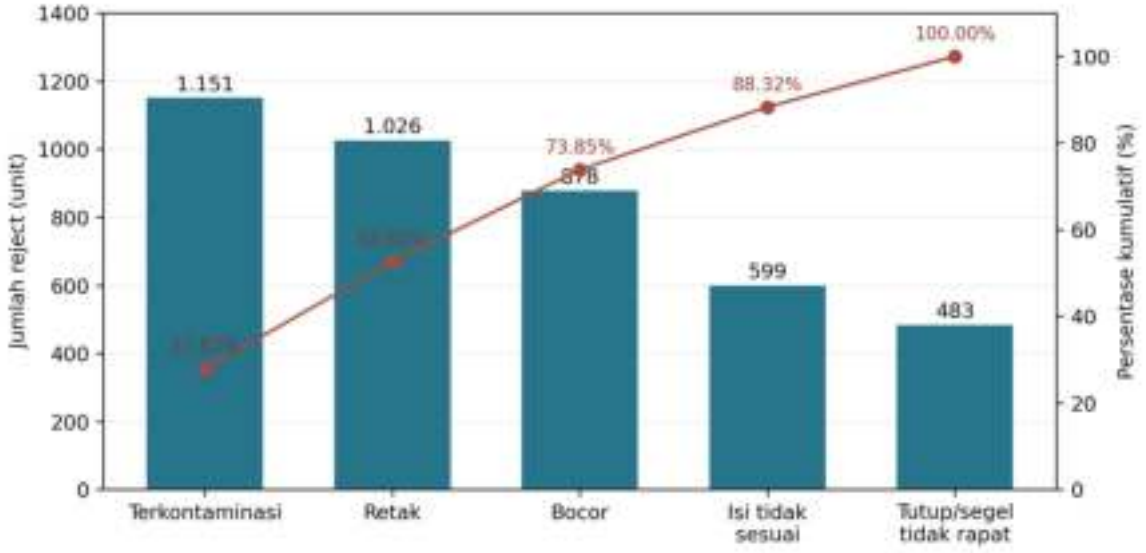
Produksi harian berkisar 3.300–6.600 unit. Proporsi reject terendah adalah 2,1509% pada 23 Februari dan tertinggi 5,0893% pada 8 Februari. Pembandingan harian menggunakan proporsi, sedangkan prioritas kategori menggunakan total frekuensi periode.

Distribusi Kategori dan Prioritas Pareto

Tabel 2. Frekuensi, porsi kategori, dan persentase kumulatif reject

Kategori	Jumlah (unit)	Porsi (%)	Kumulatif (%)
Terkontaminasi	1.151	27,82	27,82
Retak	1.026	24,80	52,62
Bocor	878	21,22	73,85
Isi tidak sesuai	599	14,48	88,32
Tutup/segel tidak rapat	483	11,68	100,00

Penyebut porsi kategori adalah 4.137 reject. Angka dua desimal dibulatkan secara terpisah; total persentase yang ditampilkan tetap 100,00%.



Gambar 1. Diagram Pareto reject produksi air galon berdasarkan Tabel 1.

Kategori terkontaminasi menjadi prioritas berdasarkan frekuensi, dengan 1.151 unit atau 27,82% dari seluruh reject. Retak menyumbang 24,80% dan bocor 21,22%; ketiganya mencakup 73,85%. Penambahan kategori isi tidak sesuai menaikkan cakupan menjadi 88,32%. Urutan ini mendukung penentuan area investigasi, tanpa mengabaikan kategori tutup/segel tidak rapat yang masih menyumbang 483 unit.

Persentase 27,82% menyatakan porsi kategori terkontaminasi di antara reject, sedangkan proporsi kategori tersebut terhadap seluruh produksi sebesar 0,9609%. Kedua ukuran menjawab pertanyaan berbeda. Pareto tidak membuktikan bahwa 88,32% masalah akan hilang setelah empat kategori ditangani, karena tindakan, penyebab bersama, dan keberhasilannya belum diuji. Prinsip prioritas frekuensi dipakai sebagai alat pengambilan keputusan awal [13].

