

Optimizing Product Quality Using FMEA and RCA Methods to Minimize Defects

[Mengoptimalkan Kualitas Produk Menggunakan Metode FMEA dan RCA Untuk Meminimalkan Defect]

Muhammad Yudha Maulana¹⁾, Atikha Sidhi Cahyana ^{*2)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: atikhasidhi@umsida.ac.id

Abstract. PT. XYZ is a company operating in the industrial sector with a focus on manufacturing packaging products. During the production stage, it produced 8,592,675 sheets, of which 937,188 sheets were defective or failed to meet the company's standard of 7%, which is no more than 601,487 sheets per month. Based on this, this study aims to identify the most dominant or frequent types of defects in the production line and provide suggestions for improvements in packaging products, which requires analysis to identify the causes of product failure or defects. The methods used are the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Root Cause Analysis (RCA) methods. FMEA is used to analyse the causes of defects, while RCA is used to understand strategies for improving product quality. The results of the study indicate that the main factor causing product failure is in the machine section of the colour stationer process, which received the highest Risk Priority Number (RPN) with the type of defect being dirt in the image area. This is due to inaccuracy in the installation of the Roll component, which is worn out, as well as the volume and temperature of the dampening water not meeting standards or being unstable. As a result, the print results show colour stains that do not meet the specified criteria. The defect has a severity value of 8, an occurrence value of 9, and a detection value of 2. The calculation results in a Risk Priority Number (RPN) value of 144. Proposed improvements to enhance packaging quality include improving worker skills and knowledge, establishing a preventive maintenance schedule for production machinery, ensuring the quality of Water Based (WB) raw materials meets standards, and improving the checking system by attaching a Work Order Sheet (WOS) to the colour stationery at each stage of production. In addition, it is necessary to schedule regular audits and evaluations, use personal protective equipment (PPE) such as ear plugs to reduce noise, and increase the number of vents and blowers to lower the temperature. An important point that management must pay attention to is the machine and man factors in order to reduce the number of defects.

Keywords - Quality Control; FMEA; RCA

Abstrak. PT. XYZ adalah sebuah perusahaan yang beroperasi di sektor industri dengan fokus pada pembuatan produk packaging (kemasan). Dalam tahap produksinya menghasilkan 8.592.675 sheets terjadi produk yang gagal atau memiliki cacat 937.188 sheets dan standart yang ditetapkan perusahaan 7% tidak lebih dari 601.487 sheets dari setiap produksi per bulan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis kecacatan yang paling dominan atau yang sering terjadi di lini produksi serta memberikan usulan perbaikan di produk kemasan sehingga diperlukan analisis untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan atau cacat produk. Metode yang digunakan adalah metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Root Cause Analysis (RCA). FMEA digunakan untuk menganalisis penyebab kecacatan, sedangkan RCA digunakan untuk memahami strategi dalam meningkatkan kualitas produk. Hasil studi mengindikasikan bahwa faktor utama yang menyebabkan produk gagal ada pada bagian mesin di proses stationer warna yang mendapatkan nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi dengan jenis cacat kotor di area gambar. Hal ini disebabkan oleh ketidakpresisian dalam pengaturan pemasangan komponen Roll, yang sudah aus, serta volume dan temperatur air dampening yang tidak sesuai dengan standar atau stabil. Akibatnya, hasil cetak menunjukkan noda warna yang tidak memenuhi kriteria yang ditetapkan. Cacat kotor memiliki nilai severity sebesar 8, occurrence sebesar 9, dan detection sebesar 2. Perhitungan menghasilkan nilai Risk Priority Number (RPN) sebesar 144. Usulan perbaikan untuk meningkatkan kualitas kemasan meliputi peningkatan keterampilan dan pengetahuan pekerja, penyusunan jadwal preventif maintenance untuk mesin produksi, memastikan kualitas bahan baku Water Based (WB) sesuai standart, serta memperbaiki sistem pengecekan dengan menempelkan Work Order Sheet (WOS) di stationer warna pada setiap tahap produksi. Selain itu, perlu dilakukan penjadwalan audit dan evaluasi secara rutin, serta penggunaan alat pelindung diri (APD) seperti ear plug untuk mengatasi kebisingan, dan meningkatkan jumlah ventilasi serta blower untuk menurunkan suhu. Poin penting yang harus menjadi perhatian bagi pihak manajemen adalah memperhatikan pada faktor machine (mesin) dan man (manusia) guna menekan jumlah defect.

Kata Kunci – Kemasan, Pengendalian Kualitas; FMEA; RCA

I. PENDAHULUAN

Di dalam sebuah industri Indonesia harus menerapkan pengawasan mutu untuk memastikan bahwa pelanggan mendapatkan produk dengan kualitas yang diharapkan [1]. Mutu adalah kondisi yang terus berkembang yang terkait dengan citra produk atau jasa, termasuk manusia, stres yang berhubungan dengan pekerjaan, aktivitas, dan prosedur, serta perubahan lingkungan yang dapat mengurangi atau meningkatkan risiko konsumen. [2].

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan yang fokus pada industri *printing* dan *packaging* berbahan kertas. Kemasan yang dihasilkan didominasi kemasan karton lipat untuk kemasan makanan, kemasan *flexibel* berbahan kertas dan plastik. Perusahaan ini telah berelasi dengan Perusahaan-perusahaan besar, karena dapat terus meningkatkan kepuasan pelanggan sehingga memiliki reputasi yang baik terutama terhadap kualitas produk yang dihasilkan. Karena masalah *defect* akan selalu muncul selama proses produksi, pengendalian kualitas selalu dievaluasi untuk menjaga reputasinya. Beberapa faktor termasuk kualitas bahan yang digunakan, lingkungan produksi yang tidak bersih, teknik yang digunakan, dan unsur manusia dan mesin yang terlibat dalam proses produksi yang dapat berkontribusi pada *defect* pada produk kemasan [3]. Perusahaan dirugikan karena kesalahan tersebut harus diperbaiki atau dibuang. Pada bulan oktober perusahaan menghasilkan produk *packaging* sebanyak 8.592.675 *sheets*. Perusahaan memberikan standart 7% *defect* dari setiap produksi per-bulan. Pada bulan oktober terdapat *defect* sebanyak 11% yang setara dengan 937.188 *sheets* dengan berbagai macam jenis *defect* yang seharusnya *defect* produk *packaging* tidak lebih dari 601.487 *sheets*.

