Analisis Pengendalian Kualitas Pada Produksi Genteng Press Beton Di Pt. Panca Gemilang Makmur

1st Muhammad Alfi Nur Rifki
Program Studi Teknik Industri
Telkom University Purwokerto
Banyumas, Jawa Tengah
muhammadalfi@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Dina Rachmawaty
Program Studi Teknik Industri
Telkom University Purwokerto
Banyumas, Jawa Tengah
dinarr@telkomuniversity.ac.id

3rd Ridho Ananda
Program Studi Teknik Industri
Telkom University Purwokerto
Banyumas, Jawa Tengah
ridhoa@telkomuniversity.ac.id

Abstrak **- PT Panca Gemilang Makmur adalah perusahaan manufaktur yang menghasilkan genteng press beton. Tantangan pokok yang dihadapi perusahaan adalah tingginya tingkat kerusakan produk yang mengurangi efisiensi produksi. Berdasarkan data produksi bulan Oktober 2025, rata-rata persentase produk rusak mencapai 10,87%, angka ini cukup tinggi dan memerlukan pengendalian. Kajian ini bertujuan untuk menemukan jenis kerusakan utama, mengevaluasi faktor pemicu kegagalan, serta memberikan saran perbaikan mutu. Pendekatan yang diterapkan dalam riset ini adalah *Statistical Process Control (SPC)* dengan instrumen bantu *Check Sheet*, *Diagram Pareto*, *Peta Kendali (p-chart)*, dan *Diagram Fishbone*, yang kemudian dilanjutkan dengan evaluasi risiko menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Temuan dari analisis *Diagram Pareto* menunjukkan bahwa jenis kerusakan paling dominan adalah Retak (50%) dan Cuil (30%), yang secara keseluruhan menyumbang 80% dari total kerusakan. Evaluasi peta kendali menunjukkan bahwa proses produksi belum stabil karena ada titik data yang melampaui batas kendali. Berdasarkan analisis *FMEA*, prioritas risiko tertinggi teridentifikasi pada Faktor Manusia dengan nilai *Risk Priority Number (RPN)* sebesar 432 yang disebabkan oleh kelelahan fisik dan kurangnya ketelitian operator, serta Faktor Metode dengan *RPN* 392 akibat kesalahan proses curing (penjemuran langsung di bawah sinar matahari). Rekomendasi perbaikan yang diajukan mencakup pembangunan atap peneduh di area curing awal, penetapan standar operasional prosedur (*SOP*) penakaran bahan baku, serta pengaturan manajemen waktu istirahat bagi operator.**

Kata kunci **- Pengendalian Kualitas, SPC, FMEA, Genteng, Cacat.**

I. PENDAHULUAN

Sejalan dengan meningkatnya kebutuhan infrastruktur dan perumahan, industri bahan bangunan di Indonesia menunjukkan perkembangan yang pesat. Produk genteng press beton kini menjadi elemen penting dalam konstruksi modern karena keunggulannya dalam hal ketahanan, kemudahan pemasangan, serta kemampuan menghadapi berbagai kondisi cuaca. Industri bahan bangunan juga memberi kontribusi besar bagi perekonomian nasional, tercatat mengalami pertumbuhan sebesar 5,2 % pada tahun 2023 [1]. Namun, peningkatan permintaan tersebut menuntut para produsen untuk terus memperketat standar kualitas agar mampu bersaing di pasar yang semakin kompetitif. Menurut [2], salah satu tantangan terbesar dalam sektor ini adalah pengendalian kualitas, terutama untuk memastikan bahwa genteng press beton yang diproduksi sesuai standar.

Kualitas genteng press beton dipengaruhi oleh berbagai tahapan produksi, mulai dari komposisi bahan baku, proses pencampuran, pencetakan, pengeringan hingga pemadatan. Kesalahan pada salah satu tahap tersebut dapat memicu cacat produk, seperti retak, patah, perubahan bentuk, atau kekuatan tekan yang tidak memenuhi persyaratan. Penelitian oleh [3] mengidentifikasi tiga penyebab utama kerusakan pada produk tersebut, yaitu ketidaksesuaian bahan baku, tingkat kelembaban yang tidak stabil saat proses pengeringan, dan variasi tekanan pada mesin pencetak. Tingginya tingkat kecacatan tidak hanya menurunkan produktivitas, tetapi juga meningkatkan pemborosan bahan baku serta biaya produksi akibat perlunya rework atau pembuangan produk yang tidak lolos standar.

Penelitian terdahulu telah menekankan beragam faktor yang memengaruhi kualitas beton pracetak. Studi oleh [5] melaporkan bahwa perubahan komposisi bahan baku dapat meningkatkan tingkat cacat hingga 25%, menunjukkan bahwa pengendalian komposisi merupakan aspek yang sangat krusial. Selain itu, [6] menemukan bahwa kurangnya perawatan mesin serta minimnya pelatihan operator berdampak pada rendahnya kualitas produk yang dihasilkan. Meskipun berbagai penelitian telah dilakukan, masih sedikit studi yang secara khusus menelusuri penyebab kecacatan genteng press beton pada perusahaan lokal, termasuk PT Panca Gemilang Makmur.

Hingga kini, belum terdapat penelitian komprehensif di perusahaan tersebut yang memetakan komponen produksi mana yang paling berpengaruh terhadap kualitas produk, Dari hasil identifikasi masalah, komponen produksi yang paling memengaruhi kualitas produk adalah material dan metode. Selain itu, minimnya kajian yang menghubungkan faktor produksi dengan tingkat kecacatan menyebabkan perusahaan kesulitan menentukan metode perbaikan yang efektif. Dalam konteks pengendalian kualitas, berbagai kondisi operasional seperti suhu lingkungan, kelembaban

udara, dan tingkat keausan peralatan produksi juga memerlukan perhatian lebih lanjut. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya bertujuan mengidentifikasi penyebab utama kecacatan, tetapi juga menganalisis bagaimana masing-masing faktor berkontribusi terhadap jumlah cacat harian di PT Panca Gemilang Makmur. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan pemahaman mendalam mengenai variabel dominan yang mempengaruhi kualitas serta membantu perusahaan merumuskan strategi pengendalian kualitas melalui perbaikan proses dan peningkatan kompetensi tenaga kerja.

