

Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan *Cumulative Sum Control* (cusum) dan *Fuzzy Decision Making* pada Proses Produksi Buku Tahunan di CV Renjana Offset

Esti Dwi Pujaningsih¹

Elly Wuryaningtyas Yunitasari²

Emmy Nurhayati³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa Jalan Miliran No.16 Yogyakarta, Indonesia

¹Korespondensi penulis: estipunyasendiri@gmail.com

Article Info: Received: February 12, 2025 Accepted: March 12, 2025 Available online: April 14, 2025

DOI: 10.30588/jeemm.v9i1.2145

Abstract: CV Renjana Offset is a printing company that produces yearbooks for export. In the production process, various types of rejects were found in the pack products, such as scratches, glue, tears, and problematic pop-ups, as well as in book products, such as reversed arrangement, broken threads, and shadows. This study uses the Cumulative Sum Control (CUSUM) method to analyze product quality and the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) to determine improvement priorities. The results showed an average reject of 3.96% with a total of 35.66% from November 2023 to July 2024, although there was an increase to 4.74% in July 2024. The cumulative CUSUM of 0.143 units with a monthly average of 0.016 units indicates consistent quality, but improvements are needed in operators and materials. The proposed improvements aim to reduce rejects and improve quality through structured and sustainable improvement actions.

Keywords: Quality control, CUSUM, FAHP

Abstrak: CV Renjana Offset adalah perusahaan percetakan yang memproduksi buku tahunan untuk ekspor. Dalam proses produksinya, ditemukan berbagai jenis reject pada produk pack, seperti lecet, terkena lem, sobek, dan pop-up bermasalah, serta pada produk buku, seperti susunan terbalik, benang rusak, dan bayang. Penelitian ini menggunakan metode Cumulative Sum Control (CUSUM) untuk menganalisis kualitas produk dan Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) untuk menentukan prioritas perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata reject 3,96% dengan total 35,66% dari November 2023 hingga Juli 2024, meski terjadi kenaikan menjadi 4,74% pada Juli 2024. CUSUM kumulatif 0,143 unit dengan rata-rata bulanan 0,016 unit menunjukkan konsistensi kualitas, tetapi perbaikan diperlukan pada operator dan material. Usulan perbaikan bertujuan mengurangi reject dan meningkatkan kualitas melalui tindakan perbaikan yang terstruktur dan berkelanjutan.

Kata kunci: pengendalian kualitas, CUSUM, FAHP

1. Pendahuluan

Industri percetakan memainkan peran penting dalam perekonomian, dengan perusahaan berlomba menghasilkan produk berkualitas tinggi. CV Renjana Offset, yang berfokus pada produksi buku tahunan, menghadapi tantangan dalam pengendalian kualitas guna mempertahankan daya saing. Permasalahan utama meliputi kesulitan mengumpulkan data pelanggan terkait persepsi kualitas dan kompleksitas dalam menganalisis penyebab defect.

Berdasarkan data produksi November 2023–Juni 2024, persentase reject produk mengalami fluktuasi, dengan kecenderungan menurun setelah November 2023. Meski ada perbaikan, defect seperti lem kurang menempel, cover blur, jahitan rusak, dan ketidaksesuaian warna masih terjadi. Penyebabnya meliputi kualitas bahan baku yang kurang optimal, teknik

produksi yang tidak presisi, serta proses finishing yang tidak sesuai standar. Oleh karena itu, diperlukan metode yang lebih efektif untuk mendeteksi dan mengatasi permasalahan kualitas.

Metode *Cumulative Sum Control* (CUSUM) dan *fuzzy decision making* dipilih untuk meningkatkan kualitas produksi. CUSUM membantu mendeteksi perubahan kecil dalam kualitas secara cepat sehingga tindakan korektif dapat segera dilakukan (Montgomery, 2020). Sementara itu, *fuzzy decision making* memungkinkan evaluasi faktor risiko dan pengambilan keputusan berbasis data dalam situasi kompleks (Zadeh, 2019).

Penerapan kedua metode ini diharapkan dapat mengurangi angka reject, meningkatkan efisiensi produksi, serta mempertahankan kepuasan pelanggan. Penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan sistem pengendalian kualitas di industri percetakan, khususnya produksi buku tahunan. Dengan mengoptimalkan proses produksi dan mengurangi biaya akibat defect, perusahaan dapat meningkatkan daya saing. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi referensi bagi perusahaan lain dalam menerapkan teknik serupa guna mencapai standar produksi yang lebih tinggi.

II. Metode

Hasil identifikasi jenis kecacatan pada proses produksi buku tahunan terbagi menjadi 2 jenis rodruk pada pack dan jenis cacat pada buvu tahunan itu senidiri.

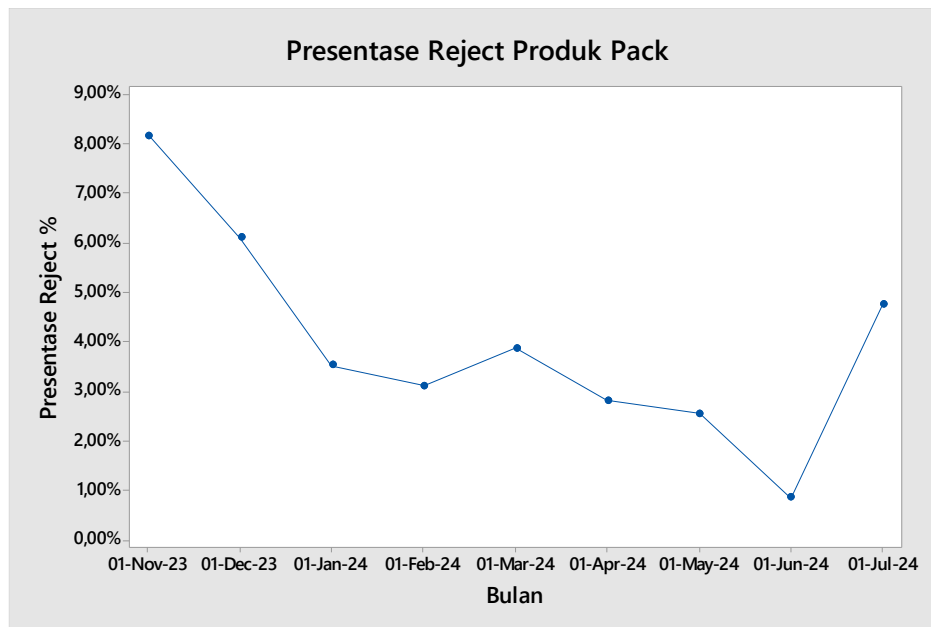
Tabel 1. Data Reject Produk Pack Buku Tahunan November 2023-Juni 2024

Bulan	Total Produksi (Unit)	Total Reject (Unit)	Presentase Reject %
01-Nov-23	6801	555	8,16%
01-Dec-23	10838	661	6,10%
01-Jan-24	12992	456	3,51%
01-Feb-24	8531	265	3,11%
01-Mar-24	11513	444	3,86%
01-Apr-24	6940	194	2,80%
01-May-24	9762	248	2,54%
01-Jun-24	2508	21	0,84%
01-Jul-24	9135	433	4,74%
Total	79020	3277	-
Rata-Rata	8780,00	364,11	4%

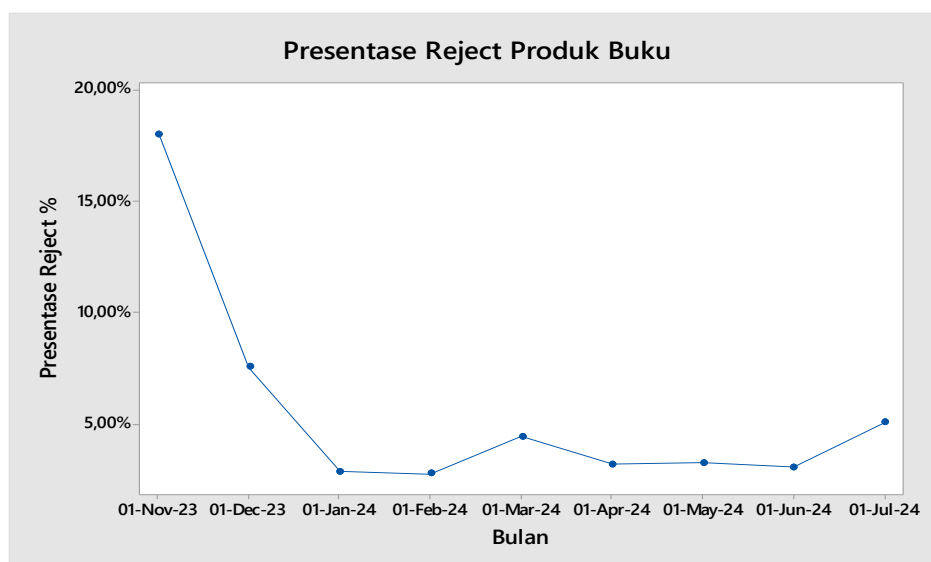
Tabel 2. Data Reject Produk Untuk Buku Pada Buku Tahunan November 2023-Juni 2024

Bulan	Total Produksi (Unit)	Total Reject (Unit)	Presentase Reject %
01-Nov-23	777	140	18,02%
01-Dec-23	6918	522	7,55%
01-Jan-24	11317	323	2,85%
01-Feb-24	10197	280	2,75%
01-Mar-24	16835	745	4,43%
01-Apr-24	20812	655	3,15%
01-May-24	20686	671	3,24%
01-Jun-24	3798	115	3,03%
01-Jul-24	27877	1408	5,05%
Total	119217	4859	-
Rata-rata	13246,33	539,89	6%

Dari hasil jumlah kecacatan produk yang terjadi, maka Langkah selanjutnya yaitu dengan menggambarkan tingkat cacat yang mendominasi dengan menggunakan minitab.