Sebagai bahan pendukung terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang dijadikan acuan dalam penelitian ini. Salah satunya adalah penelitian oleh Paquita yang membahas tentang upaya pengendalian kualitas produk melalui metode FMEA dan pendekatan Kaizen di PT Dan Liris. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab potensi kegagalan dalam produksi pakaian jadi di PT Dan Liris guna meminimalkan cacat produk [4]. Penelitian dari Zakaria membahas tentang Analisis Pengendalian Kualitas Cacat Dimensi Pada *Header Boiler* Menggunakan Metode FMEA dan FTA yang bertujuan untuk mengetahui jenis cacat produk, faktor penyebab kerusakan produk header dan usulan perbaikan untuk mengurangi cacat pada produksi *Header boiler* [5]. Penelitian yang dilakukan oleh Sugiharto membahas Analisis Perbaikan Cacat pada Produk Bata Ringan menggunakan metode Analisis Akar Penyebab (RCA) di sebuah perusahaan bata ringan di Serang Timur. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kualitas produk dan mengurangi tingkat cacat di PT. Power Block Indonesia dengan mengidentifikasi dan menganalisis penyebab cacat pada produk bata ringan, serta memberikan rekomendasi untuk tindakan perbaikan yang dapat meningkatkan kualitas proses produksi [6]. Penelitian yang dilakukan oleh Cesarriani membahas Analisis Kualitas untuk Mengurangi Cacat Produk Sepatu menggunakan metode Pengendalian Proses Statistik (SPC) dan Analisis Akar Penyebab (RCA) di PT XYZ. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengusulkan perbaikan dalam kualitas sepatu sehingga tingkat cacat dapat diminimalkan. Penelitian ini juga menganalisis dan memberikan solusi untuk masalah kualitas yang muncul dalam proses produksi sepatu di PT XYZ [7]. Penelitian dari Hanan membahas tentang Analisis Pengendalian Kualitas Produk *Carton Box Flute CB* dalam Mengurangi Cacat *Creasing* dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Root Cause Analysis* (RCA) Di PT XYZ yang bertujuan untuk membantu PT XYZ dalam memecahkan masalah produk cacat *creasing* secara sistematis sehingga dapat meningkatkan daya saing perusahaan di pasar [8].

Maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis kecacatan yang paling dominan (sering terjadi) di area produksi dan memberikan rekomendasi perbaikan pada produk kemasan. Sebagai bahan pendukung tujuan penelitian maka digunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) untuk menganalisis penyebab kecacatan guna menemukan *defect* yang paling dominan dan metode *Root Cause Analysis* (RCA) diterapkan untuk mencari akar permasalahan dari kecacatan yang paling dominan serta memberikan rekomendasi perbaikan pada produk kemasan. Diharapkan penelitian ini dapat mengidentifikasi penyebab cacat dan memberikan saran perbaikan yang relevan terkait dengan cacat yang terjadi di jalur produksi.

II. METODE

Penelitian ini berlangsung di perusahaan PT. XYZ selama bulan Oktober 2022, dan data yang digunakan mencakup informasi langsung (primer) serta informasi yang sudah ada (sekunder). Data primer diperoleh dari observasi dan wawancara, yang memungkinkan identifikasi berbagai faktor yang menyebabkan kerusakan produk. Penyebab terjadinya kecacatan nantinya akan ditentukan dengan observasi dan analisis, yang juga akan diverifikasi oleh para ahli. Manajer Produksi, Supervisor Produksi, dan Supervisor *Quality Control* merupakan beberapa responden yang diwawancarai. Data Sekunder diperoleh dari riwayat produksi perusahaan dan data kegagalan produk. Dari data primer dan sekunder, data dianalisis menggunakan pendekatan FMEA (Analisis Mode Kegagalan dan Dampak) dan RCA (Analisis Akar Penyebab) untuk mendapatkan pemahaman tentang masalah serta solusi untuk perbaikan terhadap *defect* produk *packaging* yang terjadi di lini produksi.

FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) yaitu metode untuk mengevaluasi kejadian yang dapat menyebabkan masalah atau mengidentifikasi masalah yang mungkin terjadi pada sistem, desain, proses, atau layanan sebelum sampai ke tangan pelanggan [9]. Metode FMEA dapat menemukan masalah penting dalam penilaian risiko karena lebih berkonsentrasi pada penilaian setiap kriteria yang ditentukan [10]. Untuk menghitung nilai risiko prioritas (RPN), FMEA menerapkan tiga kriteria, yaitu frekuensi kegagalan (*occurrence*), kemampuan mendeteksi (*detection*), dan tingkat kerusakan (*Severity*) [11]. Untuk memperoleh nilai RPN yang tertinggi, digunakan rumus berikut:

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots [12]$$

Keterangan:

S = *Severity* (Tingkat Kerusakan)

O = *Occurrence* (Frekuensi kegagalan)

D = *Detection* (Tingkat Deteksi)

RPN = *Risk Priority Number*

a. *Severity*

Severity adalah tahap pertama yang menentukan seberapa besar pengaruh atau tingkat keparahan suatu kejadian terhadap hasil proses. Pengaruh tersebut dinilai dalam skala 1 hingga 10. Tabel 1 menunjukkan nilai *severity* (tingkat kerusakan).