Perhitungan Peta Kendali p

Proporsi tertimbang keseluruhan menghasilkan CL = 4.137/119.780 = 0,03453832 atau 3,4538%. CL menggunakan rasio total reject terhadap total produksi. Batas setiap hari dihitung menggunakan ukuran produksi masing-masing; batas cenderung lebih sempit pada hari dengan produksi lebih besar [14]. Tabel 3 menampilkan angka dalam persen dengan pembulatan empat desimal.

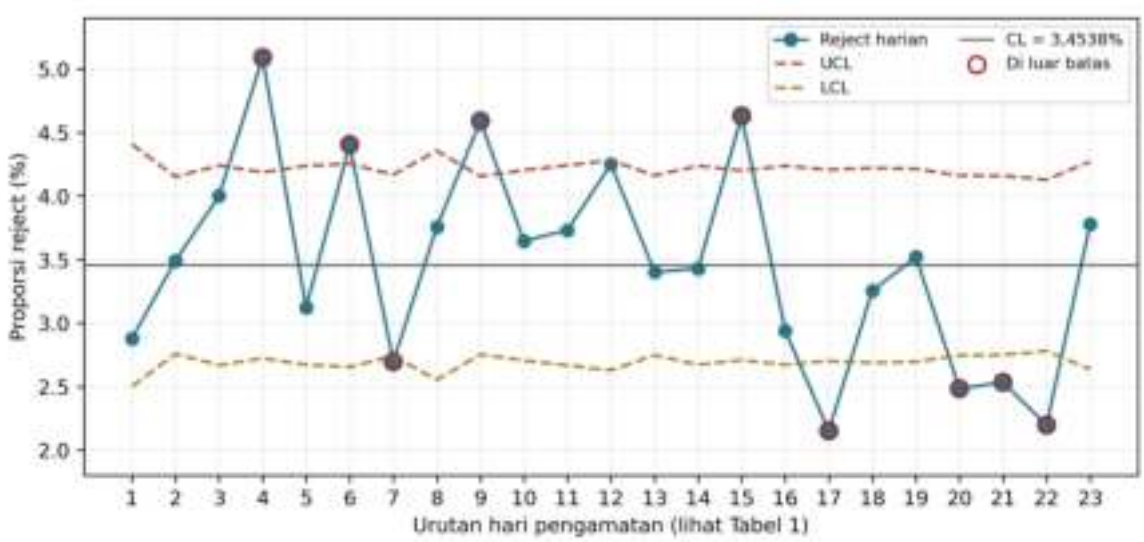
Tabel 3. Proporsi harian dan batas kendali tiga simpangan baku

Hari	Tanggal	p (%)	LCL (%)	UCL (%)	Posisi
1	05-02-24	2,8788	2,5002	4,4075	Dalam
2	06-02-24	3,4895	2,7575	4,1501	Dalam
3	07-02-24	4,0000	2,6672	4,2405	Dalam
4	08-02-24	5,0893	2,7218	4,1859	Atas
5	09-02-24	3,1224	2,6712	4,2364	Dalam
6	10-02-24	4,4043	2,6548	4,2529	Atas
7	12-02-24	2,6949	2,7406	4,1670	Bawah
8	13-02-24	3,7568	2,5532	4,3544	Dalam
9	14-02-24	4,5902	2,7524	4,1552	Atas
10	15-02-24	3,6449	2,7049	4,2028	Dalam
11	16-02-24	3,7320	2,6672	4,2405	Dalam
12	17-02-24	4,2500	2,6280	4,2797	Dalam
13	19-02-24	3,4000	2,7466	4,1611	Dalam
14	20-02-24	3,4286	2,6712	4,2364	Dalam
15	21-02-24	4,6296	2,7083	4,1993	Atas
16	22-02-24	2,9388	2,6712	4,2364	Dalam
17	23-02-24	2,1509	2,7013	4,2063	Bawah
18	24-02-24	3,2549	2,6867	4,2209	Dalam
19	26-02-24	3,5192	2,6941	4,2135	Dalam
20	27-02-24	2,4833	2,7466	4,1611	Bawah
21	28-02-24	2,5331	2,7489	4,1587	Bawah
22	29-02-24	2,1970	2,7795	4,1282	Bawah
23	01-03-24	3,7778	2,6372	4,2705	Dalam

CL setiap baris = 3,4538%. “Dalam” berarti titik berada di antara batas; “Atas” atau “Bawah” berarti berada di luar batas terkait. Status menggunakan angka sebelum pembulatan. Data n dan d tersedia pada Tabel 1.