Gambar 1. Grafik Presentase *Reject* Pack Buku Tahunan



Gambar 2. Grafik Presentase *Reject* Buku pada Buku Tahunan

Berisi informasi tentang jenis-jenis defect yang terjadi pada produk buku tahunan di CV Renjana Offset, termasuk pack dan buku. Jenis-jenis reject meliputi lem kurang nempel, saklar rusak, cover blur, jahit rusak, cover kasar, dan cover salah warna. Penyebab-penyebab reject tersebut bervariasi, mulai dari masalah kualitas bahan hingga proses produksi yang tidak optimal.

Gambar 1 Data menunjukkan total produksi, total reject, dan persentase reject bulanan dari November 2023 hingga Juni 2024 di CV Renjana Offset. Perusahaan memproduksi 69.885 unit dengan total reject sebesar 2.844 unit selama periode tersebut. Persentase reject tertinggi terjadi pada November 2023 (8,16%), sementara terendah pada Juni 2024 (0,84%). Rata-rata bulanan persentase reject adalah 4%, menunjukkan tren penurunan dalam persentase reject dari waktu ke waktu.

Gambar 2 Data menunjukkan total produksi, total reject, dan persentase reject bulanan yang serupa dari November 2023 hingga Juni 2024 di CV Renjana Offset. Total produksi adalah 91.340 unit dengan total reject sebesar 3.451 unit. Persentase reject tertinggi terjadi pada November 2023 (18,02%), sementara terendah pada Februari 2024 (2,75%). Rata-rata bulanan persentase reject adalah 6%,

menunjukkan fluktuasi dalam persentase reject dengan penurunan yang signifikan setelah November 2023.

A. Cumulative Sum Control (CUSUM)

Cumulative Sum Control (CUSUM) adalah alat pengendalian statistik proses yang memantau akumulasi deviasi dari target atau rata-rata proses secara terus menerus. Metode ini efektif untuk mendeteksi perubahan kecil namun signifikan dalam kualitas atau kinerja proses produksi atau layanan yang mungkin terlewat oleh metode kontrol tradisional seperti X-bar chart atau chart R. Cara kerjanya adalah dengan menghitung dan mengakumulasi selisih antara nilai pengukuran aktual dan target dari waktu ke waktu. Grafik CUSUM menunjukkan akumulasi deviasi terhadap batas kontrol yang telah ditetapkan, memungkinkan deteksi dini perubahan proses. Keunggulannya terutama terletak pada kemampuannya mendeteksi perubahan kecil lebih cepat, memungkinkan respons dan tindakan korektif yang lebih cepat pula untuk menjaga kualitas produk atau layanan tetap tinggi.

B. Fuzzy Decision Making

Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) adalah metode multi-kriteria yang menggabungkan Teori Himpunan Fuzzy dan Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk mengatasi ketidakpastian dalam pengambilan keputusan, khususnya dalam pengendalian kualitas produk. FAHP menentukan prioritas kriteria kualitas melalui bobot fuzzy yang dihitung secara sintetik, memastikan evaluasi lebih akurat meskipun data bersifat subjektif. Keunggulannya terletak pada kemampuannya menangani data subjektif, mengurangi bias, serta meningkatkan akurasi dalam pengambilan keputusan. Metode ini efektif untuk mengevaluasi aspek kualitas secara lebih realistis dalam kondisi kompleks dan penuh ketidakpastian.

C. Metode Pengumpulan Data

1. Observasi lapangan
Yaitu melakukan pengamatan secara langsung guna mengetahui proses produksi buku tahunan, jenis cacat yang dihasilkan pada produksi, banyaknya produk cacat, jumlah produksi buku tahunan, dan penyimpanan yang terjadi pada proses *mill* 1.
2. Metode wawancara
Yaitu proses pengumpulan data dengan melakukan tanya jawab kepada narasumber terkait penelitian yang dilakukan. Wawancara yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui penyebab kecacatan, proses produksi, kualitas bahan buku tahunan yang digunakan, pemeliharaan bahan yang digunakan, dan pengendalian kualitas.
3. Penyebaran kuisioner
Yaitu proses yang dilakukan untuk mendapatkan data primer berupa pengumpulan data dari pelanggan atau responden terkait persepsi pelanggan terhadap kualitas produk atau layanan yang dievaluasi pada analisis *Cummulative Sum Control* (CUSUM) dengan memberikan kuisioner kepada pelanggan yang dijadikan responden.
4. Studi *literature*
Yaitu dilakukan dengan membaca jurnal dan buku terkait dengan metode *Cummulative Sum Control* (CUSUM) dan *Fuzzi Decision Making* sebagai bagian dari studi *literature* untuk mendukung dan melengkapi informasi.

III. Hasil dan Pembahasan

Hasil identifikasi jenis kecacatan produk pada buku tahunan yang dibahas dibagian:

Tabel 3. Pengelompokan *Reject Pack* pada Produk Buku tahunan

Bulan	Definisi reject															Total Produksi (Unit)	Total Reject (Unit)	Presentase e reject %	
	Lecet (Unit)	Sobek (Unit)	Lampu Rusak (Unit)	Alas Rusak (Unit)	Engsel & Kunci Rusak (Unit)	Handle Copot (Unit)	Strep Copot (Unit)	Terkena Lem (Unit)	Belum Terkena Lem (Unit)	Belum Terpasa ng Stiker (Unit)	Pop Up belum Terpasa ng (Unit)	Pop Up Doble (Unit)	Pop Up Kebalik (Unit)	Pop Up tidak Rekat (Unit)	Pond Rusak (Unit)				Tidak Sesuai (Unit)
01-Nov-23	0,7225	0,0342	0	0,0216	0,0649	0,0018	0	0,0108	0,018	0,0432	0,009	0,0018	0,0018	0,0072	0	0,018	6801	555	8,16%
01-Dec-23	0,354	0,0166	0,0015	0,0333	0,0257	0,003	0,1392	0	0,0378	0,0121	0,003	0	0	0	0	0,0076	10838	661	6,10%
01-Jan-24	0,307	0,0088	0,0044	0,1053	0,0329	0,0219	0,0154	0	0,1184	0,0132	0	0	0	0	0	0,0351	12992	456	3,51%
01-Feb-24	0,2302	0,0453	0	0,1057	0,1019	0,0264	0,0113	0,0113	0,0906	0,0189	0	0	0	0	0	0,2264	8531	265	3,11%
01-Mar-24	0,3018	0	0,0901	0,0495	0,0788	0,0135	0	0,0676	0,036	0,0383	0	0	0	0,0023	0,0023	0,1554	11513	444	3,86%
01-Apr-24	0,3763	0,0206	0,0412	0	0,0309	0,0052	0	0	0,2113	0	0,0052	0	0	0,0103	0	0,0103	6940	194	2,80%
01-May-24	0,2137	0,0242	0,004	0,0444	0,0323	0	0	0	0,1532	0	0	0	0	0	0	0,121	9762	248	2,54%
01-Jun-24	0,2857	0	2,381	0	0,1905	0	0	0	0,619	0	0	0	0	0	0,0952	0,8095	2508	21	0,84%
01-Jul-24	0,1293	0,0023	0	0,0277	0,0624	0,0115	0	0	0,0439	0	0	0	0	0	0,0046	0,1386	9135	433	4,74%
Total	2,921	0,152	2,522	0,388	0,620	0,083	0,166	0,090	1,328	0,126	0,017	0,002	0,002	0,020	0,102	1,522	79020,000	3277,000	36%
Rata-Rata	0,325	0,017	0,280	0,043	0,069	0,009	0,018	0,010	0,148	0,014	0,002	0,000	0,000	0,002	0,011	0,169	8780,000	364,111	4%