Tabel 1. Nilai *Severity*

Efek	Efek Keparahan untuk FMEA	Rank
Berisiko tanpa adanya tanda peringatan	Kegagalan tidak disertai dengan tanda peringatan sebelumnya.	10
Berisiko meskipun terdapat peringatan	Kegagalan biasanya disertai dengan tanda-tanda peringatan.	9
Sangat Tinggi	Kondisi barang tidak memungkinkan untuk dioperasikan	8
Tinggi	Produk masih dapat digunakan, tetapi kinerjanya mengalami penurunan yang signifikan	7
Sedang	Produk tetap bisa difungsikan meski dengan catatan ada beberapa kemampuan tambahan yang tidak berfungsi	6
Rendah	Produk masih dapat digunakan, meskipun kinerjanya sedikit menurun	5
Sangat Rendah	Pelanggan mengidentifikasi keberadaan cacat (>75%)	4
Ringan	Pelanggan mengidentifikasi keberadaan cacat kecil (50%)	3
Sangat Ringan	Cacat terdeteksi oleh pelanggan (<25%)	2
Tidak Ada	Tidak memiliki dampak	1

Sumber: [13], [14], [15]

b. *Occurrence*

Occurrence adalah penilaian kemungkinan dari frekuensi penyebab kegagalan yang akan terjadi, sehingga dapat dihasilkan mode kegagalan yang berdampak pada sistem tertentu. Tabel 2 adalah nilai *Occurrence* (Frekuensi kegagalan).

Tabel 2. Nilai *Occurrence*

Probabilitas Kegagalan	Tingkat Kegagalan	Rank
Sangat Tinggi	≥ 100 Out of 1000	10
Tinggi	50 Out of 1000	9
	20 Out of 1000	8
	10 Out of 1000	7
	2 Out of 1000	6
Sedang	0,5 Out of 1000	5
	0,1 Out of 1000	4
Rendah	$\leq 0,1$ Out of 1000	3

	0,001 Out of 1000	2
Sangat rendah	$\leq 0,001$ Out of 1000	1

Sumber: [13], [14], [15]

c. *Detection*

Detection adalah proses penilaian terhadap kemampuan alat atau prosedur kontrol dalam mengidentifikasi kegagalan atau kesalahan pada sistem. Tabel 3 adalah nilai *Detection* (Tingkat Deteksi).

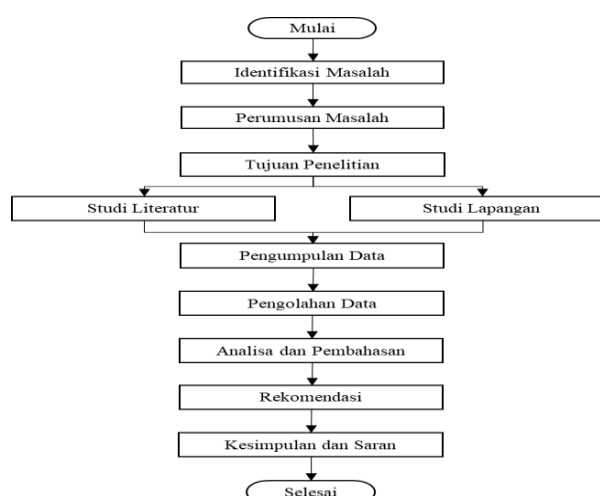
Tabel 3. Nilai *Detection*

Deteksi	Tingkat Keparahan Deteksi Berdasarkan Proses	Rank
Hampir tidak dapat dilakukan	Kegagalan tidak dapat diidentifikasi selama proses pemeriksaan	10
Sangat jarang	Pemeriksaan dianggap gagal jika tidak dapat mengidentifikasi kegagalan	9
Jarang	Kegagalan hampir tidak dapat diidentifikasi selama proses pemeriksaan	8
Sangat Rendah	Pemeriksaan memiliki kemungkinan kecil untuk menemukan kegagalan	7
Rendah	Pemeriksaan memiliki kemungkinan untuk mengidentifikasi kegagalan	6
Sedang	Pemeriksaan memiliki peluang besar untuk mendeteksi kegagalan	5
Cukup	Pemeriksaan memiliki peluang yang sangat besar untuk mendeteksi kegagalan	4
Tinggi	Pemeriksaan dapat mengidentifikasi kegagalan	3
Sangat tinggi	Pemeriksaan hampir selalu dapat mengidentifikasi kegagalan	2
Pasti	Pemeriksaan selalu dapat mengidentifikasi kegagalan	1

Sumber: [13], [14], [15]

RCA (Root Cause Analysis)

RCA adalah sebuah proses yang dilakukan secara sistematis untuk mengidentifikasi sumber masalah, mengatasi masalah atau ketidaksesuaian [16]. RCA tidak hanya membantu mengidentifikasi masalah, tetapi juga menjadi dasar dalam mencari penyebab terjadinya masalah tersebut. Selain itu, menjelaskan bahwa penggunaan atau pemanfaatan RCA dalam analisis kinerja bisa digunakan untuk memudahkan dalam mencari faktor yang mempengaruhi kinerja [17]. Tujuan dari Analisis Penyebab Utama (RCA) adalah untuk mengatasi suatu masalah dengan menggunakan metode seperti diagram tulang ikan untuk membantu mengidentifikasi variabel-variabel yang berkontribusi terhadap masalah tersebut. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk mengidentifikasi variabel-variabel yang mempengaruhi suatu masalah. Sementara itu, 5W + 1H adalah teknik untuk mengevaluasi rekomendasi perbaikan yang tepat dari sumber masalah. [18]. Seluruh rangkaian kegiatan penelitian ini diilustrasikan melalui diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Berikut penjelasan dari tahap-tahap yang dilakukan saat penelitian:

1. Mulai: tahap awal atau mulai penelitian mempersiapkan rencana penelitian terkait topik penelitian, tujuan dan pendekatan yang digunakan.
2. Identifikasi masalah: mengidentifikasi permasalahan atau isu yang akan diselidiki sesuai alur penelitian.
3. Perumusan masalah: memberikan penjelasan tentang masalah apa yang ingin diselesaikan pada objek yang diteliti. Ini juga menentukan tujuan dari proses pemecahan masalah dengan melakukan penelitian literatur yang relevan. Proses ini dilakukan secara tepat sasaran pada masalah utama.
4. Tujuan penelitian: tahap tujuan penelitian ditetapkan untuk memberikan arah penelitian yang jelas.
5. Studi literatur: studi literatur berguna untuk mendapatkan penjelasan teori secara umum dan khusus tentang metodologi penelitian dan untuk menemukan solusi untuk masalah yang ada.
6. Studi lapangan: mengamati kegiatan untuk mencari dan mengumpulkan data dari lokasi atau situasi yang relevan dengan penelitian. Studi lapangan dilakukan dengan berbagai teknik pengumpulan data seperti observasi, wawancara, dan pencatatan data dari dokumen perusahaan.
7. Pengumpulan data: tahap pencarian informasi berupa data primer (observasi, wawancara) dan data sekunder (data *defect* produk dan data jumlah produk) digunakan untuk mendukung dasar teori penelitian.
8. Pengolahan data: data yang terkumpul diidentifikasi dengan metode yang akan dipakai serta siap untuk proses analisis. Tahapan pengolahan data menggunakan FMEA dan RCA disajikan dalam tabel 1, tabel 2 dan tabel 3.
9. Analisa dan pembahasan: tahapan analisa menggunakan metode-metode yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab permasalahan. Tahap pembahasan akan dilakukan tindakan perbaikan sesuai dengan analisa faktor penyebab permasalahan yang dominan.
10. Rekomendasi: tahapan untuk memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan kualitas produk.
11. Kesimpulan dan saran: pada tahap kesimpulan dan saran ini, menjelaskan hasil dari analisa dan pembahasan penelitian serta saran.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Jumlah *Defect* Produk

Data yang dikumpulkan berasal dari data produksi produk *packaging*, yang mencakup jumlah produk yang diproduksi dan produk yang cacat pada bulan oktober 2022. Data diperoleh melalui hasil wawancara dengan responden pada penelitian ini adalah Manager, Supervisor Produksi, Supervisor *Quality Control*.

Tabel 4. Jumlah *Defect* produk *packaging* bulan Oktober

Minggu Ke-	Hasil Produksi	Jumlah <i>Defect</i>	Persentase
Minggu Ke-1	2.592.555	404.705	43%
Minggu Ke-2	1.696.470	161.426	17%
Minggu Ke-3	1.616.235	163.921	17%
Minggu Ke-4	2.687.415	207.136	22%
Jumlah	8.592.675	937.188	100%

Dari tabel 4 mencakup hasil produksi dan jumlah *defect* pada produk *packaging* yang di ambil dari data perusahaan periode bulan oktober menunjukkan hasil *defect* tertinggi pada minggu ke-1 dengan perolehan persentase 43%.

Tabel 5. Jumlah Jenis *Defect* Produk *Packaging* Bulan Oktober

No	Jenis <i>Defect</i>	Minggu Ke-				Total
		Minggu Ke-1	Minggu Ke-2	Minggu Ke-3	Minggu Ke-4	
1	Ngapas	22.278	14.758	20.406	31.251	88.693

2	Baret/Scratch	79.299	6.811	11.989	12.388	110.487
3	Lengket WB (Water Based)	60.741	29.133	13.147	2.629	105.650
4	Kotor	226.646	100.274	100.262	158.878	586.060
5	Bintik	15.741	10.450	18.117	1.990	46.298
Jumlah		404.705	161.426	163.921	207.136	937.188

Tabel 5 data akhir proses produksi menunjukkan jumlah kecacatan untuk masing-masing jenis produk *packaging* selama bulan Oktober. Tabel di atas menunjukkan bahwa Kotor mengalami kerusakan sebanyak 586.060 *Sheets*, dan bintik mengalami kerusakan sebanyak 46.298 *Sheets*. Jenis-jenis kecacatan ini akan membantu analisis metode FMEA untuk menemukan nilai RPN tertinggi dan metode RCA untuk menentukan penyebab utama dari RPN tertinggi dan memberikan rekomendasi perbaikan yang diperlukan.

B. Olah Data Dengan Mengaplikasikan Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Data dari analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dikumpulkan melalui metode wawancara dan observasi, yang kemudian divalidasi oleh responden, termasuk Supervisor Pengendalian Kualitas, Supervisor Produksi, dan Manajer. Tabel 6 menyajikan data ini secara rinci.

Contoh perhitungan dari rata-rata RPN Tabel 6.

$$RPN = S \times O \times D$$

$$RPN = 4 \times 7 \times 4 = 112$$

Tabel 6. Hasil Penilaian yang di Validasi oleh *Responden Expert*

No	Defect	Manager			Supervisor Produksi			Supervisor <i>Quality Control</i>			Rata-rata			RPN
		S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	
1	Ngapas	5	7	4	4	7	5	4	7	4	4	7	4	112
2	Baret/Scratch	7	7	2	7	7	2	8	7	1	7	7	2	98
3	Lengket WB (Water Based)	4	7	1	3	7	1	4	7	1	4	7	1	28
4	Kotor	8	9	2	8	9	2	7	9	2	8	9	2	144
5	Bintik	8	6	2	7	6	2	7	6	2	7	6	2	84

Berdasarkan Tabel 6, analisis Mode Kegagalan dan Efek (FMEA) diterapkan untuk menyelesaikan masalah dengan mengidentifikasi prioritasnya. Langkah pertama dalam proses ini adalah menilai tingkat keparahan, frekuensi, dan deteksi. Setelah itu, Angka Prioritas Risiko (RPN) dihitung dengan mengalikan ketiga nilai tersebut: keparahan, frekuensi, dan deteksi. Dapat di analisis bahwa nilai rata-rata tertinggi yang telah divalidasi oleh *responden expert* memperoleh nilai RPN terbesar adalah *defect* kotor rata-rata nilai 144 sementara RPN terkecil adalah *defect* lengket WB (*Water Based*) memperoleh rata-rata nilai 28.