Batas kendali menggambarkan variasi statistik model acuan dan tidak sama dengan toleransi mutu produk. Target reject perusahaan dan batas spesifikasi tidak dilaporkan. Karena itu, status titik di dalam batas tidak digunakan untuk menyatakan seluruh produk memenuhi persyaratan atau proses sudah mencapai target perusahaan [1], [2].

Kestabilan Proses dan Titik di Luar Batas



Gambar 2. Peta kendali p awal dengan batas yang mengikuti produksi harian.

Tabel 4. Hari yang berada di luar batas kendali

Hari	Tanggal	Reject (unit)	p (%)	Posisi
4	08-02-24	285	5,0893	Atas
6	10-02-24	207	4,4043	Atas
7	12-02-24	159	2,6949	Bawah
9	14-02-24	280	4,5902	Atas
15	21-02-24	250	4,6296	Atas
17	23-02-24	114	2,1509	Bawah
20	27-02-24	149	2,4833	Bawah
21	28-02-24	153	2,5331	Bawah
22	29-02-24	145	2,1970	Bawah

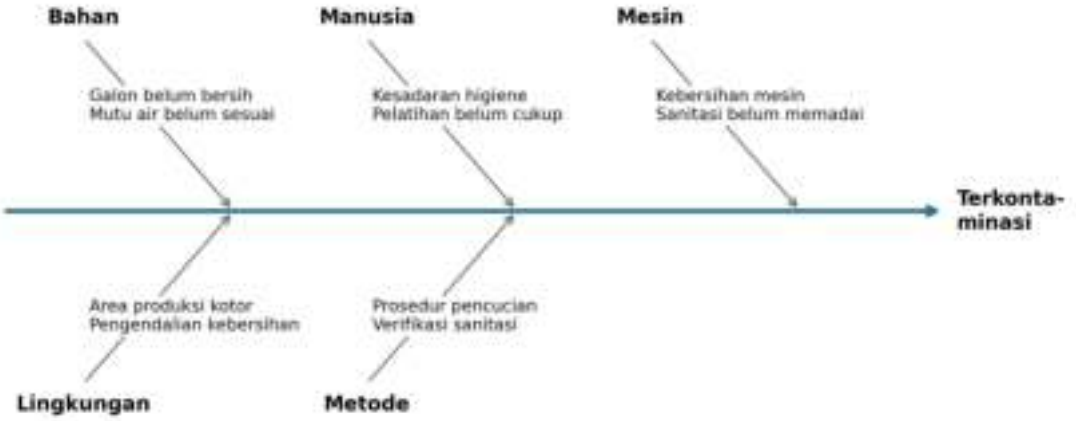
Sembilan dari 23 titik berada di luar batas, yaitu 39,13% dari jumlah hari pengamatan. Empat titik berada di atas UCL pada 8, 10, 14, dan 21 Februari. Lima titik berada di bawah LCL pada 12, 23, 27, 28, dan 29 Februari. Hasil menunjukkan bahwa data tidak sepenuhnya konsisten dengan model acuan peta p awal, dengan syarat asumsi pencatatan dan distribusi terpenuhi.

Titik di atas UCL memerlukan penelusuran terhadap peningkatan ketidaksesuaian. Titik di bawah LCL dapat berkaitan dengan perubahan proses yang menguntungkan, perubahan komposisi produksi, atau perbedaan cara inspeksi. Penurunan yang melampaui batas tetap perlu ditelusuri agar praktik yang bermanfaat dapat dipertahankan dan kesalahan pencatatan dapat dikenali. Investigasi perlu didokumentasikan sebelum batas acuan disusun kembali [16].

Peta kendali tidak menetapkan penyebab secara langsung. Woodall [17] serta Woodall dan Montgomery [18] membahas penafsiran dan pemilihan metode SPC sesuai masalah proses. Dalam penelitian ini tidak dilakukan penghapusan sembilan titik atau pembentukan batas baru tanpa bukti penyebab khusus. Catatan batch, waktu kejadian, pergantian material, dan kondisi inspeksi diperlukan untuk evaluasi tersebut.

