

## Peningkatan Efisiensi Produksi Dengan Pendekatan *Lean Six Sigma* di Industri Makanan

Nadya Safa Regina Putri<sup>1\*</sup>, Shanty Kusuma Dewi<sup>2\*</sup>, Dana Marsetiya Utama<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang

\*Korespondensi Penulis, E-mail: [nadyasafa05@gmail.com](mailto:nadyasafa05@gmail.com), [shanty.kusumadewi@gmail.com](mailto:shanty.kusumadewi@gmail.com), [dana@umm.ac.id](mailto:dana@umm.ac.id)

### Abstract

*Implementing production standards is a big challenge for an industry, especially for small industries with a limited number of workers. Synchronization between process efficiency and optimal quality plays an important role in strengthening the sustainability of each industry. However, this condition will not happen if there is still waste in the production process. This study aims to improve production efficiency, find out the waste that occurs during production and reduce waste by providing recommendations for improvement through a lean six sigma approach using the DMAI (define, measure, analyze and improve) stages. The lean approach focuses on reducing waste through minimizing operating errors, while six sigma focuses on process optimization to improve process efficiency. This research involves the waste assessment model (WAM) to identify critical waste and RCA to analyze the root cause of waste. The results showed that the value of process cycle efficiency was 66.07% and it was found that there were five critical wastes in production, namely defects (24.8%), transportation (16.2%), waiting (15.4%), overproduction (13.36%) and inventory (12.47%). The application of this method can increase the value of production efficiency as well as a sustainable strategy in process improvement.*

**Keywords:** *lean six sigma*, DMAI, process cycle efficiency, RCA, WAM

### Abstrak

Menerapkan standar produksi merupakan tantangan besar bagi suatu industri, terutama bagi industri kecil dengan jumlah tenaga kerja yang terbatas. Sinkronisasi antara efisiensi proses dan mutu yang optimal sebagai peran penting dalam memperkuat keberlangsungan tiap industri. Tetapi, kondisi tersebut tidak akan terjadi jika masih ada pemborosan dalam proses produksinya. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi produksi, mengetahui *waste* yang terjadi selama produksi berlangsung dan mengurangi *waste* dengan memberikan rekomendasi perbaikan melalui pendekatan *lean six sigma* menggunakan tahapan DMAI (*define, measure, analyze dan improve*). Pendekatan *lean* berfokus pada pengurangan *waste* melalui minimasi kesalahan operasi, sedangkan *six sigma* berfokus pada optimalisasi proses untuk meningkatkan efisiensi proses. Dalam penelitian ini melibatkan *waste assessment model* (WAM) sebagai identifikasi *waste* kritis dan RCA sebagai analisa akar penyebab *waste*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *nilai process cycle efficiency* 66,07% dan ditemukan pada produksi terdapat lima *waste* kritis, yaitu *defect* (24,8%), *transportation* (16,2%), *waiting* (15,4%), *overproduction* (13,36%) dan *inventory* (12,47%). Penerapan metode ini dapat meningkatkan nilai efisiensi produksi serta sebagai strategi berkelanjutan dalam perbaikan proses.

**Kata Kunci:** *lean six sigma*, DMAI, process cycle efficiency, RCA, WAM

### 1. Pendahuluan

Perkembangan perindustrian saat ini, banyak industri tengah berupaya keras untuk meningkatkan efisiensi proses dan mutu produk yang berfokus untuk mencapai tujuan utama seperti keberlanjutan, profitabilitas, pangsa pasar, dan optimalisasi daya saing [1]. Bagi suatu industri, kualitas telah menjadi elemen utama untuk bertahan dalam daya saing yang semakin ketat dari waktu ke waktu [2]. Sinkronisasi antara efisiensi proses dan kualitas yang optimal memberikan kontribusi signifikan dalam mempertahankan keberlanjutan industri dengan tingkat persaingan yang semakin tinggi [3]. Mengurangi pemborosan sangat penting untuk meningkatkan efisiensi proses dalam manufaktur [4]–[6]. Konsep *seven waste* menjadi fokus utama dalam peningkatan proses. Pemborosan atau *waste* yang dimaksud, yaitu *waiting, defect, overproduction, inventory, overprocessing, transportation, dan motion* [7]. Efisiensi proses merupakan metrik utama untuk meningkatkan proses manufaktur, karena dengan adanya *waste* yang terjadi selama produksi akan menyebabkan proses menjadi tidak