Tabel 7. Analisis FMEA Pada Produk *Packaging*

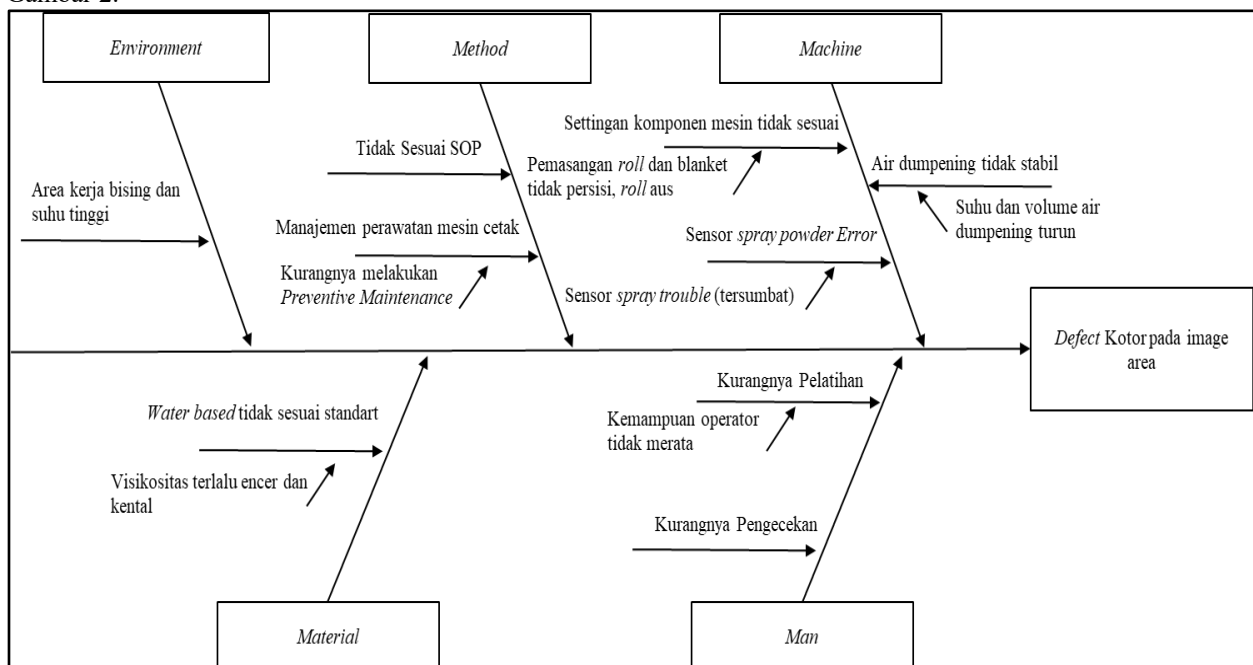
No	Alur Proses	Efek Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan	O	Dampak	D	RPN
1	Stasioner Warna	Ngapas	4	Setingan mesin tidak sesuai pada bagian <i>impression, nipping roll</i> tidak rata	7	Hasil cetak seperti terdapat kabut putih. Hasil cetak lengket dan menempel ke produk lain nya dan mengakibat kan <i>image</i> area mengelupas	4	112
2		Lengket WB (Water Based)	4	<i>Roll WB (Water Based)</i> tidak persisi, Blangket <i>Water Based</i> Kotor, <i>Water Based</i> Terlalu Encer	7		1	28

3		Kotor	8	Settingan <i>roll</i> air <i>dumponing</i> yang sudah aus, Air <i>dumponing</i> tidak sesuai standart/stabil (Ph, <i>Conductivity</i> , <i>Temperature</i>) Bagian <i>roll intermediate</i> tidak terpasang, Tinta terlalu cepat mengering, <i>Roll</i> tinta aus	9	Hasil cetak terdapat noda warna tidak sesuai dengan kriteria yang ditetapkan Hasil cetak pada <i>image</i> area terdapat bintik-bintik kecil	2	144
4		Bintik	7	Pemakaian <i>spray powder</i> yang kurang, turunnya kertas dari area <i>delivery</i> yang tidak stabil	6	Hasil cetak pada <i>image</i> area ada goresan	2	84
5	Area <i>Delivery</i>	Baret/ <i>Scratch</i>	7		7		2	98

Dari tabel 7 terlihat bahwa nilai RPN tertinggi terdapat pada jenis *defect* kotor di area gambar, disebabkan oleh *settingan* pemasangan komponen *Roll* yang tidak tepat/*Roll* sudah aus serta *volume* dan temperatur air pendingin tidak sesuai standar/stabil, sehingga menyebabkan hasil cetak muncul noda warna yang tidak sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. *Defect* kotor memiliki nilai *severity* sebesar 8, *occurrence* sebanyak 9, dan *detection* sebesar 2, Dengan demikian, perhitungan dilakukan dan menghasilkan angka *Risk Priority Number* (RPN) sebesar 144.

C. Pengolahan Data Menggunakan RCA (*Root Cause Analysis*)

Melalui analisis data dengan metode FMEA, telah ditemukan jenis kecacatan yang memiliki nilai RPN paling tinggi. Langkah berikutnya adalah menemukan akar masalah yang menyebabkan kecacatan tersebut dengan menerapkan metode RCA, sehingga dapat diberikan saran perbaikan untuk mengurangi jumlah kecacatan pada produk. Salah satu alat yang bisa digunakan dalam metode RCA adalah diagram ikan (*fishbone diagram*). Berbagai penyebab utama dari masalah yang terjadi diidentifikasi didalam diagram *fishbone*, seperti yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Fishbone Diagram*