TABEL 1
(Jumlah produksi bulan Oktober 2025)

Tanggal	Produksi (Unit)	Cacat (Unit)	Persentase (%)
01/10/2025	1100	150	13.6
02/10/2025	600	66	11
03/10/2025	1200	114	9.5
04/10/2025	600	58	9.7
05/10/2025	500	62	12.4
06/10/2025	1100	152	13.8
07/10/2025	700	96	13.7
08/10/2025	1100	134	12.2
09/10/2025	700	84	12
10/10/2025	900	68	7.6
11/10/2025	900	74	8.2
12/10/2025	1100	152	13.8
13/10/2025	600	70	11.7
14/10/2025	600	40	6.7
15/10/2025	1200	92	7.7
16/10/2025	1200	136	11.3
17/10/2025	900	64	7.1
18/10/2025	700	60	8.6
19/10/2025	900	102	11.3
20/10/2025	700	84	12
21/10/2025	700	80	11.4
22/10/2025	600	54	9
23/10/2025	900	108	12
24/10/2025	800	70	8.8
25/10/2025	800	72	9
26/10/2025	1100	136	12.4
27/10/2025	700	80	11.4
28/10/2025	1000	130	13
29/10/2025	900	104	11.6
30/10/2025	700	76	10.9
31/10/2025	800	90	11.2
Total	26.300	2858	10.87

Sumber: Data diolah 2025

Data produksi PT Panca Gemilang Makmur pada Oktober 2025 menunjukkan bahwa persentase kecacatan produk masih berada pada level yang cukup tinggi sehingga dapat berdampak pada efektivitas proses manufaktur. Tabel sebelumnya mencatat jumlah produksi sebesar 26.300 unit dalam satu bulan, sementara jumlah produk cacat mencapai 2.858 unit, menghasilkan tingkat kecacatan rata-rata 10,87%. Rata-rata tingkat kecacatan sebesar 10,87% ini memiliki signifikansi besar karena pengaruhnya yang langsung terhadap kondisi finansial dan kelancaran operasi perusahaan. Dari segi finansial, volume produk rusak yang mencapai 2.858 unit dalam sebulan menyebabkan pemborosan bahan baku yang besar, terutama karena biaya semen dan pasir yang sudah digunakan tidak bisa dipulihkan nilainya. Di samping itu, perusahaan harus menanggung ongkos perbaikan ulang serta kehilangan peluang penghasilan dari barang yang seharusnya bisa dipasarkan.

Dari aspek operasional, persentase kerusakan yang melewati ambang efisiensi ini menunjukkan adanya inefisiensi dalam proses produksi, di mana mesin dan tenaga kerja terpakai untuk membuat barang yang akhirnya berakhir sebagai sampah produksi. Situasi ini mengindikasikan masalah mendasar yang serius, dan jika tidak segera ditangani, akan terus mengurangi keuntungan perusahaan serta melemahkan posisi kompetitif PT Panca Gemilang Makmur di bidang industri bahan bangunan. Karena itu, studi ini amat penting untuk segera dilaksanakan agar dapat menemukan penyebab utama kegagalan tersebut dan menekan tingkat kecacatan hingga mencapai standar operasional yang lebih optimal. Aktivitas tersebut ditangani 15 orang karyawan dengan pola kerja reguler 8 jam per hari (Senin–Sabtu) tanpa sistem shift, kecuali bila terdapat kebutuhan lembur.

II. KAJIAN TEORI

A. Kualitas

Kualitas merupakan elemen fundamental dalam pengelolaan produk maupun layanan pada berbagai sektor industri. Menurut [8], kualitas menggambarkan tingkat kesesuaian produk atau jasa terhadap kebutuhan serta ekspektasi pelanggan. Esensi kualitas tidak hanya berhubungan dengan aspek teknis, melainkan juga persepsi konsumen terhadap produk tersebut. Dalam dunia manufaktur, kualitas identik dengan performa yang stabil, keseragaman keluaran, serta rendahnya tingkat kecacatan. Reputasi perusahaan di mata pasar banyak dipengaruhi oleh indikator tersebut sehingga perancangan proses produksi yang konsisten dan berkelanjutan menjadi krusial dalam memenuhi ekspektasi pelanggan serta memberikan pengalaman yang memuaskan.

Loyalitas pelanggan sangat dipengaruhi kualitas produk. Temuan [9] menegaskan bahwa peningkatan kualitas berdampak signifikan terhadap tingkat kepuasan pelanggan. Kepuasan tersebut kemudian mendorong loyalitas terhadap merek serta meningkatkan probabilitas pembelian ulang. Konsumen yang merasa puas cenderung memberikan rekomendasi secara sukarela sehingga memperluas pangsa pasar. Manajemen kualitas, dengan demikian, berperan sebagai strategi jangka panjang yang tidak hanya menurunkan jumlah cacat tetapi juga meningkatkan nilai produk dari sudut pandang pelanggan. Pemahaman mendalam mengenai berbagai dimensi kualitas menjadi prasyarat penting kebutuhan kompetitif berkelanjutan.

B. Pengendalian Kualitas

Untuk Pengendalian kualitas merupakan sistem yang digunakan untuk memastikan bahwa produk atau layanan yang dihasilkan memenuhi standar yang telah ditetapkan

oleh organisasi maupun regulasi tertentu. Industri manufaktur seperti genteng press sangat mengandalkan pengendalian kualitas demi menjaga konsistensi, menurunkan kecacatan, serta meningkatkan efisiensi operasional. Kegiatan ini tidak hanya dilakukan pada tahap akhir, melainkan meliputi seluruh rangkaian proses mulai pemilihan bahan baku, produksi, hingga inspeksi akhir.

Menurut [10], tujuan utama dari pengendalian kualitas pada produksi bata adalah mengidentifikasi sekaligus mengurangi cacat seperti retak, pecah, ataupun deformasi. Pendekatan Total Quality Engineering (TQE) serta pemanfaatan tujuh alat statistik check sheet, histogram, Pareto chart, diagram sebab-akibat, scatter diagram, control chart, dan stratifikasi diterapkan untuk membangun sistem produksi yang lebih efisien, mengurangi pemborosan, serta meningkatkan kepuasan pelanggan melalui produk yang memenuhi standar. Penelitian [11] menunjukkan bahwa Factory-Oriented Quality Control (FOQC) serta Statistical Quality Control (SQC) merupakan bagian penting dari pendekatan pengendalian mutu berbasis pabrik. Pengendalian kualitas yang efektif dipengaruhi sejumlah faktor yang saling berhubungan. Menurut [12], faktor-faktor tersebut meliputi man,material,machine,methode,environtment