Tabel 4. Pengelomokan *Reject Buku* pada produk Buku Tahunan

Bulan	Definisi Reject									Total Produksi (Unit)	Total Reject (Unit)	Presentase Reject %
	Benang rusak (Unit)	Susunan kebalik (Unit)	Susunan double (Unit)	Bayang (Unit)	Nyemet (Unit)	Buku lecet - Case In (Unit)	Terkena lem - Case In (Unit)	Punggua n rusak - Case In (Unit)	Skiblad rusak - Case In (Unit)			
01-Nov-23	0,0571	0	0	0	0,1429	0,1719	0,0786	0	0,0786	777	140	18,02%
01-Dec-23	0,0985	0,0096	0	0,0038	0,0881	0,1571	0,0019	0,0057	0,0536	6918	522	7,55%
01-Jan-24	0,031	0,0031	0	0	0,2941	0,2693	0,0062	0,0124	0,0526	11317	323	2,85%
01-Feb-24	0,0036	0	0,0036	0,0143	0,1679	0,2	0,025	0,0357	0,4071	10197	280	2,75%
01-Mar-24	0,0282	0	0	0,0725	0,2725	0,2201	0,0027	0,0081	0,0671	16835	745	4,43%
01-Apr-24	0,0107	0	0	0	0,2687	0,3847	0,026	0,0198	0,0397	20812	655	3,15%
01-May-24	0,0119	0	0	0	0,0641	0,2683	0,0462	0,0447	0,082	20686	671	3,24%
01-Jun-24	0,0261	0	0	0	0,1565	0,3043	0,0609	0	0,2261	3798	115	3,03%
01-Jul-24	0,1193	0	0	0	0,2393	0,103	0,0043	0,0099	2,49%	27877	1408	5,05%
Total	0,386	0,013	0,004	0,091	1,694	2,079	0,252	0,136	1,007	119217,000	4859,000	50%
Rata-Rata	0,043	0,001	0,000	0,010	0,188	0,231	0,028	0,015	0,126	13246,333	539,889	6%

A. metode *Cummulative Sum Control* (CUSUM)

1. Produk pack pada buku tahunan

a. Hitung *reject* di atas sesuai periode dengan CUSUM

Target ditentukan dari rata-rata presentase *reject* pack.

tentukan target:	5%
------------------	----

(Sumber: CV Renjana Offset)

Untuk nilai CUSUM kenapa 0, karena belum dihitung menggunakan rumus CUSUM jadi angka 0 itu netral.

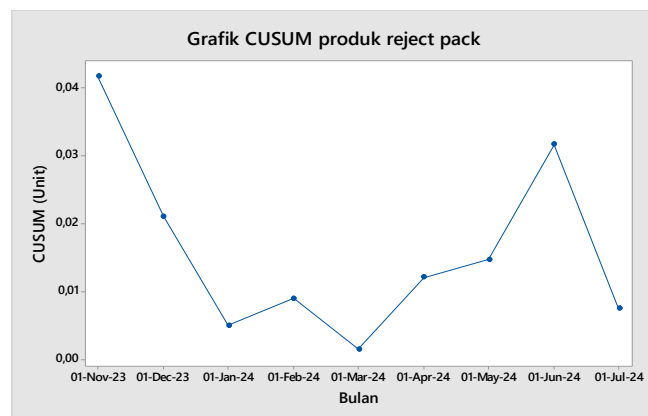
Rumus CUSUM sebagai berikut:

Rumus	=	$C_t = \text{Max}(0, C_{t-1} + (X_t - T))$
-------	---	--

Hasil perhitungan CUSUM pada produk *pack* sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Perhitungan CUSUM pada produk pack

Bulan	hitungan CUSUM															
	Lecet %	Sobek %	Lampu Rusak %	Alas Rusak %	Engsel & Kunci Rusak %	Handle Copot %	Strep Copot %	Terkena Lem %	Belum Terkena Lem %	Belum Terpasang stiker %	Pop Up Belum Terpasang %	Pop up Double %	Pop Up kebalik %	Pop Up Tidak Rekat %	Pond Rusak %	Tidak Sesuai %
01-Nov-23	67,25%	1,58%	5,00%	2,84%	1,49%	4,82%	5,00%	3,92%	3,20%	-0,68%	4,10%	4,82%	4,82%	4,28%	5,00%	3,20%
01-Dec-23	30,40%	3,34%	4,85%	1,67%	2,43%	4,70%	8,92%	5,00%	1,22%	3,79%	4,70%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	4,24%
01-Jan-24	25,70%	4,12%	4,56%	5,53%	1,71%	2,81%	3,46%	5,00%	6,84%	3,68%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	1,49%
01-Feb-24	18,02%	0,47%	5,00%	5,57%	5,19%	2,36%	3,87%	3,87%	4,06%	3,11%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	17,64%
01-Mar-24	25,18%	5,00%	4,01%	0,05%	7,88%	3,65%	5,00%	1,76%	1,40%	1,17%	5,00%	5,00%	5,00%	4,77%	4,77%	10,54%
01-Apr-24	32,63%	2,94%	0,88%	5,00%	1,91%	4,48%	5,00%	5,00%	16,13%	5,00%	4,48%	5,00%	5,00%	3,97%	5,00%	3,97%
01-May-24	16,37%	2,58%	4,60%	0,56%	1,77%	5,00%	5,00%	5,00%	10,32%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	7,10%
01-Jun-24	23,57%	5,00%	233,10%	5,00%	14,05%	5,00%	5,00%	5,00%	56,90%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	4,52%	75,95%
01-Jul-24	7,93%	4,77%	5,00%	2,23%	1,24%	3,85%	5,00%	5,00%	-0,61%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	4,54%	8,86%
Total	247,05%	29,80%	267,00%	28,45%	37,67%	36,67%	46,25%	39,55%	99,46%	31,07%	43,28%	44,82%	44,82%	43,02%	43,83%	132,99%
Rata-Rata	27,45%	3,31%	29,67%	3,16%	4,19%	4,07%	5,14%	4,39%	11,05%	3,45%	4,81%	4,98%	4,98%	4,78%	4,87%	14,78%



Gambar 3. Hasil Perhitungan CUSUM pada produk pack

b. Produk buku pada buku tahunan

Hitung *reject* diatas sesuai periode dengan menggunakan CUSUM:

Target ditentukan dari rata-ata presentase *reject* produk buku tahunan:

Tentukan target:	6%
------------------	----

(Sumber: CV Renjana Offset)

Untuk nilai CUSUM kenapa 0, karena belum dihitung menggunakan rumus CUSUM jadi angka 0 itu netral.

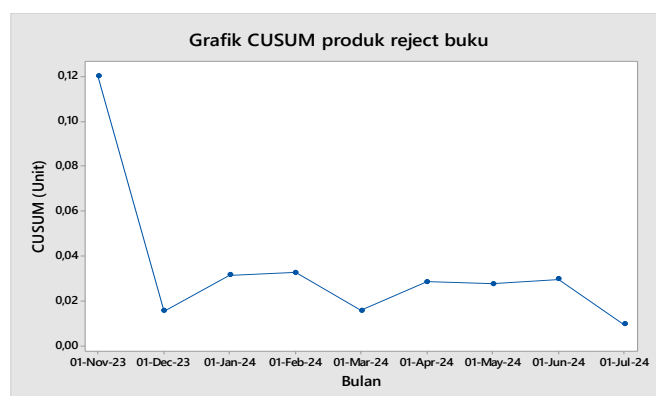
Rumus CUSUM sebagai berikut:

Rumus	=	$C_t = \text{Max} (0, C_{t-1} + (X_t - T))$
-------	---	---

Hasil perhitungan CUSUM pada produk buku sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil perhitungan CUSUM pada produk buku

Bulan	Hitungan Cusum								
	Benang rusak %	Susunan Kebalik %	Susunan Double %	Bayang %	Nyemet %	buku Lecet - Case In %	Terkena Lem- Case In %	Punggua n Rusak- Case In %	Skiblad rusak %
01-Nov-23	0,29%	6,00%	6,00%	6,00%	8,29%	11,19%	1,86%	6,00%	1,86%
01-Dec-23	3,85%	5,04%	6,00%	5,62%	2,81%	9,71%	5,81%	5,43%	0,64%
01-Jan-24	2,90%	5,69%	6,00%	6,00%	23,41%	20,93%	5,38%	4,76%	0,74%
01-Feb-24	5,64%	6,00%	5,64%	4,57%	10,79%	14,00%	3,50%	2,43%	34,71%
01-Mar-24	3,18%	6,00%	6,00%	1,25%	21,25%	16,01%	5,73%	5,19%	6,71%
01-Apr-24	4,93%	6,00%	6,00%	6,00%	20,87%	32,47%	3,40%	4,02%	2,03%
01-May-24	4,81%	6,00%	6,00%	6,00%	0,41%	20,83%	1,38%	1,53%	2,20%
01-Jun-24	3,39%	6,00%	6,00%	6,00%	9,65%	24,43%	0,09%	6,00%	16,61%
01-Jul-24	5,93%	6,00%	6,00%	6,00%	17,93%	4,30%	5,57%	5,01%	3,51%
Total	34,92%	52,73%	53,64%	47,44%	115,41%	153,87%	32,72%	40,37%	69,01%
Rata-Rata	3,88%	5,86%	5,96%	5,27%	12,82%	17,10%	3,64%	4,49%	7,67%



Gambar 4. Grafik CUSUM yang sudah dari perhitungan pada produk reject buku di buku tahunan

B. Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)

1. Check Sheet

Tahapan awal yang dilakukan dalam pengendalian kualitas produk buku tahunan Melalui analisis menggunakan data *reject* adalah dengan mengumpulkan data *reject*, data produksi, dan kuesioner yang diisikan oleh karyawan CV.