Dalam diagram *fishbone*, salah satu penyebab yang terkait dengan faktor mesin adalah pengaturan pemasangan komponen yang tidak tepat dan *roll* yang sudah usang, yang mengakibatkan mesin tidak berfungsi dengan baik, suhu dan volume air dumpening (air campuran pembasahan) yang cenderung turun/rendah sehingga hasil cetak terjadi *scumming* (cetakan tidak diinginkan pada area *non image*) dan sensor *spray powder trouble* (tersumbat) sehingga proses penyemprotan *powder* (bubuk) tidak optimal hal ini berpengaruh pada hasil cetakan lengket dan cetakan

mengelupas. Faktor *Material* disebabkan oleh visikositas (kekentalan) *Water Based* tidak sesuai standart terlalu encer dan kental sehingga berpengaruh pada kecepatan proses pengeringan tidak optimal. Faktor *Method* disebabkan oleh proses operasional yang tidak sesuai dengan SOP yang telah ditetapkan sehingga berdampak pada hasil cetakan kotor pada *image* area dan kurangnya melakukan *preventive maintenance* sehingga dampak yang terjadi pada produktivitas mesin mengalami penurunan atau tidak maksimal hal ini berpengaruh pada hasil cetakan yang tidak optimal. Faktor *Man* (manusia) disebabkan oleh kemampuan operator tidak merata dan operator kurang melakukan pengecekan karena masih terdapat beberapa karyawan baru dan pihak manajemen perusahaan kurang maksimal dalam menerapkan pelatihan & briefing awal kerja mengenai disiplin serta tanggung jawab terhadap SOP dan wawasan pengoperasian mesin secara mendalam. Faktor *Environment* (lingkungan) disebabkan oleh area kerja bising dan suhu ruangan tinggi yang berdampak pada kesehatan dan kinerja karyawan.

Berdasarkan analisis akar masalah menggunakan alat *fishbone* di atas, beberapa usulan perbaikan dapat direkomendasikan untuk meminimalisir jumlah kecacatan pada produk. Berikut ini adalah beberapa rekomendasi perbaikan yang disarankan untuk perusahaan, di mana setiap rekomendasi akan dianalisis dengan metode 5W+1H yang dijelaskan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Analisis 5W+1H

Faktor	What?	Why?	Who?	Where?	When?	How?
Machine	Pemasangan <i>roll</i> dan blangket pada <i>stationer</i> warna tidak persisi, <i>roll</i> sudah aus	Terdapat ketidaktepatan dalam pengaturan komponen mesin	Operator	Area Produksi	Proses Produksi	Settingan <i>roll</i> dan <i>packing</i> blangket perlu disesuaikan dengan <i>thickness</i> (ketebalan) kertas dan memperbaharui bagian mesin yang tidak lagi memenuhi standar. [19].
	Suhu dan volume air dumpening turun	Air dumpening tidak stabil	Operator	Area Produksi	Proses Produksi	Melakukan pembersihan dan perawatan pada saluran pompa chiller yang tersumbat karena korosi maksimal 1 minggu sekali [20].
	<i>Sensor spray trouble</i> (tersumbat)	<i>Sensor spray powder Error</i>	Maintenance dan Operator	Area Produksi	Proses Produksi	Melakukan pembersihan dan perawatan pada sensor <i>spray</i> yang tersumbat oleh <i>powder</i> pada saat setelah dan sebelum melakukan proses produksi [21].
Man	Operator tidak melakukan pengecekan urutan unit yang diproses	Kurangnya disiplin dalam mengikuti SOP	Operator	Area Produksi	Sebelum memulai proses produksi setiap hari	Dengan menambahkan papan pengecekan <i>Work Order Sheet</i> (WOS) yang di tempelkan di stationer warna untuk mempermudah operator melakukan kontrol terhadap urutan unit yang diproses [22].
	Kemampuan operator tidak merata	Kurangnya Pelatihan dan terdapat karyawan baru	Operator	Area Produksi	Proses Produksi	Meningkatkan wawasan dan keterampilan para operator melalui penyelenggaraan pelatihan selama 1 bulan sekali [23].
Material	Visikositas terlalu encer dan kental	<i>Water Based</i> tidak sesuai standart	Quality Control dan PPIC	Area Produksi	Proses Produksi	<i>Check</i> menggunakan alat visikositas/kekentalan <i>Water Based</i> (Standard 20-22 dtk) jika tidak sesuai konfirmasi ke PPIC untuk melakukan prosedur complain ke supplier [24].

	Proses operasional yang tidak sesuai dengan SOP yang telah ditetapkan	Tidak ada sistem pengawasan atau evaluasi yang efektif	Operator	Area Produksi	Proses Produksi	Melalui proses penjadwalan audit dan evaluasi rutin untuk menemukan ketidakpatuhan [25].
<i>Method</i>	Kurangnya melakukan <i>Preventive Maintenance</i>	Manajemen perawatan mesin cetak	<i>Maintenance</i>	Area Produksi	Proses Produksi	Mencegah terjadinya kerusakan pada mesin cetak dapat dilakukan dengan menjalankan <i>preventive maintenance</i> secara rutin serta menyiapkan suku cadang yang paling sering <i>trouble</i> pada komponen <i>roll</i> , blanket, dan sensor supaya saat terjadi kerusakan, teknisi perusahaan dapat segera melakukan perbaikan. <i>Preventive maintenance</i> dapat dilakukan maksimal 3 bulan sekali [26]. Menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) seperti <i>ear plug</i> untuk kebisingan. Meningkatkan jumlah ventilasi dan blower untuk mengurangi suhu [27].
<i>Environment</i>	Area kerja bising dan suhu ruangan tinggi	Kurangnya jumlah ventilasi dan kelengkapan APD	Operator	Area Produksi	Proses Produksi	

Pembahasan

Data yang dikumpulkan menunjukkan bahwa pada bulan oktober didapatkan jumlah *defect* tertinggi pada minggu ke-1 mencapai 404.705 *sheets* dengan persentase 43%. Hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa jenis *defect* kotor memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 144, akibatnya hasil cetak hasil cetak terdapat noda warna tidak sesuai dengan kriteria yang di tetapkan. Analisis penyebab utama dari kegagalan produk *packaging* jenis *defect* kotor pada image area disebabkan oleh lima faktor yaitu *machine* (mesin), *material* (bahan baku), *methods* (metode), *man* (manusia/pekerja), *environment* (kondisi lingkungan kerja). Penyebab *defect* paling dominan terdapat di bagian proses *stationer* warna dimana hal tersebut disebabkan oleh settingan mesin *roll* tidak persisi, aus & blanket kotor, suhu dan volume air dumpening tidak stabil, Sensor *spray powder error* (tersumbat), visikositas bahan baku *Water Based* tidak sesuai *standart*, pekerja yang tidak sesuai dengan SOP, kurangnya melakukan *preventive maintenance*, pekerja kurang melakukan pengecekan, kemampuan operator tidak merata karena kurang nya pelatihan, dan area kerja bising dan suhu tinggi. Hasil analisis 5W+1H menunjukkan lima faktor terjadinya *defect* kotor di area produksi. Poin penting yang harus menjadi perhatian bagi pihak manajemen adalah memperhatikan pada faktor *machine* (mesin) dan *man* (manusia) guna menekan jumlah *defect*.