C. *Statistocal Process Control*

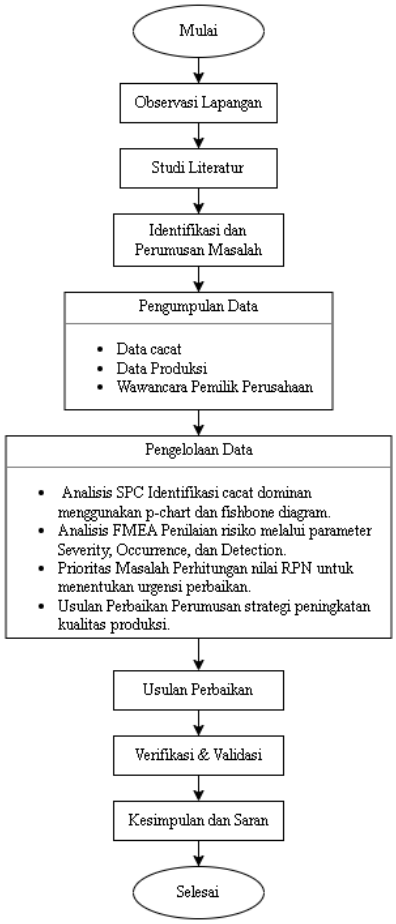
Menurut [13]terdapat tujuh alat statistik utama dalam pengendalian kualitas, yaitu check sheet, scatter, diagram pareto, histogram, fishbone, flowchart, control chart.

D. FMEA

Metode *Failure Modes and Effect Analysis* (FMEA) merupakan suatu pendekatan yang disusun secara terstruktur untuk mengidentifikasi, menelaah, serta menentukan prioritas terhadap potensi kegagalan pada produk, proses, maupun sistem. Penilaian risiko dalam FMEA didasarkan pada tiga parameter utama, yaitu tingkat keparahan dampak (*Severity*), frekuensi kegagalan muncul (*Occurrence*), serta efektivitas upaya pendeteksian ataupun pencegahan (*Detection*). Ketiga aspek tersebut membantu organisasi memprediksi konsekuensi dari setiap kegagalan yang mungkin terjadi [14].

Metode FMEA konvensional sering dianggap memiliki kelemahan subjektivitas, khususnya ketika nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang dihasilkan dapat serupa walaupun kombinasi parameternya berbeda, sehingga berpotensi menimbulkan bias dalam pengambilan keputusan. Skor untuk masing-masing parameter diberikan rentang 1 hingga 10, kemudian dikalikan guna memperoleh nilai RPN. Beberapa penelitian mutakhir mengusulkan integrasi teknik fuzzy logic serta pendekatan multikriteria untuk meminimalkan keterbatasan tersebut [15]. Meskipun demikian, FMEA tradisional tetap banyak dimanfaatkan di berbagai sektor manufaktur dan bidang pengendalian kualitas karena sifatnya yang ringkas serta mudah diimplementasikan.

III. METODE



GAMBAR 1
(Diagram Alur PEnelitian)

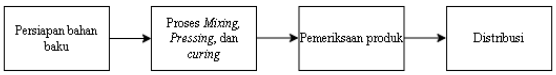
Studi ini memanfaatkan data utama mengenai produksi serta kerusakan genteng beton di PT Panca Gemilang Makmur pada bulan Oktober 2025, periode yang dipilih lantaran menunjukkan angka kerusakan paling tinggi. Pengumpulan data dilakukan lewat wawancara, pengamatan lapangan, serta pencatatan dokumentasi produksi sehari-hari. Proses analisis dimulai dengan teknik Statistical Process Control (SPC) melalui p-chart guna menilai kestabilan proses dan membedakan antara variasi biasa dengan penyimpangan spesifik. Kemudian, jenis kerusakan utama dieksplorasi dengan diagram fishbone untuk mengidentifikasi sumber masalah dari segi manusia, peralatan, prosedur, bahan baku, dan kondisi sekitar.

Dalam rangka menetapkan prioritas perbaikan, diterapkan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dengan perhitungan Risk Priority Number (RPN) yang didasarkan pada faktor keparahan, frekuensi kejadian, serta kemampuan deteksi. Perhatian utama perbaikan ditujukan pada jenis kerusakan yang memiliki skor RPN paling besar. Temuan dari penggabungan SPC, fishbone, dan FMEA selanjutnya dimanfaatkan untuk merancang proposal perbaikan sistematis pada komponen produksi, bertujuan mengurangi tingkat kerusakan, menghemat sumber daya, serta memperbaiki keandalan dan mutu produk dalam jangka panjang.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Alur Proses Produksi

Proses pembuatan genteng *press* beton di PT Panca Gemilang Makmur terdiri atas beberapa tahapan berurutan, dimulai dari pengolahan bahan baku hingga penyimpanan produk akhir. Tahapan pertama meliputi penyiapan material utama berupa semen, pasir, air, dan pigmen warna. Seluruh bahan ditakar sesuai standar komposisi agar campuran yang dihasilkan memiliki tingkat kekentalan yang tepat. Campuran kemudian diolah menggunakan mesin *mixer* hingga mencapai bentuk adonan yang homogen. Adonan tersebut selanjutnya dimasukkan ke dalam mesin *press* untuk diberi tekanan tinggi sehingga menghasilkan genteng dengan bentuk dan kepadatan yang akurat. Tahap berikutnya adalah proses *curing*, yaitu pengeringan genteng dalam susunan rapi selama beberapa hari untuk memperoleh kekuatan maksimal sekaligus menurunkan risiko retak akibat kadar air yang belum stabil. Setelah melalui proses pengeringan, genteng dipindahkan ke area penyimpanan untuk disusun serta dikemas sebelum didistribusikan ke konsumen atau toko bangunan. Diagram alur proses produksi ditunjukkan pada Gambar 4.1.