Pemetaan Dugaan Faktor Terkontaminasi dan Retak

Gambar 3–7 merangkum dugaan faktor dari pembahasan naskah dan menyusun arah verifikasi. Cabang tidak menunjukkan ukuran pengaruh atau frekuensi penyebab. Setiap faktor perlu diperiksa melalui catatan serta pengukuran sebelum dinyatakan sebagai akar penyebab [4], [15].



Gambar 3. Kerangka dugaan faktor pada kategori terkontaminasi.

Pada kategori terkontaminasi, pembahasan diarahkan pada kebersihan galon, mutu air, sanitasi mesin, higiene pekerja, dan kebersihan area produksi. Pemeriksaan mencakup kepatuhan pencucian, catatan sanitasi, dan kesesuaian inspeksi dengan kriteria perusahaan. Penetapan jenis kontaminan memerlukan pengujian yang sesuai; label inspeksi belum membuktikan kontaminasi mikrobiologis tertentu.



Gambar 4. Kerangka dugaan faktor pada kategori retak.

* Parameter pembentukan, distribusi tekanan, dan desain cetakan relevan apabila pembentukan kemasan termasuk dalam proses yang ditelaah; jika kemasan berasal dari pemasok, pemeriksaannya mengikuti informasi pemasok. Faktor penanganan dan inspeksi merupakan arah verifikasi, bukan temuan penyebab yang telah diukur.

Kategori retak memerlukan pemeriksaan konsistensi bahan dan ketebalan kemasan serta kondisi penanganan. Uraian sumber mengenai suhu, tekanan, dan cetakan belum didukung data pengukuran atau keterangan pembentukan kemasan di lokasi penelitian. Karena itu, faktor tersebut diperlakukan sebagai hipotesis bersyarat. Lot kemasan, posisi retak, dan tahap kemunculannya perlu dicatat untuk menelusuri sumber kerusakan.

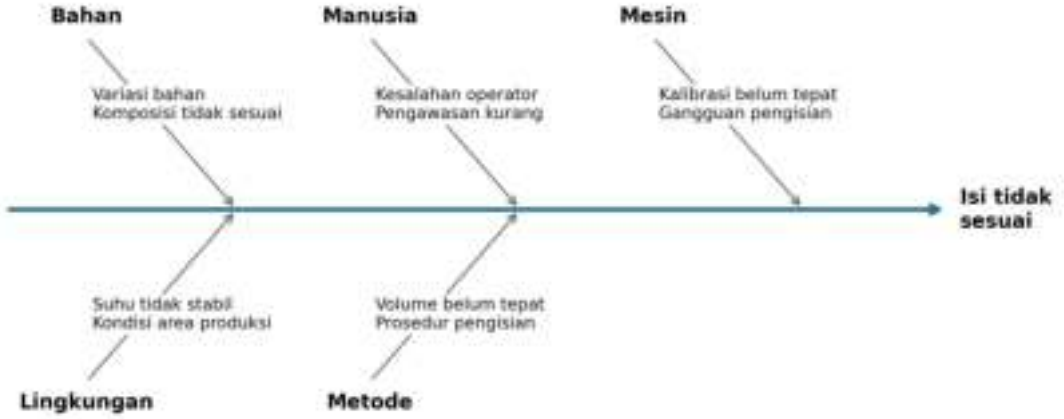
Pemetaan Dugaan Faktor Bocor dan Isi Tidak Sesuai



Gambar 5. Kerangka dugaan faktor pada kategori bocor.

Dugaan faktor bocor mencakup mutu kemasan, kondisi komponen peralatan, prosedur kerja, keterampilan operator, dan lingkungan proses. Pemeriksaan perlu terlebih dahulu menentukan lokasi kebocoran, misalnya badan kemasan atau area penutupan, sesuai kondisi aktual. Pencatatan lokasi dan tahap ditemukan bocor membantu mencegah penggabungan mekanisme berbeda ke dalam satu penjelasan. Uji kebocoran harus mengikuti metode serta batas penerimaan perusahaan.

Prioritas pemeliharaan perlu didukung catatan gangguan, kondisi komponen, dan waktu munculnya reject. Jumlah bocor saja belum membuktikan mesin kurang terawat. Perbaikan metode serta pelatihan juga mengikuti hasil pemeriksaan pekerjaan.