IV. SIMPULAN

Penelitian ini menunjukan penemuan bahwa penyebab yang mempengaruhi kegagalan produk yaitu adanya faktor cetakan kemasan ngapas, lengket *Water Based* (WB), kotor, bintik, baret/*Scratch*. Penyebab yang memengaruhi kegagalan produk berasal dari identifikasi peristiwa yang dilakukan dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Penyebab utama kegagalan produk pada proses *stationer* warna adalah nilai RPN tertinggi yang berasal dari jenis *defect* kotor pada area gambar. Hal ini disebabkan oleh *settingan* pemasangan komponen *Roll* yang tidak tepat/*Roll* sudah aus, serta volume dan temperatur air pendingin yang tidak sesuai standar/stabil. Akibatnya, hasil cetak mengalami noda warna yang tidak sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. *Defect* kotor memiliki nilai *severity* sebesar 8, *occurrence* sebesar 9, dan *detection* sebesar 2. Dengan perhitungan, diperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebesar 144. Berdasarkan analisis terhadap penyebab utama kegagalan produk, strategi perbaikan kualitas

untuk kemasan diusulkan melalui metode Analisis Akar Masalah (*Root Cause Analysis*) menggunakan diagram *Fishbone* dan teknik 5W+1H. Rencana ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan dan pemahaman para pekerja, menyusun jadwal untuk *preventive maintenance* pada mesin produksi, memastikan bahan baku *Water Based* (WB) memenuhi standar yang ditetapkan, serta memperbaiki sistem pemeriksaan dengan menempelkan Lembar Perintah Kerja (*Work Order Sheet*) di area stationer warna pada setiap langkah produksi. Selain itu, audit dan evaluasi rutin juga akan dijadwalkan, dan alat pelindung diri (APD) seperti penutup telinga akan diterapkan untuk mengurangi kebisingan, serta menambah ventilasi dan blower guna menurunkan suhu. Poin penting yang harus menjadi perhatian bagi pihak manajemen adalah memperhatikan pada faktor *machine* (mesin) dan *man* (manusia) guna menekan jumlah *defect*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan rasa terima kasih kami kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan perusahaan *packaging* yang telah mengizinkan kami menggunakan lokasi dan sumber daya mereka untuk melakukan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Y. D. R. Montororing, M. Widyantoro, and A. Muhazir, "Production process improvements to minimize product defects using DMAIC six sigma statistical tool and FMEA at PT KAEF," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2157, no. 1, 2022, doi: 10.1088/1742-6596/2157/1/012032.
- [2] E. Herlina, F. H. E. Prabowo, and D. Nuraida, "Analisis Pengendalian Mutu Dalam Meningkatkan Proses Produksi," *J. Fokus Manaj. Bisnis*, vol. 11, no. 2, p. 173, 2021, doi: 10.12928/fokus.v11i2.4263.
- [3] A. Nugroho and L. H. Kusumah, "Analisis Pelaksanaan Quality Control untuk Mengurangi Defect Produk di Perusahaan Pengolahan Daging Sapi Wagyu dengan Pendekatan Six Sigma," *J. Manaj. Teknol.*, vol. 20, no. 1, pp. 56–78, 2021, doi: 10.12695/jmt.2021.20.1.4.
- [4] E. V. Paquita and P. W. Laksono, "Upaya Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode Fmea Serta Pendekatan Kaizen di PT Dan Liris," *Semin. dan Konf. Nas. IDEC*, vol. 1, no. 2004, p. 7, 2022.
- [5] T. Zakaria, A. Dyah Juniarti, D. Bima, and S. Budi, "Analisis Pengendalian Kualitas Cacat Dimensi Pada Header Boiler Menggunakan Metode Fmea Dan Fta," *J. InTent*, vol. 6, no. 1, pp. 24–36, 2023.
- [6] P. B. Sugiharto, E. Furqon, and O. Kustiadi, "Analisis Perbaikan Defect Pada Produk Bata Ringan Dengan Menggunakan Metode RCA (Root Cause Analysis) Pada Salah Satu Perusahaan Bata Ringan di Serang Timur," *J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 157–170, 2023, [Online]. Available: <https://taguchi.lppmbinabangsa.id/index.php/home/article/view/66%0Ahttps://taguchi.lppmbinabangsa.id/index.php/home/article/download/66/62>
- [7] C. Cesarriani, "Analisis Kualitas untuk Mengurangi Defect Produk Sepatu dengan Metode Statistical Process Control dan Root Cause Analysis di PT XYZ Jurnal Logic : Logistics & Supply Chain Center," vol. 03, no. 02, pp. 78–86, 2025.
- [8] A. I. F. Hanan and A. Suseno, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Carton Box Flute CB untuk Menurunkan Masalah Kecacatan Creasing dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Root Cause Analysis (RCA) pada PT. XYZ," *J. SENOPATI Sustain. Ergon. Optim. Appl. Ind. Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 181–192, 2025, doi: 10.31284/j.senopati.2025.v6i2.7392.
- [9] B. S. Wijaya, D. Andesta, and E. D. Priyana, "Minimasi Kecacatan pada Produk Kemasan Kedelai Menggunakan Six Sigma , FMEA dan Seven Tools Minimizing Defects in Soybean Packaging Products Using Six Sigma , FMEA and Seven Tools at PT . SATP," *J. Media Tek. dan Sist. Indsutri*, vol. 5, no. 2, pp. 83–91, 2021.
- [10] M. N. F. P. Putra and A. S. Cahyana, "Frozen Food Quality Control Using Statistical Process Control Methods and Failure Mode and Effect Analysis," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 4, no. June, 2023, doi: 10.21070/pels.v4i0.1410.
- [11] D. I. Pramudya, K. Khamaludin, and S. Maftukhah, "Penerapan Pengendalian Kualitas Felt Antivibration dengan Metode PDCA dan FMEA Di PT. Dharmalindo Eka Persada," *J. Ilm. Fak. Tek.*, vol. 3, no. 1, pp. 82–91, 2023, doi: 10.33592/jimtek.v3i1.3791.
- [12] D. H. Stamatis, *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA From Theory to Execution*, vol. 38, no. 1. 1996. doi: 10.1080/00401706.1996.10484424.
- [13] A. Chusnah and A. S. Cahyana, "Pengendalian Kualitas Produk Griller Menggunakan Failure Mode Effect and Analysis (FMEA) dan Root Cause Analysis (RCA)," *J. Optim.*, vol. 10, no. 1, p. 156, 2024, doi: 10.35308/jopt.v10i1.9459.
- [14] W. Widhianingsih and H. C. Wahyuni, "Strategi Peningkatan Kualitas Sepatu dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis, Grey Relational Analysis, dan Root Cause Analysis," *Innov. Technol. Methodical Res.*