GAMBAR 2
(Alur Proses Produksi)

Penelitian Penelitian ini mengkaji upaya pengendalian kualitas terhadap cacat produk genteng *press* beton yang dihasilkan PT Panca Gemilang Makmur. Hasil pengamatan langsung dan wawancara dengan pihak produksi menunjukkan bahwa masih terdapat beberapa jenis cacat yang muncul selama proses berlangsung

1. Cacat Retak

Genteng digolongkan cacat retak apabila terdapat garis pecah pada permukaan bagian depan maupun belakang. Kondisi ini biasanya berkaitan dengan proses *curing* yang tidak berlangsung sempurna atau tekanan *press* yang terlalu tinggi. Dampak dari cacat ini adalah menurunnya kekuatan genteng sehingga rentan patah ketika ditangani atau dipasang. Gambar 3 Jenis Cacat Retak



GAMBAR 3
(Jenis Cacat Retak)

2. Cacat Patah

Cacat Cacat patah ditandai dengan kerusakan parah hingga genteng terbelah menjadi dua atau lebih. Kerusakan ini biasanya muncul akibat perlakuan kurang hati-hati ketika genteng dipindahkan dari area *pressing* ke area *curing*, atau akibat benturan saat disusun. Produk yang mengalami patah langsung dikategorikan sebagai produk gagal. Gambar 4 Jenis Cacat Patah



GAMBAR 4
(Jenis Cacat Patah)

3. Cacat Cuil

Cacat cuil terjadi apabila terdapat bagian kecil yang terlepas pada ujung atau sisi genteng. Penyebabnya antara lain kondisi adonan yang terlalu kering, tekanan *press* yang tidak seragam, atau gesekan antar genteng saat penataan. Walaupun tingkat kerusakannya tidak sebesar dua cacat sebelumnya, cacat ini tetap mengurangi estetika serta ketepatan ukuran genteng. Gambar 5 Jenis Cacat Cuil



GAMBAR 5
(Jenis Cacat Cuil)

B. *Check Sheet*

Tahap awal pengendalian kualitas berbasis statistik dilakukan dengan menyusun check sheet sebagai sarana pencatatan jenis dan frekuensi cacat yang muncul selama proses produksi. Instrumen ini mempermudah proses pengumpulan data sekaligus membantu penyusunan pola kecacatan secara terstruktur. Pengambilan data menggunakan check sheet dilaksanakan pada periode 1 Oktober 2025 hingga 31 Oktober 2025. Hasil pencatatan tersebut disajikan pada Tabel 2.

TABEL 2
(*Check Sheet*)

Tanggal	Jumlah Produksi	Jenis Cacat Produk			Total Produk Cacat	Persentase (%)
		Retak	Cuil	Patah		
01/10/2025	1100	75	45	30	150	13.6
02/10/2025	600	33	20	13	66	11
03/10/2025	1200	57	34	23	114	9.5
04/10/2025	600	29	17	12	58	9.7
05/10/2025	500	31	19	12	62	12.4

Tanggal	Jumlah Produksi	Jenis Cacat Produk			Total Produk Cacat	Persentase (%)
		Retak	Cuil	Patah		
06/10/2025	1100	76	46	30	152	13.8
07/10/2025	700	48	29	19	96	13.7
08/10/2025	1100	67	40	27	134	12.2
09/10/2025	700	42	25	17	84	12
10/10/2025	900	34	20	14	68	7.6
11/10/2025	900	37	22	15	74	8.2
12/10/2025	1100	76	46	30	152	13.8
13/10/2025	600	35	21	14	70	11.7
14/10/2025	600	20	12	8	40	6.7
15/10/2025	1200	46	28	18	92	7.7
16/10/2025	1200	68	41	27	136	11.3
17/10/2025	900	32	19	13	64	7.1
18/10/2025	700	30	18	12	60	8.6
19/10/2025	900	51	31	20	102	11.3
20/10/2025	700	42	25	17	84	12
21/10/2025	700	40	24	16	80	11.4
22/10/2025	600	27	16	11	54	9
23/10/2025	900	54	32	22	108	12
24/10/2025	800	35	21	14	70	8.8
25/10/2025	800	36	22	14	72	9
26/10/2025	1100	68	41	27	136	12.4
27/10/2025	700	40	24	16	80	11.4
28/10/2025	1000	65	39	26	130	13
29/10/2025	900	52	31	21	104	11.6
30/10/2025	700	38	23	15	76	10.9
31/10/2025	800	45	27	18	90	11.2
Total	26300	1429	858	571	2858	10.87

C. *Diagram Pareto*

Diagram Pareto dimanfaatkan untuk menentukan jenis cacat yang paling sering muncul selama proses pembuatan genteng. Alat analisis ini membantu perusahaan menetapkan prioritas perbaikan berdasarkan frekuensi kemunculan setiap jenis cacat. Hasil analisis memperlihatkan bahwa sebagian besar masalah kualitas biasanya dipicu oleh beberapa jenis cacat tertentu yang memiliki kontribusi terbesar terhadap total cacat. Dengan memfokuskan perhatian pada penyebab yang dominan, perusahaan dapat mengarahkan upaya peningkatan kualitas secara lebih efektif, sehingga efisiensi produksi meningkat dan mutu produk menjadi lebih konsisten. Perhitungan frekuensi serta persentase jenis cacat diperlihatkan pada Tabel 6.

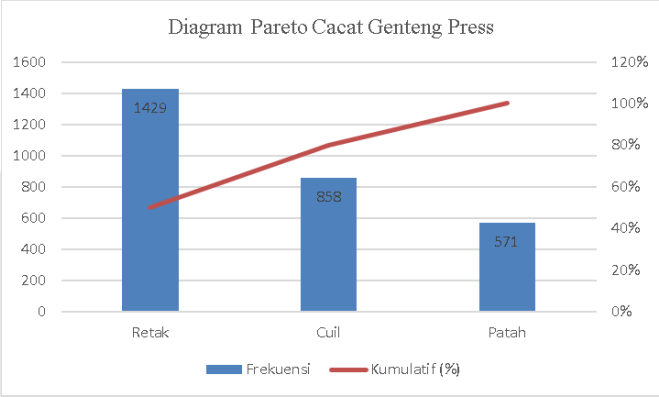
TABEL 3
(Perhitungan Jenis Cacat)

No	Jenis Cacat	Frekuensi	Persentase (%)	Kumulatif (%)
1	Retak	1429	50%	50%
2	Cuil	858	30%	80%
3	Patah	571	20%	100%
TOTAL		2858		

Sumber: Data diolah 2025

Berdasarkan urutan prioritas, cacat retak tercatat sebagai jenis cacat paling dominan dengan jumlah 1.429 unit atau 50% dari total cacat. Cacat cuil berada pada posisi berikutnya dengan kontribusi 30% (858 unit), sedangkan cacat patah menyumbang 20% (571 unit). Nilai kumulatif menunjukkan bahwa kombinasi cacat retak dan cuil telah mewakili sekitar 80% dari keseluruhan masalah kualitas. Temuan tersebut menjadi dasar penentuan area perbaikan utama melalui analisis Pareto pada tahap berikutnya.