efisien dan berpotensi menyebabkan kerugian bagi perusahaan[5]. Dengan mengidentifikasi dan meminimalkan *waste*, perusahaan dapat meningkatkan proses produksi dan kinerja keseluruhannya secara signifikan.

Penelitian serupa yang telah dilakukan oleh Widianti, et al. [2] membahas bahwa *tools* LSS berhasil memberikan rekomendasi yang dapat digunakan untuk meminimalkan pemborosan yang teridentifikasi serta secara matematis juga terbukti efektif dalam mengurangi jumlah produk yang hilang karena pemborosan sekaligus meningkatkan kinerja proses produksi yang ditunjukkan perusahaan dapat meningkatkan PCE sebesar 4,79%, dari 66,19% menjadi 70,98%. Penelitian dari Selamat W. Hia membahas mengenai implementasi prinsip *lean six sigma* pada industri manufaktur di Indonesia berdasarkan perspektif *level sigma* [8]. Dalam penelitian Wang, et al. ini, menyajikan metode yang menggabungkan pendekatan DMAIC dalam LSS dan VSM 4.0 untuk merancang stasiun kerja yang berpusat pada manusia guna mendukung pekerja pada produksi pendingin truk [9]. Penelitian yang dilakukan di industri biji besi oleh Indrawati, et al. memperoleh hasil penelitian yang menunjukkan bahwa kinerja mutu berada pada level 2,97 sigma dengan 33,67% aktivitas NVA dan 14,2% aktivitas NNVA yang terjadi selama proses produksi [10]. Penelitian serupa dalam industri makanan untuk memperbaiki kualitas roti menggunakan metode *six sigma* dan *kaizen* memperoleh nilai DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) 259.333 dengan nilai *level sigma* sebelum perbaikan sebesar 2,24. Setelah dilakukan perbaikan didapatkan nilai DPMO 115.600 dengan nilai *level sigma* 2,38, hal tersebut menunjukkan perusahaan mengalami perbaikan kualitas setelah menerapkan *six sigma* dan *kaizen* [11]. Penelitian yang dilakukan oleh jazuli, et.al menggunakan metode *lean six sigma* di pabrik tahu memperoleh hasil nilai sigma 1,89 sigma yang berarti bahwa hasil perhitungan DPMO adalah sangat tidak kompetitif serta diketahui *waste* teridentifikasi adalah *waste defect* [12]. Identifikasi *waste* pada proses produksi tempe oleh nurwahidah, et al. menggunakan *lean manufacturing* dengan metode VSM dan PAM memperoleh perbandingan antara *Current* dan *Future*, dengan simpulan bahwa *cycle time* dapat dikurangi selama 58 menit, dari 3.512 menit menjadi 3.454 menit dan seluruh aktivitas adalah *Value Added* [13].