- J.*, vol. 3, no. 3, p. 17, 2024, doi: 10.47134/innovative.v3i3.112.
- [15] R. Saputra and D. T. Santoso, "Analisis Kegagalan Proses Produksi Plastik Pada Mesin Cutting Di Pt. Fkp Dengan Pendekatan Failure Mode and Effect Analysis Dan Diagram Pareto," *Barometer*, vol. 6, no. 1, pp. 322–327, 2021, doi: 10.35261/barometer.v6i1.4516.
 - [16] I. S. Sari and W. Sulistiyowati, "Redesign Alat Filter Debu Pada Industri Kecil Menengah (IKM) Dengan Mengintegrasikan Reverse Engineering Dan Root Cause Analisis (RCA)," *PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng.)*, vol. 3, no. 1, pp. 18–25, 2021.
 - [17] B. Roma and E. Sarvia, "Evaluasi Kinerja Kelompok Kerja Pengemasan AMDK Dus Menggunakan Metode Overall Labor Effectiveness (OLE) dan Root Cause Analysis (RCA) Evaluation of the Performance of the AMDK Dus Packaging Work Group Using the Overall Labor Effectiveness (OLE) and," vol. 09, no. 02, 2024.
 - [18] Y. Nursyanti and R. Partisia, "Analisis Discrepancy Inventaris di Gudang Menggunakan Root Cause Analysis," vol. 3, no. 3, pp. 313–323, 2024.
 - [19] Z. Zulkarnain and T. Wicaksono, "Metode Six Sigma Dalam Perbaikan Cacat Botol pada Produk Personal Care," *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 7, no. 1, p. 19, 2021, doi: 10.24014/jti.v7i1.10243.
 - [20] P. Sambodo and A. S. Cahyana, "Product Quality Control In Cv. Xyz Using Seven Tools and Quality Control Circle," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 3, 2023, doi: 10.21070/pels.v3i0.1371.
 - [21] V. Safitri and E. B. Maniur Tambunan, "Penurunan Cacat Kualitas Produk Kue Bakpia Menggunakan Metode Seven Tools di UMKM Harapan Jaya Bekasi," *J. Eng. Environmental Energy Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 35–42, 2024, doi: 10.31599/lsqd1j95.
 - [22] A. P. Senoaji, M. Kosasih, N. Nelfiyanti, and R. A. M. Puteri, "Penerapan Pdca Dalam Meminimasi Defect Salah Varian Panel Dash Join Front Di Pt.Xyz," *JISI J. Integr. Sist. Ind.*, vol. 7, no. 2, p. 81, 2020, doi: 10.24853/jisi.7.2.81-90.
 - [23] R. Prasetyo, H. Sutiawan, R. R. Saputra, and P. Paduloh, "Pengendalian Kualitas Produk Teh Botol Sosro di Kota Bekasi dengan Menggunakan Metode 5W+1H," *Blend Sains J. Tek.*, vol. 2, no. 3, pp. 264–270, 2024, doi: 10.56211/blendsains.v2i3.439.
 - [24] A. Rahman, "PENGUNAAN METODE FMECA (FAILURE MODES EFFECTS CRITICALITY ANALYSIS) DALAM IDENTIFIKASI TITIK KRITIS DI INDUSTRI KEMASAN," vol. 31, no. 1, pp. 110–119, 2021.
 - [25] L. Larisang, D. Nandar, S. Sanusi, M. H. Efendy, and P. Pattasang, "Perbaikan Kualitas Proses Inspeksi Visual Spare Part Dengan Penerapan Tqm Pada Pt.Xyz," *Sigma Tek.*, vol. 6, no. 2, pp. 331–338, 2023, doi: 10.33373/sigmateknika.v6i2.5644.
 - [26] M. I. Monoarfa, Y. Hariyanto, and A. Rasyid, "Analisis Penyebab bottleneck pada Aliran Produksi briquette charcoal dengan Menggunakan Diagram fishbone di PT. Saraswati Coconut Product," *Jambura Ind. Rev.*, vol. 1, no. 1, pp. 15–21, 2021, doi: 10.37905/jirev.1.1.15-21.
 - [27] K. JASMINE, "Penambahan Natrium Benzoat Dan Kalium Sorbat (Antiinversi) Dan Kecepatan Pengadukan Sebagai Upaya Penghambatan Reaksi Inversi Pada Nira Tebu," *Penambahan Natrium Benzoat Dan Kalium Sorbat Dan Kecepatan Pengadukan Sebagai Upaya Penghambatan Reaksi Inversi Pada Nira Tebu*, 2014.

Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification, IEEE Std. 802.11, 1997.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.