Visualisasi hasil perhitungan tersebut disajikan melalui Diagram Pareto pada Gambar 4.6.



GAMBAR 6
(Diagram Pareto Cacat Genteng)

Berdasarkan Gambar 6, Analisis *Diagram Pareto* menunjukkan penerapan praktis dari prinsip Pareto atau aturan 80/20 dalam pengawasan kualitas perusahaan. Kurva kumulatif (garis oranye) menggambarkan bahwa hanya dua jenis cacat dominan, yaitu Retak (50%) dan Cuil (30%), telah berkontribusi hingga 80% terhadap keseluruhan produk yang rusak. Fenomena ini menegaskan konsep vital few, di mana mayoritas permasalahan kualitas di PT Panca Gemilang Makmur berasal dari sedikit kategori cacat yang paling berpengaruh.

D. *P-Chart*

P-*chart* beroperasi dengan menghitung produk cacat terhadap total produksi harian, sehingga batas kendali (*UCL* dan *LCL*) dapat menyesuaikan diri secara otomatis sesuai volume produksi setiap hari. Dengan grafik ini, status proses dapat ditentukan apakah masih dalam batas kendali statistik atau menunjukkan indikasi penyimpangan karena faktor penyebab spesifik (*special cause*). Proses dianggap stabil jika semua titik observasi berada di dalam rentang batas kendali, sedangkan titik yang melewati batas menandakan adanya gangguan yang perlu segera diatasi dengan langkah korektif.

Perhitungan nilai batas kendali atas, batas kendali bawah, serta garis tengah diperlihatkan pada Tabel 4.3.

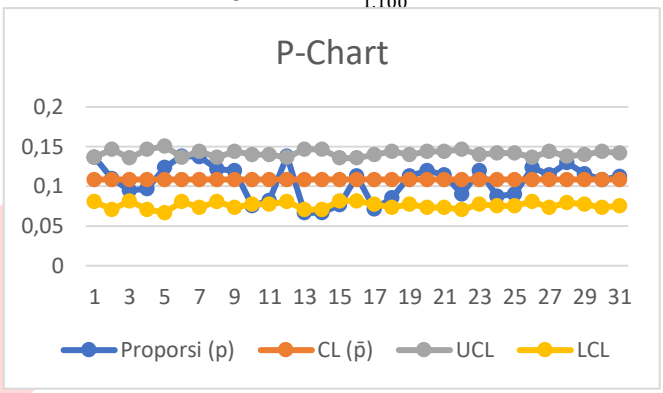
TABEL 4
(Perhitungan *control chart*)

No	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Proporsi (p)	CL ($\bar{p}$)	UCL	LCL
1	1100	150	0.1364	0.1087	0.1368	0.0806
2	600	66	0.11	0.1087	0.1468	0.0706
3	1200	114	0.095	0.1087	0.1356	0.0818
4	600	58	0.0967	0.1087	0.1468	0.0706
5	500	62	0.124	0.1087	0.1504	0.067
6	1100	152	0.1382	0.1087	0.1368	0.0806
7	700	96	0.1371	0.1087	0.144	0.0734
8	1100	134	0.1218	0.1087	0.1368	0.0806
9	700	84	0.12	0.1087	0.144	0.0734
10	900	68	0.0756	0.1087	0.1398	0.0776
11	900	74	0.0822	0.1087	0.1398	0.0776
12	1100	152	0.1382	0.1087	0.1368	0.0806
13	600	40	0.0667	0.1087	0.1468	0.0706
14	600	40	0.0667	0.1087	0.1468	0.0706
15	1200	92	0.0767	0.1087	0.1356	0.0818
16	1200	136	0.1133	0.1087	0.1356	0.0818
17	900	64	0.0711	0.1087	0.1398	0.0776
18	700	60	0.0857	0.1087	0.144	0.0734
19	900	102	0.1133	0.1087	0.1398	0.0776
20	700	84	0.12	0.1087	0.144	0.0734
21	700	80	0.1143	0.1087	0.144	0.0734
22	600	54	0.09	0.1087	0.1468	0.0706
23	900	108	0.12	0.1087	0.1398	0.0776
24	800	70	0.0875	0.1087	0.1417	0.0757
25	800	72	0.09	0.1087	0.1417	0.0757
26	1100	136	0.1236	0.1087	0.1368	0.0806
27	700	80	0.1143	0.1087	0.144	0.0734
28	1000	130	0.13	0.1087	0.1382	0.0792
29	900	104	0.1156	0.1087	0.1398	0.0776
30	700	76	0.1086	0.1087	0.144	0.0734
31	800	90	0.1125	0.1087	0.1417	0.0757
Total	26300	2858				

Sumber: Data diolah 2025

Berdasarkan data di Tabel 4.3 berikut disediakan ilustrasi perhitungan parameter peta kendali dengan menggunakan contoh data produksi dari tanggal 01 Oktober 2025.

1. Menghitung garis tengah (*CL*)
   Garis tengah dihitung menggunakan total data selama satu bulan periode pengamatan:
$$\bar{p} = \frac{\Sigma\, np}{\Sigma\, n} = \frac{2.858}{26.300} = 0{,}1087$$
2. Menghitung proporsi cacat (*P*)
   Proporsi dihitung untuk data pertama sebagai sampel:
$$p = \frac{p}{n} = \frac{150}{1.100} = 0{,}1364$$
3. Menghitung batas kendali atas *Upper Control Limit* (*UCL*)
   Batas kendali atas untuk sampel 1.100 unit adalah
$$\text{UCL}=\bar{p} + 3\frac{\sqrt{\bar{p}(1-\bar{P})}}{n}$$
$$\text{UCL}=0{,}1087 + 3\frac{\sqrt{0{,}1087(1-0{,}1087)}}{1.100} = 0{,}1368$$
4. Menghitung batas kendali bawah *Lower Control Limit (LCL)*
$$\text{LCL}=\bar{p} - 3\frac{\sqrt{0{,}1087(1-0{,}1087)}}{1.100} = 0{,}0806$$



GAMBAR 7
(*Control Chart*)