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa implementasi pendekatan *lean six sigma* efektif dalam peningkatan efisiensi produksi dan mereduksi *waste* cenderung dilakukan pada industri manufaktur [8]–[10] atau industri besar. Di sisi lain, penerapan *lean six sigma* pada industri makanan khususnya dalam konteks produksi skala kecil dan menengah masih jarang dibahas lebih mendalam dan hanya berfokus pada kualitas produk [12], [13]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja produksi menggunakan pendekatan *lean six sigma* untuk meningkatkan efisiensi produksi, mengetahui *waste* yang terjadi selama produksi berlangsung dan mengurangi *waste* dengan memberikan rekomendasi perbaikan melalui pendekatan *lean six sigma*. Metode *lean six sigma* digunakan untuk meningkatkan efisiensi, kualitas dan kepuasan pelanggan sekaligus mengurangi cacat dan biaya untuk peningkatan berkelanjutan yang dapat diterapkan di berbagai industri [14], [15]. Rancangan kerja peningkatan efisiensi produksi menggunakan metode *waste assessment model* (WAM) untuk menentukan *waste* yang dominan dalam proses produksi [16], *process cycle efficiency* (PCE) [17] digunakan untuk mengetahui rasio antara output dan input yang berkesinambungan dan *root causes analysis* digunakan di banyak industri untuk mengidentifikasi faktor dasar penyebab yang menyebabkan kegagalan sistem [18]. Penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan dalam literatur akademis dengan menambahkan wawasan baru terkait penerapan *lean six sigma* pada sektor makanan ringan, yang masih jarang dibahas dalam penelitian terdahulu. Dengan mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan dalam proses produksi, penelitian ini diharapkan dapat membantu perusahaan mencapai proses yang lebih hemat biaya, lebih cepat, dan dengan tingkat cacat yang lebih rendah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi industri sejenis dalam meningkatkan kinerja produksinya.

## 2. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian berisi kerangka kerja yang menjelaskan secara detail untuk meningkatkan efisiensi produksi dalam industri makanan. *Lean six sigma* memberikan keunggulan yang kompetitif dengan meminimasi variasi pemborosan dan waktu siklus dengan menerapkan penggunaan standarisasi dan aliran kerja [19]. Penelitian ini terbatas pada pemberian rekomendasi pada tahap perbaikan.

## **2.1 Define**

### **2.1.1 Value Stream Mapping**

Dengan menggunakan VSM dapat mengurangi waktu, biaya, tenaga kerja, cacat, energi dan juga limbah [9]. Dalam pemetaan aktivitas produksi menggunakan VSM diperlukan beberapa data yang diperoleh berdasarkan hasil observasi terhadap proses produksi dan wawancara dengan pihak terkait. Data yang dihimpun seperti lain alur produksi, waktu siklus, jumlah operator dan bahan baku akan digunakan sebagai informasi dalam pembuatan VSM.

### **2.1.2 Klasifikasi Aktivitas**

Semua aktivitas dalam suatu industri dibagi menjadi tiga, yaitu *value added (VA)*, *non value added (NVA)* dan *necessary but on value added (NNVA)* [20]. Dilakukan klasifikasi aktivitas yang terdapat sembilan proses dengan total 60 aktivitas yang akan diklasifikasi aktivitas termasuk dalam VA, NNVA atau NVA berdasarkan observasi peneliti.

### **2.1.3 Identifikasi Seven Waste**

*Waste* merupakan pemborosan yang merujuk pada segala sesuatu yang tidak memberikan nilai tambah. Dalam konsep *lean* dikenal dengan *seven waste* yang mengklasifikasikan tujuh jenis pemborosan yang harus dieliminasi, yaitu *overproduction*, *waiting*, *inventory*, *defect*, *transportation*, *motion* dan *overprocessing* [21]. Dalam identifikasi waste, dilakukan observasi secara langsung mencatat setiap aktivitas yang berpotensi menimbulkan waste dan melakukan wawancara dengan operator produksi untuk mendapatkan pemahaman mendalam mengenai aktivitas yang menyebabkan ketidakefisienan.

## **2.2 Measure**

### **2.2.1 Waste Assessment Model (WAM)**

*Waste Assessment Model (WAM)* bertujuan untuk menyederhanakan pencarian permasalahan dan obyektifitas penelitian [16]. Dalam melakukan identifikasi waste kritis, proses identifikasi dilakukan dengan dua tahapan, yaitu :

1) Membuat *Waste Realtion Matrix (WRM)* dengan memberikan kuesioner hubungan tiap waste pada responden dengan enam pertanyaan menggunakan skala sangat lemah dan skala sangat kuat. Secara sederhana, dalam melakukan identifikasi menggunakan WAM, membuat *Waste Relationship Matrix* dengan melakukan pembobotan dari tiap baris dan kolom *Waste Relationship Matrix* ditotal untuk mendapat skor yang menerangkan dampak antar waste yang satu dengan waste yang lain.