Tabel 7. Data Kuesioner Dari Karyawan Produk Pack

No	karyawan	Item Reject														Pond Rusak %	Tidak Sesuai %
		Lecet %	Sobek %	Lampu Rusak %	Alas Rusak %	Engsel & Kunci Rusak %	Handle Copot %	Streap Copot %	Terkena Lem %	Belum Terkena Lem %	Belum Terpasang stiker %	Pop Up Belum Terpasang %	Pop up Double %	Pop Up kebalik %	Pop Up Tidak Rekat %		
1	k1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	7	7	7	9
2	k2	7	7	7	7	7	7	7	5	7	7	7	7	7	7	7	7
3	k3	7	7	7	7	7	7	7	9	7	7	7	7	7	7	9	9
4	k4	7	7	9	9	9	7	5	5	5	7	7	7	7	7	7	5
5	k5	7	9	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
6	k6	7	7	9	9	7	7	7	7	9	7	7	7	7	7	7	7
7	k7	9	9	9	9	7	7	7	9	9	7	9	9	9	7	9	9
8	k8	9	9	9	7	7	7	7	9	9	7	7	9	9	7	9	9
9	k9	7	9	9	9	9	9	9	7	3	5	7	7	7	9	9	9
10	k10	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	9
11	k11	9	9	9	7	7	7	7	5	5	7	7	5	9	7	5	7
12	k12	7	7	9	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
13	k13	7	9	5	7	7	9	7	9	7	9	7	9	7	9	7	9
14	k14	9	9	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
15	k15	5	5	5	5	7	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
16	k16	9	7	9	7	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
17	k17	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
18	k18	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
19	k19	9	9	9	9	9	9	9	7	9	7	9	9	9	9	9	9
20	k20	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
21	k21	9	9	9	9	7	5	5	7	7	7	7	7	7	7	7	7
22	k22	7	7	9	9	5	5	5	7	7	7	9	9	9	7	7	7
23	k23	9	7	7	7	7	7	9	7	9	9	7	9	7	9	7	7
24	k24	9	9	9	9	9	9	9	7	7	9	7	7	9	7	9	9
25	k25	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
26	k26	9	9	7	5	9	9	7	7	6	7	9	5	9	7	5	9
27	k27	9	9	7	9	7	9	7	9	7	9	9	7	5	7	9	7
28	k28	9	9	7	5	9	9	9	7	7	9	9	5	9	9	9	9
29	k29	9	9	7	7	5	7	5	5	5	7	9	9	9	9	7	7
30	k30	9	7	7	5	5	7	9	9	7	7	7	9	9	5	9	7

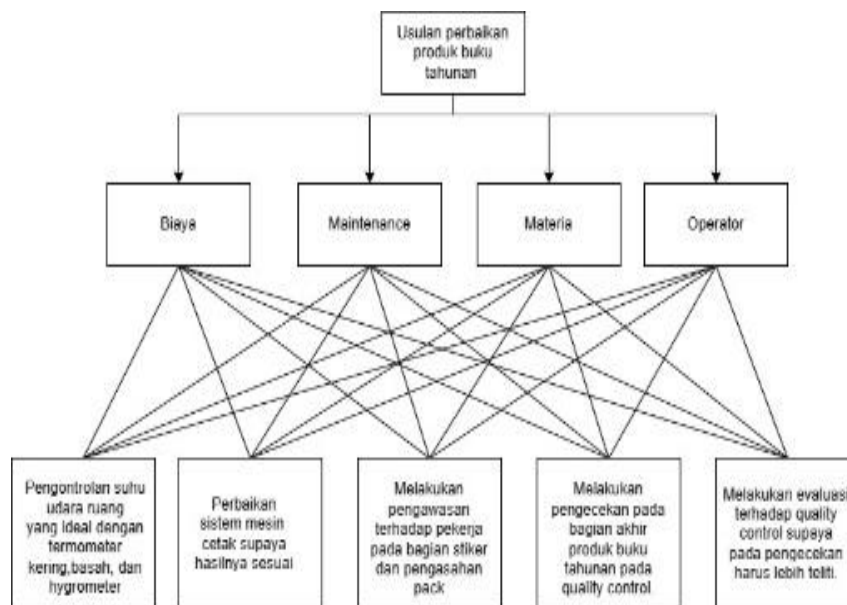
Tabel 8. Data kuesioner karyawan Produk Buku

No	karyawan	Item Reject								
		Benang rusak %	Susunan Kebalik %	Susunan Double	Bayang %	Nyemet %	buku Lecet - Case In %	Terkena Lem-Case In	Pungguan Rusak-Case In	Skibla d rusak
1	k1	5	9	7	9	5	7	7	9	5
2	k2	5	7	7	7	7	7	7	7	7
3	k3	7	9	9	9	9	7	7	7	7
4	k4	7	9	7	9	7	7	7	9	9
5	k5	7	7	7	7	7	7	7	7	7
6	k6	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	k7	7	9	9	7	5	5	5	9	9
8	k8	7	7	7	9	5	5	5	5	7
9	k9	9	9	7	7	9	7	7	9	7
10	k10	5	5	5	5	5	5	5	5	5
11	k11	9	9	9	7	5	5	5	5	7
12	k12	7	7	7	7	7	7	7	7	7
13	k13	7	9	7	9	5	5	7	7	9
14	k14	7	9	9	9	9	7	7	7	5
15	k15	7	7	7	7	7	5	9	9	9
16	k16	9	9	9	9	9	9	9	9	9
17	k17	7	7	7	7	7	7	7	7	7
18	k18	9	9	9	9	9	9	9	9	9
19	k19	9	9	9	9	9	9	9	9	9
20	k20	9	9	9	9	9	9	9	9	9
21	k21	7	7	7	7	7	7	7	7	7
22	k22	7	9	9	7	5	5	9	7	5
23	k23	7	9	7	7	9	9	9	7	9
24	k24	9	9	9	9	9	9	9	9	9
25	k25	9	9	9	9	9	9	9	9	9
26	k26	9	9	9	9	7	9	9	7	9
27	k27	9	9	9	9	7	9	9	7	9
28	k28	9	9	9	9	9	9	9	9	9
29	k29	9	9	5	7	9	9	9	9	9
30	k30	9	9	5	7	7	9	7	7	7

Berikut perhitungan dalam menyelesaikan menggunakan metode *Fuzzy Analytic Hierarki Process* (FAHP):

1. Tahap *Improve*

Langkah pertama FAHP dalam memilih 3 alternatif perbaikan prioritas tertinggi adalah membuat struktur hierarki dengan kriteria biaya, maintenance, material, dan operator. Penentuan kriteria dilakukan melalui diskusi dengan pihak perusahaan dan observasi langsung. Menurut Rahmanita et al. (2018), tingkat kepentingan kriteria diperoleh dengan mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kualitas produk buku tahunan.



Gambar 5. Hasil Struktur Hierarki AHP

A. Produk Pack

Tahap selanjutnya dilakukan pembuatan matriks perbandingan berpasangan antar kriteria.

Tabel 9. Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Pack

Kriteria	Biaya	Maintenance	Material	Operator
Biaya	1	<i>Essensial Or Strong Importance</i>	<i>Weak Importance of One Over Another</i>	<i>Equal Importance</i>
Maintenance		1		
Material		<i>Weak Importance of One Over Another</i>	1	
Operator		<i>Weak Importance of One Over Another</i>	<i>Weak Importance of One Over Another</i>	1

Berdasarkan pengisian matriks perbandingan berpasangan antar kriteria dilakukan perhitungan *pairwise comparison judgement* pada masing-masing elemen di setiap level *hirarki* yang nantinya menghasilkan matrik pada masing-masing level *hirarki*. Berdasarkan penelitian bahwa setiap resiko yang sudah diurutkan dari resiko dengan potensi terendah FRPN hingga tertinggi (Septifani et al., 2018). Untuk hasil lengkapnya sebagai berikut:

Tabel 10. Hasil Perhitungan AHP Pack

Bobot Kriteria	Alternatif	Kriteria				Bobot Akhir
		Biaya	Maintenance	Material	Operator	
8,63	k1	0,11	0,14	0,11	0,010	0,37
6,88	k2	0,14	0,14	0,14	0,012	0,44
7,38	k3	0,14	0,11	0,14	0,012	0,41
6,88	k4	0,11	0,14	0,11	0,013	0,38
7,13	k5	0,14	0,14	0,14	0,012	0,44
7,38	k6	0,11	0,14	0,14	0,011	0,41
8,38	k7	0,11	0,11	0,14	0,010	0,38
8,13	k8	0,11	0,11	0,14	0,010	0,38
7,75	k9	0,11	0,11	0,11	0,011	0,34
7,13	k10	0,14	0,14	0,14	0,012	0,44
7,00	k11	0,11	0,20	0,14	0,012	0,47
7,13	k12	0,11	0,14	0,14	0,012	0,41
7,75	k13	0,20	0,14	0,14	0,010	0,50
8,88	k14	0,14	0,11	0,11	0,009	0,37
7,75	k15	0,20	0,11	0,14	0,011	0,46
8,63	k16	0,11	0,11	0,14	0,010	0,37
9,00	k17	0,11	0,11	0,11	0,009	0,34
9,00	k18	0,11	0,11	0,11	0,009	0,34
8,63	k19	0,11	0,11	0,11	0,010	0,34
9,00	k20	0,11	0,11	0,11	0,009	0,34
7,25	k21	0,11	0,14	0,14	0,012	0,41
7,25	k22	0,11	0,14	0,20	0,011	0,47
7,75	k23	0,14	0,14	0,14	0,010	0,44
8,38	k24	0,11	0,11	0,11	0,010	0,34
9,00	k25	0,11	0,11	0,11	0,009	0,34
7,44	k26	0,14	0,20	0,11	0,011	0,47
7,88	k27	0,14	0,11	0,14	0,010	0,41
8,13	k28	0,14	0,11	0,11	0,010	0,38
7,25	k29	0,14	0,14	0,20	0,011	0,50
7,38	k30	0,14	0,11	0,20	0,011	0,47

Selanjutnya dilakukan pengubahan nilai pada matriks berpasangan yang telah memiliki tingkat konsistensi $>0,1$ dan digunakan pendekatan TFN terhadap skala AHP untuk mengurangi ketidakpastian. Untuk hasil lengkapnya sebagai berikut:

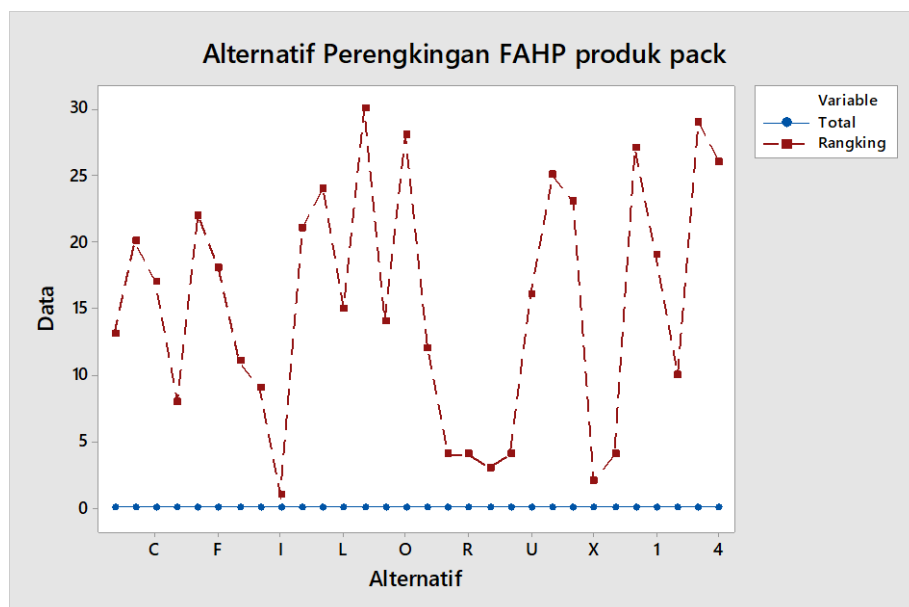
Tabel 11. Defuzifikasi kriteria Pack

	Kriteria				Fuzzy weight				Weight				Normalized Weight
	Biaya	Maintenance	Material	Operator	Biaya	Maintenance	Material	Operator	Biaya	Maintenance	Material	Operator	
	0,11	0,14	0,11	0,01	34,74	27,24	36,69	33,39	13,02	10,21	13,75	12,51	0,034
	0,14	0,14	0,14	0,01	27,02	27,24	28,53	26,33	11,91	12,01	12,58	11,61	0,033
	0,14	0,11	0,14	0,01	27,02	35,03	28,53	27,61	11,04	14,31	11,65	11,28	0,033
	0,11	0,14	0,11	0,01	34,74	27,24	36,69	25,69	13,12	10,29	13,85	9,70	0,032
	0,14	0,14	0,14	0,01	27,02	27,24	28,53	27,61	11,90	11,99	12,56	12,16	0,033
	0,11	0,14	0,14	0,01	34,74	27,24	28,53	28,26	14,18	11,12	11,65	11,53	0,033
	0,11	0,11	0,14	0,01	34,74	35,03	28,53	32,11	13,03	13,14	10,70	12,04	0,033
	0,11	0,11	0,14	0,01	34,74	35,03	28,53	30,83	13,05	13,15	10,71	11,57	0,033
	0,11	0,11	0,11	0,01	34,74	35,03	36,69	28,26	11,98	12,07	12,65	9,74	0,031
	0,14	0,14	0,14	0,01	27,02	27,24	28,53	26,97	11,90	12,00	12,57	11,88	0,033
	0,11	0,20	0,14	0,01	34,74	19,46	28,53	26,97	16,19	9,07	13,29	12,57	0,035
	0,11	0,14	0,14	0,01	34,74	27,24	28,53	26,97	14,20	11,14	11,66	11,02	0,033
	0,20	0,14	0,14	0,01	19,30	27,24	28,53	30,83	9,58	13,52	14,16	15,29	0,036
	0,14	0,11	0,11	0,01	27,02	35,03	36,69	34,68	10,12	13,11	13,73	12,98	0,034
	0,20	0,11	0,14	0,01	19,30	35,03	28,53	30,18	8,97	16,27	13,26	14,02	0,036
	0,11	0,11	0,14	0,01	34,74	35,03	28,53	33,39	13,02	13,13	10,69	12,51	0,033
	0,11	0,11	0,11	0,01	34,74	35,03	36,69	34,68	11,90	12,00	12,57	11,88	0,033
	0,11	0,11	0,11	0,01	34,74	35,03	36,69	34,68	11,90	12,00	12,57	11,88	0,033
	0,11	0,11	0,11	0,01	34,74	35,03	36,69	32,75	11,92	12,02	12,59	11,24	0,032
	0,11	0,11	0,11	0,01	34,74	35,03	36,69	34,68	11,90	12,00	12,57	11,88	0,033
	0,11	0,14	0,14	0,01	34,74	27,24	28,53	27,61	14,19	11,13	11,65	11,28	0,033
	0,11	0,14	0,20	0,01	34,74	27,24	20,38	28,26	16,17	12,68	9,48	13,15	0,035
	0,14	0,14	0,14	0,01	27,02	27,24	28,53	30,83	11,86	11,96	12,53	13,53	0,034
	0,11	0,11	0,11	0,01	34,74	35,03	36,69	31,47	11,94	12,03	12,60	10,81	0,032
	0,11	0,11	0,11	0,01	34,74	35,03	36,69	34,68	11,90	12,00	12,57	11,88	0,033
	0,14	0,20	0,11	0,01	27,02	19,46	36,69	28,58	12,57	9,05	17,07	13,29	0,035
	0,14	0,11	0,14	0,01	27,02	35,03	28,53	30,83	11,00	14,27	11,62	12,55	0,033
	0,14	0,11	0,11	0,01	27,02	35,03	36,69	30,83	10,15	13,15	13,78	11,57	0,033
	0,14	0,14	0,20	0,01	27,02	27,24	20,38	28,90	13,43	13,54	10,13	14,36	0,035
	0,14	0,11	0,20	0,01	27,02	35,03	20,38	28,90	12,57	16,29	9,48	13,44	0,035
Total	3,86	3,89	4,08	0,32	926,48	926,31	929,37	907,75	370,58	370,64	370,65	365,18	1,00

Setelah dilakukan perhitungan pada kriteria dan masing-masing alternatif, dihasilkan hasil akhir dan prioritas perbaikan tertinggi sebagai berikut: Untuk hasil lengkapnya sebagai berikut:

Tabel 12. Hasil Bobot Alternatif Pack

Kriteria	Weight Kriteria	Weight Alternatif				Alternatif Perbaikan (Weight Kriteria x Weight Alternatif)				Total	Rangking
		Biaya	Maintenance	Material	Operator	Biaya	Maintenance	Material	Operator		
k1	0,034	0,11	0,14	0,11	0,010	0,0037	0,0048	0,0037	0,0003	0,0126	13
k2	0,033	0,14	0,14	0,14	0,012	0,0047	0,0047	0,0047	0,0004	0,0144	20
k3	0,033	0,14	0,11	0,14	0,012	0,0047	0,0036	0,0047	0,0004	0,0134	17
k4	0,032	0,11	0,14	0,11	0,013	0,0035	0,0045	0,0035	0,0004	0,0120	8
k5	0,033	0,14	0,14	0,14	0,012	0,0047	0,0047	0,0047	0,0004	0,0145	22
k6	0,033	0,11	0,14	0,14	0,011	0,0036	0,0047	0,0047	0,0004	0,0134	18
k7	0,033	0,11	0,11	0,14	0,010	0,0037	0,0037	0,0047	0,0003	0,0124	11
k8	0,033	0,11	0,11	0,14	0,010	0,0036	0,0036	0,0047	0,0003	0,0123	9
k9	0,031	0,11	0,11	0,11	0,011	0,0035	0,0035	0,0035	0,0004	0,0108	1
k10	0,033	0,14	0,14	0,14	0,012	0,0047	0,0047	0,0047	0,0004	0,0144	21
k11	0,035	0,11	0,20	0,14	0,012	0,0038	0,0069	0,0049	0,0004	0,0161	24
k12	0,033	0,11	0,14	0,14	0,012	0,0036	0,0046	0,0046	0,0004	0,0133	15
k13	0,036	0,20	0,14	0,14	0,010	0,0071	0,0051	0,0051	0,0004	0,0176	30
k14	0,034	0,14	0,11	0,11	0,009	0,0048	0,0038	0,0038	0,0003	0,0127	14
k15	0,036	0,20	0,11	0,14	0,011	0,0071	0,0040	0,0051	0,0004	0,0165	28
k16	0,033	0,11	0,11	0,14	0,010	0,0037	0,0037	0,0048	0,0003	0,0125	12
k17	0,033	0,11	0,11	0,11	0,009	0,0036	0,0036	0,0036	0,0003	0,0112	4
k18	0,033	0,11	0,11	0,11	0,009	0,0036	0,0036	0,0036	0,0003	0,0112	4
k19	0,032	0,11	0,11	0,11	0,010	0,0036	0,0036	0,0036	0,0003	0,0111	3
k20	0,033	0,11	0,11	0,11	0,009	0,0036	0,0036	0,0036	0,0003	0,0112	4
k21	0,033	0,11	0,14	0,14	0,012	0,0036	0,0047	0,0047	0,0004	0,0133	16
k22	0,035	0,11	0,14	0,20	0,011	0,0039	0,0050	0,0070	0,0004	0,0162	25
k23	0,034	0,14	0,14	0,14	0,010	0,0048	0,0048	0,0048	0,0004	0,0148	23
k24	0,032	0,11	0,11	0,11	0,010	0,0036	0,0036	0,0036	0,0003	0,0110	2
k25	0,033	0,11	0,11	0,11	0,009	0,0036	0,0036	0,0036	0,0003	0,0112	4
k26	0,035	0,14	0,20	0,11	0,011	0,0050	0,0070	0,0039	0,0004	0,0164	27
k27	0,033	0,14	0,11	0,14	0,010	0,0048	0,0037	0,0048	0,0003	0,0136	19
k28	0,033	0,14	0,11	0,11	0,010	0,0047	0,0037	0,0037	0,0003	0,0124	10
k29	0,035	0,14	0,14	0,20	0,011	0,0050	0,0050	0,0070	0,0004	0,0173	29
k30	0,035	0,14	0,11	0,20	0,011	0,0050	0,0039	0,0070	0,0004	0,0163	26



Gambar 6. Perangkingan Pada produk pack

B. Produk Buku

Tahap selanjutnya dilakukan pembuatan matriks perbandingan berpasangan antar kriteria yang dibuat dengan melakukan diskusi dan pengisian kuesioner penilaian dengan kepala produksi.

Kriteria	Biaya	Maintenance	Material	Operator
Biaya	1	<i>Essensial Or Strong Importance</i>	<i>Weak Importance of One Over Another</i>	<i>Equal Importance</i>
<i>Maintenance</i>		1		
Material		<i>Weak Importance of One Over Another</i>	1	
Operator		<i>Weak Importance of One Over Another</i>	<i>Weak Importance of One Over Another</i>	1

Gambar 7. Matriks perbandingan berpasangan antar kriteria Buku

Berdasarkan pengisian matriks perbandingan berpasangan antar kriteria dilakukan perhitungan pairwise comparison judgement pada masing-masing elemen di setiap level hirarki yang nantinya menghasilkan matrik pada masing-masing level hirarki. Berdasarkan penelitian bahwa setiap resiko yang sudah diurutkan dari resiko dengan potensi terendah FRPN hingga tertinggi (Septifani et al., 2018).

Tabel 13. Hasil Perhitungan AHP Buku

Bobot Kriteria	Alternatif	Kriteria				Bobot Akhir
		Biaya	Maintenance	Material	Operator	
7,00	k1	0,20	0,11	0,20	0,023	0,53
6,78	k2	0,14	0,14	0,20	0,024	0,51
7,89	k3	0,11	0,11	0,14	0,022	0,39
7,89	k4	0,14	0,11	0,14	0,021	0,42
7,00	k5	0,14	0,14	0,14	0,024	0,45
7,00	k6	0,14	0,14	0,14	0,024	0,45
7,22	k7	0,20	0,14	0,14	0,022	0,51
6,33	k8	0,20	0,11	0,14	0,028	0,48
7,89	k9	0,11	0,14	0,11	0,022	0,39
5,00	k10	0,20	0,20	0,20	0,033	0,63
6,78	k11	0,20	0,14	0,11	0,025	0,48
7,00	k12	0,14	0,14	0,14	0,024	0,45
7,22	k13	0,20	0,11	0,14	0,023	0,48
7,67	k14	0,11	0,11	0,14	0,023	0,39
7,44	k15	0,14	0,14	0,14	0,022	0,45
9,00	k16	0,11	0,11	0,11	0,019	0,35
7,00	k17	0,14	0,14	0,14	0,024	0,45
9,00	k18	0,11	0,11	0,11	0,019	0,35
9,00	k19	0,11	0,11	0,11	0,019	0,35
9,00	k20	0,11	0,11	0,11	0,019	0,35
7,00	k21	0,14	0,14	0,14	0,024	0,45
7,00	k22	0,20	0,14	0,14	0,023	0,51
8,11	k23	0,11	0,14	0,14	0,020	0,42
9,00	k24	0,11	0,11	0,11	0,019	0,35
9,00	k25	0,11	0,11	0,11	0,019	0,35
8,56	k26	0,14	0,11	0,11	0,019	0,38
8,56	k27	0,14	0,11	0,11	0,019	0,38
9,00	k28	0,11	0,11	0,11	0,019	0,35
8,33	k29	0,11	0,14	0,11	0,020	0,39
7,44	k30	0,14	0,14	0,11	0,023	0,42

Selanjutnya dilakukan pengubahan nilai pada matriks berpasangan yang telah memiliki tingkat konsistensi $>0,1$ dan digunakan pendekatan TFN terhadap skala AHP untuk mengurangi ketidakpastian. Selain melakukan perhitungan pada matriks kriteria, dilakukan perhitungan terhadap kriteria pada masing-masing alternatif sehingga menghasilkan matriks berpasangan sejumlah lima matriks berpasangan yang telah diubah ke dalam skala TFN.