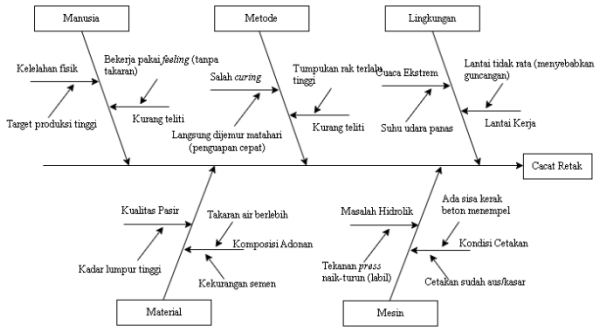
Dari visualisasi data, proses pembuatan genteng saat ini dalam keadaan tidak stabil secara statistik, karena sejumlah titik data melewati batas kendali (Control Limits). Titik yang melampaui UCL (Data ke-6 dan 12) menandakan adanya gangguan besar pada bahan, tenaga kerja, atau peralatan yang drastis menurunkan kualitas. Di sisi lain, titik di bawah LCL (seperti data ke-10 dan 15) menunjukkan tingkat cacat yang sangat rendah; walaupun positif, ini menandai ketidakkonsistenan yang perlu dianalisis penyebabnya untuk dijadikan acuan standar. Fluktuasi garis batas kendali (naik-turun) mengonfirmasi bahwa p-chart merupakan alat yang sesuai untuk menyesuaikan dengan jumlah produksi harian yang berubah-ubah.

E. *Fishbone Diagram*

Pengidentifikasian penyebab cacat dilakukan dengan menggunakan fishbone diagram, yang mengelompokkan masalah ke dalam kategori manusia, mesin, bahan, metode, dan lingkungan untuk tiga jenis kerusakan utama:

1.Cacat Retak

Gambar 8 menunjukkan diagram fishbone untuk cacat retak. Cacat ini dipengaruhi oleh lima faktor utama:

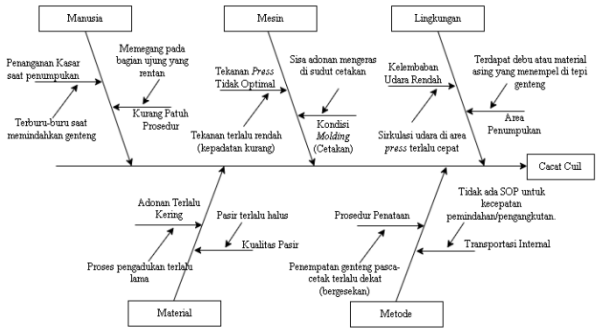


GAMBAR 8
(Diagram *Fishbone* Cacat Retak)

Gambar 8 Diagram Fishbone cacat retak. Cacat Retak Disebabkan oleh kelelahan pekerja, tekanan hidrolik mesin yang tidak stabil, kadar lumpur tinggi pada pasir, serta

kesalahan teknik curing karena terpapar sinar matahari langsung.

2. Cacat cuil



GAMBAR 9
(Diagram fishbone cacat cuil)

Cacat Cuil Dipicu oleh penanganan yang tergesa-gesa, kepadatan genteng rendah akibat tekanan press yang kurang, adonan terlalu kering, serta penataan tumpukan yang terlalu padat sehingga menimbulkan gesekan.

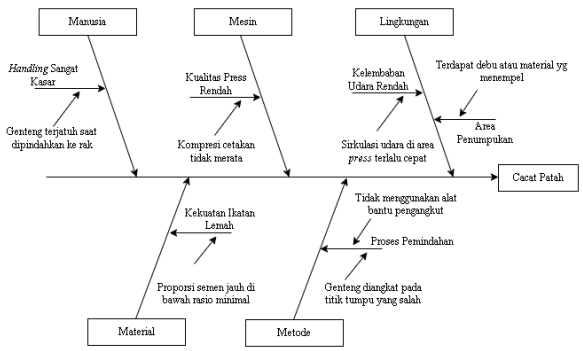


GAMBAR 10
(Genteng Akibat Cuil)



GAMBAR 11
(Penataan Genteng)

3. Cacat Patah



GAMBAR 12
(Diagram fishbone cacat patah)

Cacat Patah Berakar pada penanganan kasar yang menyebabkan benturan, tekanan kompresi mesin yang tidak merata, proporsi semen yang kurang dalam campuran, serta kondisi lingkungan yang terlalu kering sehingga genteng menjadi rapuh.

F. *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)

Metode FMEA diterapkan untuk mengevaluasi tingkat risiko secara kuantitatif dengan menggunakan tiga parameter kunci *Severity* (S), yang dikonfirmasi oleh Manajer Produksi; *Occurrence* (O), yang diperoleh dari frekuensi kegagalan nyata berdasarkan data produksi bulan Oktober; serta *Detection* (D), yang mengukur keefektifan mekanisme pengendalian yang ada saat ini. Ketiga elemen ini dikalikan satu sama lain untuk mendapatkan Risk Priority Number (RPN), dengan formula sebagai berikut:

RPN= Severity X Occurance X Detection

Hasil perhitungan RPN tersebut berfungsi sebagai dasar obyektif bagi perusahaan dalam menetapkan urutan prioritas perbaikan yang tepat, dengan tujuan mengurangi angka kegagalan produksi.

TABEL 5
(Perhitungan *Failure mode and effect analysis)*

Komponen	*Failure Model* (Jenis Kegagalan)	*Failure Effect* (Akibat)	S	*Cause* (Penyebab)	O	*Controls* (Kendali Saat Ini)	D	RPN	Rank
Material	Kualitas Material Rendah	Produk retak atau mudah hancur	6	Kadar lumpur tinggi pada pasir (bukan kerikil)	7	Belum ada pengecekan kadar lumpur	9	378	1
	Campuran Adonan Tidak Homogen	Kekuatan ikatan lemah, menyebabkan patah	7	Takaran air berlebih atau kekurangan semen	6	Hanya mengandalkan *feeling* operator	6	252	
Mesin	Tekanan Press Tidak Stabil	Kepadatan genteng kurang, menyebabkan retak/cuil	7	Masalah hidrolik (tekanan naik-turun)	5	Belum ada jadwal kalibrasi rutin	6	210	4
	Permukaan Cetakan Kotor	Permukaan genteng tidak rata atau cuil	4	Sisa kerak beton menempel pada cetakan/molding	9	Pembersihan manual tidak terjadwal	5	180	
Metode	Kesalahan Proses *Curing*	Terjadi penguapan cepat (retak rambut/retak susut)	5	Genteng basah langsung dijemur di bawah matahari terik	8	Belum ada area peneduh khusus	8	320	2
	Kesalahan *Handling* / Penumpukan	Genteng patah atau cuil di bagian tepi	5	Tumpukan rak terlalu tinggi atau gesekan antar produk	7	Belum ada SOP penumpukan	7	245	
Manusia	Kelelahan Operator	Penanganan produk menjadi kasar (terjatuh/terbentur)	5	Target produksi tinggi & durasi kerja panjang	6	Istirahat standar jam 12	7	210	3
	Ketidakpatuhan Prosedur	Adonan tidak konsisten	6	Bekerja pakai *feeling* (tanpa takaran baku)	6	Pengawasan mandor sesekali	6	216	
Lingkungan	Kondisi Lingkungan Buruk	Risiko guncangan saat pemindahan	3	Lantai kerja tidak rata	5	Belum ada perbaikan lantai	8	120	5