2) Melakukan perhitungan pada *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)* yang akan menghasilkan persentase dari tiap jenis waste. Dilakukan penyebaran kuesioner *waste assessment questionnaire* sebanyak 68 pertanyaan kepada pihak terkait untuk memperoleh bobot dari tiap jenis waste. Langkah awal melakukan pembobotan tiap jenis waste pada tiap tipe pertanyaan berdasarkan hasil bobot pada WRM. Langkah kedua menghitung skor waste pada tiap baris dengan membagi bobot dengan jumlah pertanyaan yang telah dikelompokkan. Menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$S_j = \sum_{K=1}^K \frac{W_{j,k}}{N_i} \quad \text{Pers.1}$$

dimana :

S<sub>j</sub> = skor waste

K = nomor pertanyaan berkisar antara 1 hingga 68

W<sub>j</sub> = bobot hubungan tiap waste

Langkah ketiga, berdasarkan persamaan 1 dihitung total skornya dan menghitung frekuensi (Fj) munculnya nilai pada tiap kolom waste dengan mengabaikan nilai nol. Langkah ke empat tiap baris yang diperoleh untuk setiap jenis waste dikalikan dengan bobot setiap jawaban menggunakan formula sebagai berikut.

$$s_j = \sum_{k=1}^k X_k \times \frac{W_{j,k}}{N_i} \quad \text{Pers.2}$$

dimana :

Xk = nilai jawaban tiap pertanyaan ( 1, 0,5 atau 0)

sj = nilai bobot waste

Nilai Hasil sj pada persamaan 2 dijumlahkan dan menghitung nilai bukan nol tiap kolom waste untuk memperoleh fj. Langkah kelima menghitung indicator dasar untuk tiap waste menggunakan persamaan berikut.

$$Y_j = \frac{s_j}{s_j} \times \frac{f_j}{F_j} \quad \text{Pers.3}$$

Langkah terakhir menghitung hasil akhir (Yj final) dengan mengalikan Yj dengan probabilitas pengaruh (Pj) pada persamaan 4 yang kemudian hasil Yj final dikonversi dalam persentase untuk mengetahui ranking dari tiap waste.

$$Y_j = Y_j \times P_j = \frac{s_j}{s_j} \times \frac{f_j}{F_j} \times P_j \quad \text{Pers.4}$$

Dimana :

Yj = Hasil akhir tiap waste

Pj = Probabilitas pengaruh tiap waste

### 2.2.2 Perhitungan PCE, DPMO dan Nilai Sigma

*Process Cycle Efficiency* merupakan suatu perhitungan yang digunakan untuk mengukur efisiensi sebuah proses dengan membandingkan waktu *value added* dengan total waktu siklus [17]. Berdasarkan *value stream mapping* yang telah dibuat, data berupa waktu siklus dan *value added* dilakukan pengolahan untuk mendapatkan nilai PCE menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$PCE = \frac{VDT}{TT} \times 100\% \quad \text{Pers.5}$$

Keterangan :

VDT = *Value Added Time*

NVDT = *Non Value Added Time*

TT = *Total Lead Time*

= VDT + NVDT

Perhitungan nilai sigma dilakukan untuk menyatakan seberapa besar kemampuan suatu proses. Data yang dibutuhkan untuk menghitung DPMO pada waste defect berupa data jumlah produk cacat dari bulan Mei hingga Juni, transportation dengan melihat waktu pemindahan dari satu proses ke proses lain, waiting menggunakan waktu aktivitas menunggu, overproduction dan inventory menggunakan data permintaan dan produksi pada bulan Mei hingga Juni dan waste overprocessing menggunakan data waktu aktivitas yang terindikasi. Data tersebut diperoleh dari observasi langsung dan akan diolah menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$DPMO = \frac{\sum \text{produk cacat}}{\sum \text{produksi} \times 1.000.000} \quad \text{Pers.6}$$