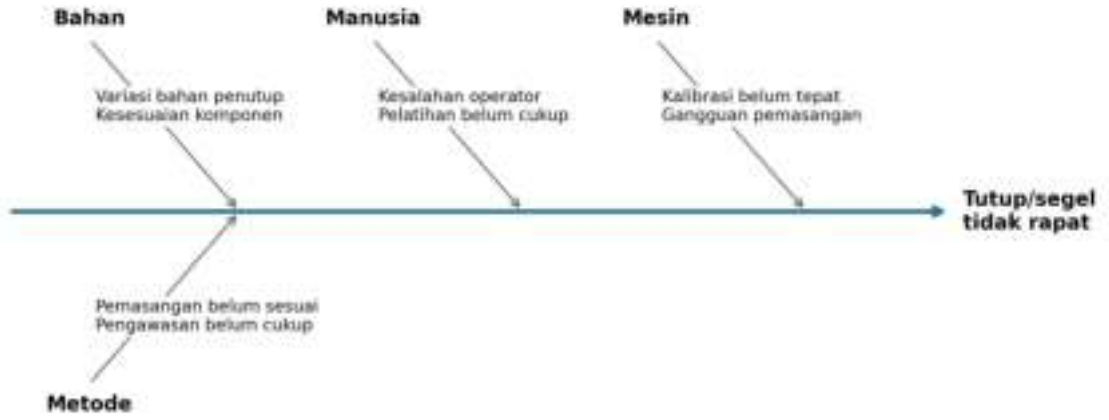


Gambar 6. Kerangka dugaan faktor pada kategori isi tidak sesuai.

Pada isi tidak sesuai, arah investigasi meliputi ketepatan pengaturan volume, kalibrasi, gangguan sistem pengisian, kesesuaian prosedur, dan pengawasan. Data sumber belum membedakan kurang isi dan lebih isi, serta belum mencantumkan ukuran nominal, toleransi, atau hasil pengukuran per unit. Akibatnya, besaran deviasi pengisian dan kemampuan proses terhadap spesifikasi belum dapat dihitung.

Pengamatan lanjutan perlu mencatat arah penyimpangan, volume atau massa, waktu kejadian, dan kondisi pengisian. Data ukuran kontinu dapat dianalisis setelah sistem pengukuran diperiksa. Peta p di sini memantau jumlah unit tidak sesuai dan belum menjelaskan besarnya deviasi volume.

Tutup/Segel Tidak Rapat dan Arah Perbaikan



Gambar 7. Kerangka dugaan faktor pada tutup/segel tidak rapat.

Kategori tutup/segel tidak rapat mencakup dugaan kesesuaian bahan penutup, kondisi pemasangan, kalibrasi, prosedur, dan keterampilan operator. Perbedaan istilah capshield dalam sumber belum menjelaskan komponen penutup secara teknis. Oleh karena itu, pemeriksaan perlu memastikan bagian yang dinilai serta kriteria ketidakrapatannya. Pengukuran torsi hanya digunakan jika sesuai dengan mekanisme penutup yang dipakai; metode pemeriksaan tidak diasumsikan sama untuk seluruh jenis segel.

Tabel 5. Usulan tindakan dan bukti yang diperlukan untuk evaluasi

Prioritas	Arah tindakan	Bukti evaluasi
Terkontaminasi	Verifikasi pencucian, sanitasi, mutu air, dan higiene.	Catatan sanitasi dan hasil inspeksi/pengujian sesuai kriteria.
Retak	Telusuri lot kemasan, ketebalan, penanganan, dan lokasi retak.	Hasil pemeriksaan kemasan dan tahap munculnya retak.
Bocor	Periksa lokasi bocor, kondisi peralatan, dan metode penutupan.	Hasil uji bocor serta catatan perawatan terkait.
Isi tidak sesuai	Periksa pengaturan pengisian, alat ukur, dan kalibrasi.	Data volume/massa, toleransi, dan status kalibrasi.
Tutup/segel tidak rapat	Verifikasi komponen penutup dan prosedur pemasangan.	Hasil pemeriksaan kekuatan/kerapatan penutupan sesuai metode.