Sumber: Data diolah 2025

Evaluasi risiko mengungkapkan bahwa aspek bahan baku merupakan prioritas terdepan dengan nilai RPN paling tinggi (378), sebagian besar disebabkan oleh pasir berkualitas buruk yang berlumpur dan sulit diidentifikasi secara mata telanjang, plus pengukuran adonan yang tidak seragam. Aspek metode mengikuti dengan risiko signifikan pada tahap curing yang terkena sinar matahari langsung serta tumpukan rak yang berlebihan. Di sisi lain, aspek manusia dan mesin menunjukkan tingkat risiko yang setara, yang dipengaruhi oleh keletihan pekerja, ketergantungan pada intuisi saat bekerja, serta tekanan hidrolik dan kondisi cetakan yang kurang bersih. Aspek lingkungan berada di urutan terakhir

dengan masalah lantai kerja yang tidak merata. Untuk mengatasi hal ini, pendekatan perbaikan ditekankan pada penguatan pemilihan bahan baku dan penyeragaman pengukuran, pemasangan atap pelindung di zona curing, penyusunan prosedur operasi standar untuk penyusunan produk, pembersihan peralatan secara berkala, serta penyesuaian jadwal istirahat pekerja dan perbaikan lantai kerja agar kerusakan produk dapat diminimalkan dari awal hingga akhir proses.

G. Usulan Perbaikan

Pendekatan perbaikan ditekankan pada penguatan kontrol kualitas bahan baku melalui proses pencucian pasir dan penyeragaman pengukuran adonan dengan menggunakan alat ukur tetap untuk menggantikan intuisi operator. Di bidang teknik, disediakan ruang teduh untuk pre-curing selama 24 jam agar mencegah retak halus, serta diterapkan prosedur operasi standar yang membatasi tumpukan rak maksimal 10 lapis untuk menghindari cacat gumpil. Lebih lanjut, keandalan peralatan ditingkatkan dengan pembersihan cetakan setiap hari dan kalibrasi tekanan hidraulik secara berkala, sedangkan aspek manusia dioptimalkan melalui penyesuaian jadwal istirahat dan sesi briefing singkat untuk menjaga konsistensi pekerjaan.

Perbaikan lingkungan dilakukan dengan memperbaiki jalur transportasi dalam pabrik guna mengurangi guncangan yang bisa merusak genteng basah. Secara umum, perubahan sistem pengendalian mutu dari inspeksi akhir menjadi pengawasan pencegahan sejak bahan baku masuk ditujukan untuk menurunkan nilai RPN secara drastis. Serangkaian langkah strategis ini diperkirakan mampu menekan tingkat kecacatan produk dari rata-rata 10,87% menjadi kurang dari 5%, yang akan langsung meningkatkan efisiensi bahan baku serta produktivitas di PT Panca Gemilang Makmur.

H. Verifikasi

Tahapan verifikasi bertujuan untuk menjamin bahwa seluruh proses pengolahan data, kalkulasi matematis, serta logika analisis yang diterapkan dalam penelitian ini akurat dan terbebas dari kesalahan teknis (*error*).

a. Verifikasi Perhitungan *Statistical Process Control (SPC)*

Pemeriksaan awal difokuskan pada akurasi parameter peta kendali (*p-chart*), meliputi nilai Garis Tengah (CL), Batas Kendali Atas (UCL), dan Batas Kendali Bawah (LCL). Mengacu pada data produksi di Tabel 4 dan hasil olahan di Tabel 4, dilakukan perhitungan manual sebagai berikut:

1. Pemeriksaan Garis Tengah (CL)

   Dengan total cacat (Σnp) sebesar 2.858 unit dari total produksi (Σn) 26.300 unit, maka:

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{2{,}858}{26{,}300} = 0{,}10866 = 0{,}1087$$

2. Hasil ini selaras dengan nilai CL pada Tabel 4, yakni 0,1087 atau 10,87%.

   Pemeriksaan Batas Kendali (UCL dan LCL) Verifikasi dilakukan menggunakan sampel data tanggal 1 Oktober 2025 dengan volume produksi (n) 1.100 unit:

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

$$UCL = 0{,}1087 + 3\sqrt{\frac{0{,}1087(1-0{,}1087)}{1{,}100}}$$
$$= 0{,}1368$$

Hasil perhitungan manual sebesar 0,1368 sama persis dengan nilai UCL yang tercantum pada tabel. Hal ini mengonfirmasi kebenaran formula yang digunakan dalam analisis SPC.

b. *Verifikasi Logika Diagram Pareto*

Verifikasi dilakukan untuk memastikan keakuratan logika, perhitungan aritmatika, dan pendekatan metodologis dalam penelitian. Dari segi logika, penerapan Diagram Pareto sesuai dengan prinsip 80/20, yang menunjukkan bahwa cacat retak dan cuil merupakan fokus utama yang perlu ditangani. Dalam aspek aritmatika, penghitungan Risk Priority Number (RPN) pada metode FMEA telah dikonfirmasi keakuratannya, seperti pada risiko terkait kualitas bahan yang mencapai skor tertinggi 378. Terakhir, verifikasi metodologi memastikan bahwa semua langkah penelitian, mulai dari pengenalan masalah hingga saran perbaikan, telah dijalankan secara berurutan sesuai dengan diagram alur yang telah direncanakan.

Validasi dilakukan untuk memastikan bahwa temuan analisis selaras dengan kondisi nyata di lapangan, melalui evaluasi dari ahli dan pengamatan langsung. Manajer Produksi serta operator berpengalaman menyetujui bahwa penyebab masalah yang ditemukan—misalnya kualitas pasir, teknik curing, dan kelelahan manusia—sangat tepat. Lebih lanjut, saran solusi seperti penyeragaman alat pengukur dan pembangunan atap pelindung dianggap praktis dan hemat biaya untuk diimplementasikan. Validasi ini didukung oleh pengamatan lapangan yang menunjukkan bahwa data tentang dominasi cacat retak dan bahaya kerusakan dari lantai yang tidak rata benar-benar cocok dengan kondisi di gudang dan rute transportasi dalam perusahaan.