Setelah dilakukan perhitungan DPMO menggunakan persamaan 6, selanjutnya melakukan konversi DPMO ke nilai sigma dengan formula sebagai berikut.

$$\text{Nilai Sigma} = \text{NORMSINV} \left( \frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5 \quad \text{Pers.7}$$

### 2.3 Analyze

### **2.3.1 Analisa Waste Kritis dengan Pareto**

Diagram pareto merupakan jenis grafik batang yang menampilkan frekuensi kejadian dalam kumpulan data yang disusun dalam urutan menurun yang secara umum diagram ini digunakan untuk mengidentifikasi komponen penting penyebab kegagalan [22]. Setelah didapatkan persentase akhir pada pengolahan WAQ, selanjutnya menggunakan diagram pareto untuk memprioritaskan waste yang dominan sesuai dengan prinsip pareto, yaitu 80/20 dalam memprioritaskan masalah. Pemilihan tools ini dilakukan untuk mengidentifikasi peringkat waste yang kemudian dianalisa lebih rinci.

### **2.3.2 Menentukan Akar Penyebab Waste menggunakan 5 Why's**

Penentuan akar penyebab waste menggunakan *tools 5 Why's* dengan melakukan pendekatan secara berulang ini membantu dalam mengidentifikasi tidak hanya satu penyebab, melainkan juga beberapa elemen yang saling berhubungan yang mungkin mempengaruhi permasalahan yang ada. Penyusunan 5 Why's pada penelitian ini didasarkan pada hasil observasi dan melakukan wawancara dengan pemilik IKM Camilan Bu Anah untuk mengetahui lebih lanjut akar penyebab waste secara lebih rinci.

### **2.4 Improve**

Berdasarkan analisa penyebab waste yang telah dilakukan sebelumnya, untuk menangani permasalahan waste kritis tersebut ditawarkan usulan perbaikan menggunakan metode 5W + 1H. Metode ini biasanya digunakan sebagai teknik perbaikan proses berkelanjutan dalam suatu organisasi [23]. Pada tahap *improve*, usulan perbaikan menggunakan metode 5W + 1H yang digunakan sebagai metode pemecah masalah untuk menggali lebih dalam terkait *waste* yang terjadi sepanjang proses produksi dengan pertanyaan *what, where, when, who, why* dan *how*. Dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan 5W + 1H akan membantu untuk mengidentifikasi akar permasalahan dan merumuskan solusi perbaikan yang tepat.