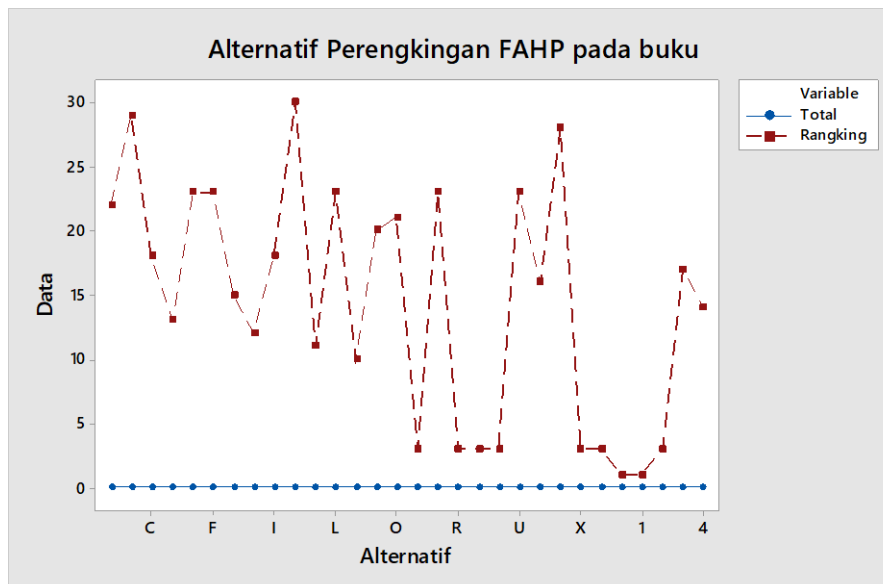
Tabel 14. Defuzifikasi Kriteria Buku

	Kriteria				Fuzzy weight				Weight				Normalized Weight
	Biaya	Maintenance	Material	Operator	Biaya	Maintenance	Material	Operator	Biaya	Maintenance	Material	Operator	
	0,20	0,11	0,20	0,02	21,52	34,80	20,22	28,97	11,49	0,06	0,11	0,01	0,029
	0,14	0,14	0,20	0,02	30,13	27,07	20,22	27,66	15,35	0,07	0,10	0,01	0,039
	0,11	0,11	0,14	0,02	38,74	34,80	28,31	30,29	14,99	0,04	0,06	0,01	0,038
	0,14	0,11	0,14	0,02	30,13	34,80	28,31	31,61	12,59	0,05	0,06	0,01	0,032
	0,14	0,14	0,14	0,02	30,13	27,07	28,31	27,66	13,63	0,06	0,06	0,01	0,035
	0,14	0,14	0,14	0,02	30,13	27,07	28,31	27,66	13,63	0,06	0,06	0,01	0,035
	0,20	0,14	0,14	0,02	21,52	27,07	28,31	30,29	10,92	0,07	0,07	0,01	0,028
	0,20	0,11	0,14	0,03	21,52	34,80	28,31	23,71	10,37	0,05	0,07	0,01	0,026
	0,11	0,14	0,11	0,02	38,74	27,07	36,40	30,29	14,99	0,06	0,04	0,01	0,038
	0,20	0,20	0,20	0,03	21,52	19,33	20,22	19,75	13,63	0,13	0,13	0,02	0,035
	0,20	0,14	0,11	0,03	21,52	27,07	36,40	26,34	10,31	0,07	0,05	0,01	0,026
	0,14	0,14	0,14	0,02	30,13	27,07	28,31	27,66	13,63	0,06	0,06	0,01	0,035
	0,20	0,11	0,14	0,02	21,52	34,80	28,31	28,97	10,26	0,05	0,07	0,01	0,026
	0,11	0,11	0,14	0,02	38,74	34,80	28,31	28,97	15,02	0,04	0,06	0,01	0,038
	0,14	0,14	0,14	0,02	30,13	27,07	28,31	30,29	13,57	0,06	0,06	0,01	0,034
	0,11	0,11	0,11	0,02	38,74	34,80	36,40	35,56	13,63	0,04	0,04	0,01	0,034
	0,14	0,14	0,14	0,02	30,13	27,07	28,31	27,66	13,63	0,06	0,06	0,01	0,035
	0,11	0,11	0,11	0,02	38,74	34,80	36,40	35,56	13,63	0,04	0,04	0,01	0,034
	0,11	0,11	0,11	0,02	38,74	34,80	36,40	35,56	13,63	0,04	0,04	0,01	0,034
	0,11	0,11	0,11	0,02	38,74	34,80	36,40	35,56	13,63	0,04	0,04	0,01	0,034
	0,14	0,14	0,14	0,02	30,13	27,07	28,31	27,66	13,63	0,06	0,06	0,01	0,035
	0,20	0,14	0,14	0,02	21,52	27,07	28,31	28,97	10,94	0,07	0,07	0,01	0,028
	0,11	0,14	0,14	0,02	38,74	27,07	28,31	32,92	16,15	0,06	0,06	0,01	0,041
	0,11	0,11	0,11	0,02	38,74	34,80	36,40	35,56	13,63	0,04	0,04	0,01	0,034
	0,11	0,11	0,11	0,02	38,74	34,80	36,40	35,56	13,63	0,04	0,04	0,01	0,034
	0,14	0,11	0,11	0,02	30,13	34,80	36,40	34,24	11,58	0,04	0,04	0,01	0,029
	0,14	0,11	0,11	0,02	30,13	34,80	36,40	34,24	11,58	0,04	0,04	0,01	0,029
	0,11	0,11	0,11	0,02	38,74	34,80	36,40	35,56	13,63	0,04	0,04	0,01	0,034
	0,11	0,14	0,11	0,02	38,74	27,07	36,40	32,92	14,92	0,06	0,04	0,01	0,038
	0,14	0,14	0,11	0,02	30,13	27,07	36,40	28,97	12,64	0,06	0,05	0,01	0,032
Total	4,30	3,87	4,04	0,66	947,05	920,27	930,22	916,61	394,89	1,69	1,78	0,29	1,00

Setelah dilakukan perhitungan pada kriteria dan masing-masing alternatif, dihasilkan hasil akhir dan prioritas perbaikan tertinggi sebagai berikut:

Tabel 15. Hasil Bobot Alternatif Perbaikan Buku

Kriteria	Weight Kriteria	Weight Alternatif				Alternatif Perbaikan (Weight Kriteria x Weight Alternatif)				Total	Rangking
		Biaya	Maintenance	Material	Operator	Biaya	Maintenance	Material	Operator		
k1	0,029	0,20	0,11	0,20	0,023	0,006	0,003	0,006	0,001	0,0156	22
k2	0,039	0,14	0,14	0,20	0,024	0,006	0,006	0,008	0,001	0,0199	29
k3	0,038	0,11	0,11	0,14	0,022	0,004	0,004	0,005	0,001	0,0146	18
k4	0,032	0,14	0,11	0,14	0,021	0,005	0,004	0,005	0,001	0,0133	13
k5	0,035	0,14	0,14	0,14	0,024	0,005	0,005	0,005	0,001	0,0156	23
k6	0,035	0,14	0,14	0,14	0,024	0,005	0,005	0,005	0,001	0,0156	23
k7	0,028	0,20	0,14	0,14	0,022	0,006	0,004	0,004	0,001	0,0141	15
k8	0,026	0,20	0,11	0,14	0,028	0,005	0,003	0,004	0,001	0,0127	12
k9	0,038	0,11	0,14	0,11	0,022	0,004	0,005	0,004	0,001	0,0146	18
k10	0,035	0,20	0,20	0,20	0,033	0,007	0,007	0,007	0,001	0,0221	30
k11	0,026	0,20	0,14	0,11	0,025	0,005	0,004	0,003	0,001	0,0125	11
k12	0,035	0,14	0,14	0,14	0,024	0,005	0,005	0,005	0,001	0,0156	23
k13	0,026	0,20	0,11	0,14	0,023	0,005	0,003	0,004	0,001	0,0124	10
k14	0,038	0,11	0,11	0,14	0,023	0,004	0,004	0,005	0,001	0,0147	20
k15	0,034	0,14	0,14	0,14	0,022	0,005	0,005	0,005	0,001	0,0155	21
k16	0,034	0,11	0,11	0,11	0,019	0,004	0,004	0,004	0,001	0,0121	3
k17	0,035	0,14	0,14	0,14	0,024	0,005	0,005	0,005	0,001	0,0156	23
k18	0,034	0,11	0,11	0,11	0,019	0,004	0,004	0,004	0,001	0,0121	3
k19	0,034	0,11	0,11	0,11	0,019	0,004	0,004	0,004	0,001	0,0121	3
k20	0,034	0,11	0,11	0,11	0,019	0,004	0,004	0,004	0,001	0,0121	3
k21	0,035	0,14	0,14	0,14	0,024	0,005	0,005	0,005	0,001	0,0156	23
k22	0,028	0,20	0,14	0,14	0,023	0,006	0,004	0,004	0,001	0,0142	16
k23	0,041	0,11	0,14	0,14	0,020	0,005	0,006	0,006	0,001	0,0170	28
k24	0,034	0,11	0,11	0,11	0,019	0,004	0,004	0,004	0,001	0,0121	3
k25	0,034	0,11	0,11	0,11	0,019	0,004	0,004	0,004	0,001	0,0121	3
k26	0,029	0,14	0,11	0,11	0,019	0,004	0,003	0,003	0,001	0,0113	1
k27	0,029	0,14	0,11	0,11	0,019	0,004	0,003	0,003	0,001	0,0113	1
k28	0,034	0,11	0,11	0,11	0,019	0,004	0,004	0,004	0,001	0,0121	3
k29	0,038	0,11	0,14	0,11	0,020	0,004	0,005	0,004	0,001	0,0145	17
k30	0,032	0,14	0,14	0,11	0,023	0,005	0,005	0,004	0,001	0,0134	14



Gambar 8. Hasil perengkingan Produk Buku

C. Pembahasan

Ringkasan hasil analisis gabungan untuk produk buku dan pack mengungkap beberapa temuan krusial terkait kontrol kualitas dan evaluasi alternatif dengan metode FAHP. Secara keseluruhan, pengendalian kualitas terbukti efektif dalam beberapa aspek seperti "Benang Rusak", "Terkena Lem - Case In", dan "Pungguan Rusak - Case In", yang telah memenuhi target toleransi. Namun, masalah signifikan muncul pada kategori dengan tingkat reject tinggi seperti "Lecet", "Lampu Rusak", dan "Nyemet", yang menunjukkan kelemahan dalam pengemasan, transportasi, serta proses perakitan dan penyeteman.

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan evaluasi mendalam terhadap proses handling, bahan baku, dan pelatihan tenaga kerja. Kategori lain seperti "Susunan Kebalik" dan "Susunan Double", meskipun masih dalam batas toleransi, memerlukan optimalisasi proses penyusunan untuk menurunkan tingkat reject. Langkah-langkah strategis seperti penguatan pengawasan mutu, evaluasi menyeluruh pada proses yang bermasalah, serta pelatihan tenaga kerja menjadi prioritas untuk meningkatkan efisiensi produksi dan mencapai kepuasan pelanggan yang berkelanjutan.