Implikasi dari penelitian ini meliputi efek praktis penerapan rekomendasi perbaikan pada bidang operasional, keuangan, dan manajemen. Dalam hal operasional, penyeragaman kualitas dan perbaikan proses kerja akan memperbaiki konsistensi dan ketahanan produk. Dari sisi keuangan, pengurangan tingkat cacat dari 10,87% akan meminimalkan pemborosan bahan baku dan biaya tenaga melalui investasi yang ekonomis. Pada aspek manajerial, penelitian ini memicu perubahan budaya kerja dari yang bergantung pada intuisi menuju pendekatan berbasis data (SOP dan p-chart), sehingga membuat keputusan manajemen di PT Panca Gemilang Makmur lebih obyektif dan bersifat pencegahan.

V. KESIMPULAN

Proses pembuatan genteng press beton di PT Panca Gemilang Makmur mengungkapkan bahwa kerusakan berupa retak, cuil, dan patah merupakan masalah utama, dengan kerusakan retak menjadi fokus utama perbaikan sesuai Diagram Pareto. Dari hasil analisis Fishbone dan FMEA, faktor bahan (tingginya kadar lumpur pada pasir, dengan RPN 378), proses (pengeringan di bawah sinar matahari langsung, RPN 320), serta faktor manusia (kelelahan dan ketergantungan pada intuisi, RPN 210–216) teridentifikasi sebagai penyebab risiko paling

signifikan. Elemen tambahan yang berkontribusi mencakup fluktuasi tekanan pada mesin hidrolik dan permukaan lantai kerja yang tidak merata. Untuk mengatasi hal ini, langkah perbaikan menekankan penguatan prosedur operasi standar melalui penyeragaman peralatan pengukur adonan, instalasi penutup di zona pengeringan, pengawasan ketat terhadap bahan mentah, serta penjadwalan waktu istirahat bagi operator agar meningkatkan disiplin dan konsistensi kualitas produk.

REFERENSI

[1] Andika Lesmana, Pratiwi, I., & MZ, H. (2023). Pengendalian Kualitas Dengan Pendekatan SPC Dan FMEA Pada Proses Perakitan Smartphone (Studi Kasus : PT. Adi Reka Mandiri). Nusantara of Engineering (NOE), 6(1), 46–56. https://doi.org/10.29407/noe.v6i1.19865

[2] ARDIANSYAH, R. P. (2025). Pengendalian Kualitas Plat Cetak Offset Menggunakan Metode Statistical Process Control (Spc) Dan Failure Mode and …. In Repository.Pnj.Ac.Id. https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/27022/1/Bagian Identitas Skripsi %26 Pembukaan %28Bab 1%29 dan Penutup %28Bab 5%29_Rizky Putra Ardiansyah.pdf

[3] Djunaidi, M., Priyadi, P. A. W., Fitriadi, R., & Nursanti, I. (2025). Implementation of Statistical Process Control and Failure Mode and Effect Analysis for Quality Control of Steel Plate Products. Jurnal Ilmiah Teknik Industri, 6869, 63–76. https://doi.org/10.23917/jiti.v24i01.10960 Indonesia, kementerian perindustrian.

[4] (2023). Kemenperin: Triwulan III, Sektor Manufaktur Tumbuh Lampaui Pertumbuhan Ekonomi. https://kemenperin.go.id/artikel/24424/Triwulan-III,-Sektor-Manufaktur-Tumbuh-Lampaui-Pertumbuhan-Ekonomi

[5] Nanda Putra, G., & Irwan, H. (2025). Analisis Pengendaian Kualitas Wiper dengan Metode Statistical Process Control (SPC) dan Failure Mode dan Effect Analysis (FMEA) Pada PT. Valeo AC Batam. Jurnal Manajemen Rekayasa Dan Inovasi Bisnis, 4(1), 83–90. https://doi.org/10.62375/jmrib.v4i1.668

[6] Pramudya, T. (2024). ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS KEMASAN CENTER SEAL PADA PT CBD DENGAN METODE STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) DAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYS (FMEA). February, 4–6.

[7] Ramdhani, M. (2023). SANDING SMALL UP MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) DENGAN PENDEKATAN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA) (PT . Yamaha Indonesia).

[8] Saputra, D. W., & Tauhida, D. (2024). Pengendalian Kualitas Bagian Cetak Menggunakan Metode Statistical Proces Control (SPC) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) pada Percetakan Bima. Journal of Engineering Environtmental Energy and Science, 3(2), 73–84. https://doi.org/10.31599/p7bkj742

[9] U, N. R. S., Ratih, N. R., & Niam, M. A. (2021). Penerapan Metode Statistical Proses Control (Spc) Dan Failure Mode Andeffect Analysis (Fmea) Terhadap Pengendalian Kualitas Produk. Jurnal Ilmiah Cendekia Akuntansi, 84–95.

[10] Ulinnuha, T. H. (2024). Analisis Pengendalian Kualitas Kabinet Panel Upright Pianopada Section Buffing Panel Up menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) dan Failure Mode And Effect Analysis (Fmea)(Studi Kasus: Pt. Yamaha Indonesia). Repositori Universitas Islam Indonesia.

[11] Wahyudi, R., & Vebrianti, R. (2025). Upaya Pengendalian Kualitas pada Proses Produksi Roti Tawar dengan Statistic Process Control (SPC) dan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) (Studi Kasus Pabrik Roti RV). Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material, 9(2), 156–168. https://doi.org/10.30588/jeemm.v9i2.2170

[12] Yulianta, W. S., Herman, Yusdinata, Z., Sugito, E., Sofyang, & Haviana, E. (2021). ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PROSES THREADING PIPA DENGAN METODE SPC DAN FMEA PADA PT. ABC. Manajemen INDUSTRI KREATIF, 5(1), 125. https://doi.org/10.36352/jr.v3i2

[13] Zandi, P., Rahmani, M., Khanian, M., & Mosavi, A. (2020). Agricultural risk management using fuzzy topsis analytical hierarchy process (Ahp) and failure mode and effects analysis (fmea). Agriculture (Switzerland), 10(11), 1–28. https://doi.org/10.3390/agriculture10110504