## **3. Hasil dan Pembahasan**

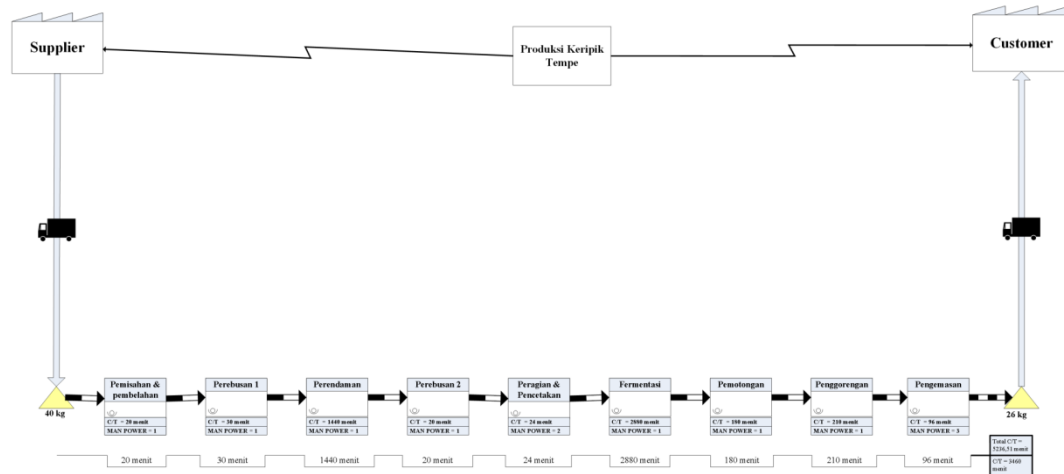
### **3.1 Define**

#### **3.1.1 Value Stream Mapping**

Dalam penelitian ini dilakukan pemetaan aktivitas produksi menggunakan VSM yang ditunjukkan pada Gambar 1. Berdasarkan hasil pemetaan menggunakan VSM, diketahui bahwa terdapat 9 aktivitas utama dan produksi keripik tempe, yaitu pemecahan dan pembelahan, perebusan 1, perendaman, perebusan 2, peragian dan pencetakan, fermentasi pemotongan, penggorengan dan pengemasan. Dari Gambar 1, waktu siklus tertinggi adalah pada aktivitas fermentasi.

#### **3.1.2 Klasifikasi Aktivitas**

Setelah dilakukan pemetaan alur produksi menggunakan VSM, maka selanjutnya dilakukan identifikasi klasifikasi aktivitas. Diketahui bahwa sepanjang alur produksi yang terjadi terdapat 9 proses yang dilakukan dengan 60 aktivitas yang terjadi, aktivitas yang tidak bernilai tambah (NVA) adalah sebanyak sembilan aktivitas dengan waktu 39 menit. Untuk aktivitas bernilai tambah (VA) sebanyak 11 aktivitas dengan waktu 3460 menit dan sisanya 40 aktivitas adalah aktivitas NNVA (Necessary but Non Value Added) dengan waktu 1737,51 menit.



**Gambar 1. Value stream mapping**

### 3.1.3 Identifikasi Seven Waste

Identifikasi *waste* pada produksi keripik tempe dilakukan dengan observasi dan wawancara. Hasil menunjukkan bahwa perusahaan mengalami tujuh pemborosan selama produksi, antara lain sebagai berikut.

1. *Transportation*. Pada produksi keripik tempe terjadi pemindahan baik itu pemindahan *work in process* maupun produk keripik tempe. Pada tempat proses pemisahan dan pembelahan kedelai yang seharusnya berdekatan dengan proses perebusan, namun berdekatan dengan dengan proses peragian dengan jarak 32 meter. Dilakukan pemindahan produk dengan jarak 39 meter dari bagian penggorengan ke pengemasan.
2. *Inventory*. *Waste* jenis ini dapat dilihat dari adanya penyimpanan bahan baku, *work in process* maupun *finish good* yang berlebihan. Dalam sekali produksi keripik tempe membutuhkan bahan baku kedelai 40-50 kg, sehingga tidak terjadi penumpukan bahan baku. Namun terdapat *inventory finish good*, tetapi tidak terlalu signifikan.
3. *Defect*. Terdapat *defect* pada produk setengah jadi, yaitu tempe yang akan diproses dalam produksi keripik tempe. Jenis cacat tersebut adalah cacat pada saat pemotongan tempe terlalu tipis sehingga bentuk tempe tidak beraturan dan terdapat noda hitam pada tempe.
4. *Waiting*. *Waste* jenis *waiting* ini muncul karena operator penggorengan menunggu saat pemotongan tempe yang dilakukan secara manual dengan alat perajang pasrah kayu manual, tempe yang telah dipotong harus menunggu untuk digoreng karena terbatasnya kapasitas penggorengan, operator pengemasan menunggu keripik tempe ditiriskan dan pendinginan agar keripik tetap renyah.
5. *Overproduction*. Produksi keripik tempe terkadang dilakukan melebihi produksi normal pada bulan-bulan tertentu. Sehingga dapat menyebabkan produk yang tidak terjual menumpuk.
6. *Motion*. Terdapat gerakan tenaga kerja yang dapat dianggap sebagai pemborosan dalam proses produksi keripik tempe. Beberapa pergerakan yang seharusnya tidak dilakukan adalah melakukan pencarian bahan baku dan peralatan yang akan digunakan, tenaga kerja mengobrol saat melakukan pekerjaannya sehingga terkadang berhenti sejenak.
7. *Overprocessing*. Proses yang tidak diinginkan oleh pelanggan atau konsumen dapat disebut sebagai aktivitas *non value added*. Berdasarkan klasifikasi aktivitas yang telah dilakukan, yaitu melakukan pemecahan ulang kedelai yang tidak terbelah secara manual.