Tabel 5 merupakan usulan, bukan laporan tindakan yang sudah dilaksanakan. Urutan awal mengikuti frekuensi reject, tetapi keputusan akhir dapat mempertimbangkan tingkat konsekuensi, keterlacakan, dan sumber daya berdasarkan informasi perusahaan. Penelitian belum menghitung biaya tiap kategori ataupun memberi skor risiko, sehingga prioritas frekuensi tidak diartikan sebagai prioritas biaya atau risiko yang telah ditetapkan.

Evaluasi tindakan memerlukan pencatatan tanggal pelaksanaan, kondisi proses, jumlah inspeksi, serta reject dengan definisi yang sama. Data sesudah tindakan dibandingkan secara berurutan dengan acuan yang relevan. Pengukuran hanya pada satu hari tidak cukup untuk menetapkan perbaikan yang berkelanjutan. Penurunan frekuensi perlu dinilai bersama konsistensi inspeksi dan perubahan komposisi produksi.

Keterbatasan dan Implikasi Pemantauan

Analisis terbatas pada ringkasan 23 hari dan belum memuat identitas batch, shift, hasil ukur individual, biaya reject, atau data sesudah perbaikan. Asumsi independensi, keseragaman inspeksi, dan penghitungan unit tidak berulang belum dapat diverifikasi. Penyimpangan dari model binomial, termasuk variasi antarhari yang melebihi model, dapat memengaruhi banyaknya sinyal. Laney [19] membahas penyesuaian peta atribut untuk kondisi variasi tersebut; penggunaan metode alternatif di sini memerlukan pemeriksaan data lebih lanjut.

Penerapan SPC perlu menghubungkan sinyal statistik dengan pemahaman proses, sebagaimana dibahas Woodall [20]. Temuan penelitian ini memberi dasar untuk memperbaiki keterlacakan catatan dan menyusun investigasi terarah. Pengurangan reject berpotensi mengurangi kebutuhan penanganan ulang, tetapi manfaat biaya, penggunaan air, dan penghematan material belum diukur sehingga tidak dinyatakan sebagai hasil penelitian.

KESIMPULAN

Produksi air galon selama 23 hari pengamatan berjumlah 119.780 unit, dengan 4.137 reject atau proporsi keseluruhan 3,4538%. Distribusi reject terdiri atas terkontaminasi 27,82%, retak 24,80%, bocor 21,22%, isi tidak sesuai 14,48%, dan tutup/segel tidak rapat 11,68%. Empat kategori pertama mencakup 88,32% reject dan menjadi arah awal prioritas investigasi.

Peta p tiga simpangan baku dengan ukuran produksi harian berbeda menunjukkan sembilan titik di luar batas, terdiri atas empat titik di atas UCL dan lima titik di bawah LCL. Dengan asumsi model yang dinyatakan, proses belum sepenuhnya konsisten dengan batas acuan awal. Semua titik di luar batas perlu ditelusuri, termasuk titik dengan proporsi rendah, sebelum penetapan acuan baru.

Diagram sebab-akibat memetakan faktor potensial untuk verifikasi sanitasi, kualitas dan penanganan kemasan, kondisi mesin, prosedur, kalibrasi, serta kompetensi operator. Pemetaan belum menetapkan akar penyebab atau efektivitas intervensi. Pengamatan lanjutan dengan definisi inspeksi yang konsisten serta data sebelum dan sesudah tindakan diperlukan untuk menilai perbaikan kualitas produksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak PT Tirta Investama yang mendukung pengumpulan informasi mengenai proses produksi dan pengendalian kualitas. Informasi tersebut menjadi dasar pembahasan distribusi reject, variasi proses, dan kebutuhan perbaikan pencatatan mutu.

Pernyataan Kontribusi Penulis (CRediT Statement)

Madinatul Munawaroh dan Mustaqim tercantum sebagai penulis artikel. Rincian pembagian peran berdasarkan taksonomi CRediT tidak dilaporkan dalam naskah sumber.

Pernyataan Ketersediaan Data

Ringkasan produksi, reject, dan perhitungan disajikan dalam tabel serta gambar artikel. Catatan inspeksi per unit, dokumen wawancara, dan ketentuan akses data mentah tidak disertakan dalam naskah sumber.