Di sisi lain, metode FAHP dalam mengevaluasi alternatif pada produk buku dan pack berdasarkan kriteria Biaya, Maintenance, Material, dan Operator telah memberikan gambaran yang sistematis dan transparan. Alternatif-alternatif dengan nilai total terendah menunjukkan performa terbaik dalam memenuhi kebutuhan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Dengan pendekatan ini, pengambilan keputusan menjadi lebih objektif dan terukur, memfasilitasi identifikasi solusi optimal untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses produksi.

IV. Kesimpulan

1. Analisis CUSUM menunjukkan bahwa kontrol kualitas produk di CV Renjana Offset perlu ditingkatkan. Pada produk *pack*, rata-rata *reject* sebesar 3,96% dan total 35,66% selama November 2023–Juli 2024 mencerminkan perbaikan, meski terjadi kenaikan *reject* menjadi 4,74% pada Juli 2024. CUSUM kumulatif sebesar 0,143 unit dengan rata-rata bulanan 0,016 unit menunjukkan konsistensi yang cukup baik. Sebaliknya, produk buku memiliki rata-rata *reject* lebih tinggi, yaitu 10,01%, dengan total 50,07%. Meski persentase *reject* menurun dari 18,02% pada November 2023, fluktuasi masih terjadi, terutama pada Maret (4,43%) dan Juli 2024 (5,05%) menunjukkan konsistensi yang cukup jelek karena kenaikan pada reject tidak konsisten.

2. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) berdasarkan empat kriteria yaitu: Biaya, *Maintenance*, Material, dan Operator. Dari perhitungan pada bab 5 yaitu dibagian perhitungan FAHP menghasilkan nilai yaitu dibagian **operator** Paling tinggi, karena pada hasil perhitungan FAHP pada bagian operator menghasilkan nilai yang tinggi dengan hasil wawancara menjelaskan bahwa data *reject* yang masuk pada perusahaan dikarenakan banyaknya faktor dari operator seperti lem tidak rekat dan streap copot.
3. Usulan perbaikan kualitas di CV Renjana Offset mencakup:
 - a. Salah satunya adalah pelatihan tambahan untuk operator agar lebih memahami standar pembentukan paragraf yang diinginkan.
 - b. Selain itu, bisa juga diterapkan sistem pemeriksaan kualitas yang lebih ketat atau penggunaan alat bantu untuk memastikan konsistensi dan keakuratan hasil akhir.

Daftar Pustaka

- Abbas, N., Abujiya, M. R., Riaz, M., & Mahmood, T. (2020). Penggunaan Grafik Kontrol Cumulative Sum (CUSUM) dalam Kondisi Outlier untuk Surveilans Kesehatan.
- Abekani Leather. (2023). Penerapan *Statistical Quality Control* (SQC) dan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) untuk Meningkatkan Kualitas Produk Aksesoris Kulit di Abekani Leather, Bantul, Yogyakarta.
- Anderson, E. W., Fornell, C., & Lehmann, D. R. (1994). *Customer Satisfaction, Market Share, and Profitability: Findings from Sweden*. *Journal of Marketing*, 58(3), 53-66.
- Azmiyati, S., & Hidayat, S. Pengukuran Kinerja Rantai Pasok di PT. Louserindo Megah Permai dengan Menggunakan Model SCOR dan Metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP).
- Bualuang, D., & Peerajit, W. (2023). Kinerja Grafik Kontrol CUSUM dalam Memantau Perubahan Rata-Rata Proses pada Model Autoregressive Terintegrasi Fraksional.
- Chandra, N., & Ratnamurni, E. D. (2022). Pengendalian Kualitas Produk Tahu dengan Metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) di UD Tahu Berkah. *INOBISS: Jurnal Inovasi Bisnis dan Manajemen Indonesia*, 5(3), 369–375.
- Chandra, N., & Ratnamurni, E. D. Pengendalian Kualitas Produk Tahu dengan Menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).
- Choerunissa, R. A. Implementasi Six Sigma Dalam Pengendalian Kualitas Pada Produksi Kain Di Pabrik Cambric Gabungan Koperasi Batik Indonesia.
- Crosby, P. B. (1979). *"Quality is Free"*. McGraw-Hill.
- Deming, W. E. (1986). *"Out of the Crisis"*. MIT Press.
- Fornell, C. (1992). *A National Customer Satisfaction Barometer: The Swedish Experience*. *Journal of Marketing*, 56(1), 6-21.
- Garvin, D. A. (1984). *"What Does Product Quality Really Mean?"*. *Sloan Management Review*.
- Gustafsson, A., Ekdahl, F., & Edvardsson, B. (1999). *Customer Satisfaction Measurement in the Private Bank Sector*. *International Journal of Bank Marketing*, 17(3), 109-126.
- Juran, J. M. (1988). *"Juran's Quality Control Handbook"*. McGraw-Hill.
- Kahraman, C., Cebeci, U., & Ruan, D. (2004). *Multi-attribute Comparison of Caterpillar Engines Using Fuzzy AHP*. *Computers & Industrial Engineering*, 46(1), 97-112.

- Khurshid, A., & Chakraborty, A. B. Konstruksi Grafik Kontrol CUSUM untuk Distribusi Negatif Binomial Truncated Nol (ZTNBD) dan Distribusi Geometrik Truncated Nol (ZTGD).
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Marketing Management (15th ed.)*. Pearson.
- Kurniawan, S., Yunitasari, E. W., & Nurhayati, E. (2022). Identifikasi Produk Cacat Briket Tempurung Kelapa dengan Menggunakan Metode *Six Sigma* dan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) di CV. Bintang Yasa Abadi.
- Mistarihi, F., & Magableh, I. (2023). Pengaruh Krisis Gangguan Rantai Pasokan di Sektor Makanan Yordania: Pendekatan *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP).
- Mistarihi, M. Z., Okour, R. A., & Magableh, G. M. (2023). Pengaruh Krisis Gangguan Rantai Pasokan di Sektor Makanan Yordania Menggunakan *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP).
- Montgomery, D. C. (2009). *"Introduction to Statistical Quality Control"*. Wiley.
- Montgomery, D. C. (2012). *Introduction to Statistical Quality Control (7th ed.)*. Wiley.
- Mutakin, A. A., & Rifai, N. A. K. (2023). Perbandingan Kinerja Diagram Kendali DOB dan PM dalam Pengendalian Kualitas Produk Kayu Lapis di PT XYZ.
- Novadila, R., & Ernawati, D. (2021). Analisis Pemilihan Supplier Bahan Baku Gandum dengan Metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) di PT. Bali Hai Brewery Indonesia. *Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi*, 2(6), 72–83.
- Oliver, R. L. (1980). *A Cognitive Model of the Antecedents and Consequences of Satisfaction Decisions*. *Journal of Marketing Research*, 17(4), 460-469.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1988). *SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality*. *Journal of Retailing*, 64(1), 12-40.
- Penelitian tentang Kinerja Grafik Kontrol CUSUM dalam Memantau Perubahan Rata-rata Proses untuk Model *Autoregressive Terintegrasi Fraksional* dengan Memori Panjang (ARFIX).
- Prihatini, E. R., Wachidah, L., & Suliadi. (2019). Penerapan Mixed EWMA-CUSUM untuk Pengendalian Kualitas Produksi Kayu Lapis di PT XYZ.
- Qiao & Wang. (2020). Penerapan Grafik Kontrol *Multivariate Cumulative Sum* (CUSUM) untuk Pengendalian Kualitas Data Multivariat dalam Deteksi Perubahan Online.
- Resti, A., Widiyarih, T., & Santoso, R. (2019). Analisis Grafik Kendali EWMA dan CUSUM pada Proses Produksi Wingko Babat Cap Moel.
- Reynolds, M. R. (1991). *The Cumulative Sum Control Chart for the Early Detection of a Shift in Process Mean*. *Journal of Quality Technology*, 23(3), 179-188.
- Setyorini, E. Y., & Surjanto, S. D. Perbandingan Kinerja Peta Kendali CUSUM Dan EWMA Dalam Mendeteksi Keadaan *Out Of Control* Pada Proses Produksi Finger Joint Laminated Board (FJLB) Di PT Serbaguna Prima.
- Tran, N.-T., Trinh, V.-L., & Chung, C.-K. (2024). *An Integrated Approach of Fuzzy AHP-TOPSIS for Multi-Criteria Decision-Making in Industrial Robot Selection*. *Processes*, 12(1723).
- Zadeh, L. A. (1965). *"Fuzzy Sets"*. *Information and Control*, 8(3), 338-353.
- Zeithaml, V. A., Berry, L. L., & Parasuraman, A. (1993). *The Nature and Determinants of Customer Expectations of Service*. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 21(1), 1-12.

- Zeithaml, V. A., Bitner, M. J., & Gremler, D. D. (2006). *Services Marketing: Integrating Customer Focus Across the Firm (4th ed.)*. McGraw-Hill.
- Zeithaml, V. A., Parasuraman, A., & Berry, L. L. (1990). *Delivering Quality Service: Balancing Customer Perceptions and Expectations*. Free Press.
- Zimmermann, H. J. (2001). *"Fuzzy Set Theory and Its Applications"*. Springer