Persetujuan Etik

Penelitian menggunakan observasi dan wawancara. Naskah sumber tidak mencantumkan lembaga atau nomor persetujuan etik, rincian persetujuan informan, maupun prosedur perlindungan data. Status persetujuan etik tidak dapat dipastikan dari informasi yang tersedia.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. C. Montgomery, Introduction to Statistical Quality Control, ed. 8. Hoboken: John Wiley & Sons, 2019.

[2] J. Oakland dan R. Oakland, Statistical Process Control, ed. 7. Abingdon: Routledge, 2019.

[3] W. A. Shewhart, Economic Control of Quality of Manufactured Product. New York: D. Van Nostrand Company, 1931.

[4] K. Ishikawa, Guide to Quality Control, ed. 2 revisi. Tokyo: Asian Productivity Organization, 1986.

[5] American Society for Quality, "Seven basic quality tools," tanpa tahun. https://asq.org/quality-resources/seven-basic-quality-tools

[6] N. Hairiyah, R. R. Amalia, dan E. Luliyanti, "Analisis Statistical Quality Control (SQC) pada produksi roti di Aremania Bakery," Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri, vol. 8, no. 1, hlm. 41–48, 2019. doi: 10.21776/ub.industria.2019.008.01.5.

[7] A. Z. D. Sarwendah dan Zulkarnain, "Implementasi Statistical Process Control (SPC) dalam pengendalian kualitas kemasan air minum Hygio," Seminar Nasional Teknologi Cetak dan Media Kreatif, vol. 1, no. 2 (edisi 2022), dipublikasikan daring 2023. https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/tetamekraf/article/view/603

[8] V. Devani dan F. Wahyuni, "Pengendalian kualitas kertas dengan menggunakan Statistical Process Control di Paper Machine 3," Jurnal Ilmiah Teknik Industri, vol. 15, no. 2, hlm. 87–93, 2016. doi: 10.23917/jiti.v15i2.1504.

[9] A. Hardiyanti, A. Mawadati, dan A. H. Wibowo, "Analisis pengendalian kualitas proses penyamakan kulit menggunakan metode Statistical Process Control (SPC)," IEJST (Industrial Engineering Journal of the University of Sarjanawiyata Tamansiswa), vol. 5, no. 1, hlm. 41–47, 2021.

[10] Suseno dan V. N. Damayanti, "Analisis pengendalian kualitas produk dengan menggunakan metode Statistical Process Control (SPC) dan New Seven Tools di PT Hari Mukti Teknik," Jurnal Cakrawala Ilmiah, vol. 1, no. 6, hlm. 1547–1558, 2022. https://bajangjournal.com/index.php/JCI/article/view/1521

[11] D. Mahendra, A. M. Subagyo, dan D. Almahdi, "Usulan penerapan metode Statistical Process Control pada pengendalian kualitas produk cacat benang combed 30s," Jurnal Serambi Engineering, vol. 8, no. 2, hlm. 5037–5045, 2023.

[12] American Society for Quality, "Check sheet," tanpa tahun. https://asq.org/quality-resources/check-sheet

[13] American Society for Quality, "Pareto chart," tanpa tahun. https://asq.org/quality-resources/pareto

[14] National Institute of Standards and Technology dan SEMATECH, "Proportions control charts," NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods, bagian 6.3.3.2, tanpa tahun. https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pmc/section3/pmc332.htm

[15] American Society for Quality, "Fishbone diagram," tanpa tahun. https://asq.org/quality-resources/fishbone

[16] American Society for Quality, "Control chart," tanpa tahun. https://asq.org/quality-resources/control-chart

[17] W. H. Woodall, "Controversies and contradictions in statistical process control," Journal of Quality Technology, vol. 32, no. 4, hlm. 341–350, 2000. doi: 10.1080/00224065.2000.11980013.

[18] W. H. Woodall dan D. C. Montgomery, "Research issues and ideas in statistical process control," Journal of Quality Technology, vol. 31, no. 4, hlm. 376–386, 1999. doi: 10.1080/00224065.1999.11979944.

[19] D. B. Laney, "Improved control charts for attributes," Quality Engineering, vol. 14, no. 4, hlm. 531–537, 2002. doi: 10.1081/QEN-120003555.

[20] W. H. Woodall, "Bridging the gap between theory and practice in basic statistical process monitoring," Quality Engineering, vol. 29, no. 1, hlm. 2–15, 2017. doi: 10.1080/08982112.2016.1210449.