### 3.2 Measure

Pada tahap pengukuran, menentukan *waste* kritis dan melakukan pengukuran kinerja dalam bentuk nilai PCE, DPMO dan nilai sigma. Pembobotan *waste* kritis menggunakan WAM melibatkan dua tahapan. Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan hubungan antar *waste*

yang terjadi pada produksi keripik tempe menggunakan WRM, lalu dikonversi symbol ke dalam value sesuai dengan acuan. Selanjutnya dilakukan penilaian awal WAQ sesuai dengan jenis pertanyaan yang terdiri dari 68 pertanyaan. Pengolahan WAQ menggunakan persamaan (1), (2), (3) dan (4) dan didapatkan hasil pengolahan akhir yang disajikan dalam Tabel 3.

**Tabel 1. Simbol Konversi Kuesioner Waste Relationship Matrix**

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	A	U	O	O	I	X	O
I	U	A	O	U	O	X	X
D	O	O	A	O	I	X	I
M	X	U	O	A	X	O	O
T	U	O	U	A	A	X	E
P	U	U	O	O	X	A	O
W	U	O	E	X	X	X	A

**Tabel 2. Pengolahan Akhir Waste Relationship Matrix**

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Total	%
O	10	2	4	4	6	0	4	30	15,31
I	2	10	4	2	4	0	0	22	11,22
D	4	4	10	4	6	0	6	34	17,35
M	0	2	4	10	0	4	4	24	12,24
T	2	4	2	10	10	0	8	36	18,37
P	2	2	4	4	0	10	4	26	13,27
W	2	4	8	0	0	0	10	24	12,24
Total	22	28	36	34	26	14	36	196	100
%	11,224	14,29	18,37	17,35	13,27	7,1429	18,37	100	

**Tabel 3. Hasil Pengolahan WAQ**

	O	I	D	M	T	P	W
Skor (Yj)	2,556	2,557	2,561	1,832	2,189	2,025	2,256
Pj Faktor	171,803	160,350	318,617	212,411	243,648	94,752	224,906
(Yj Final)	439,084	410,025	815,989	389,166	533,447	191,898	507,464
Hasil %	13,36%	12,47%	24,82%	11,84%	16,23%	5,84%	15,44%
Rank	4	5	1	6	2	7	3

Penelitian dilanjutkan dengan menghitung nilai efisiensi produksi pada IKM Camilan Bu Anah menggunakan persamaan (5) dan didapatkan nilai *process cycle efficiency* pada IKM Camilan Bu Anah sebesar 66,07% dengan *value added time* selama 3460 menit dan total waktu produksi selama 5236,51 menit. Diketahui nilai PCE sebesar 66,07% menunjukkan bahwa IKM Camilan Bu Anah sudah *lean*, yang berarti bahwa proses produksi telah efisien. Namun masih terdapat waste yang terjadi pada alur produksi sehingga perlu dilakukan perbaikan untuk meminimalisi pemborosan yang ada. Selanjutnya langkah terakhir pada tahap *measure* adalah melakukan perhitungan nilai sigma menggunakan persamaan (6) dan (7). Perhitungan nilai sigma dilakukan untuk menyatakan seberapa besar kemampuan suatu proses. Rekapitulasi hasil pengolahan nilai sigma pada tiap jenis *waste* ditunjukkan pada Tabel 4. Dapat diketahui bahwa pada tiap jenis *waste* memperoleh nilai sigma dibawah 6

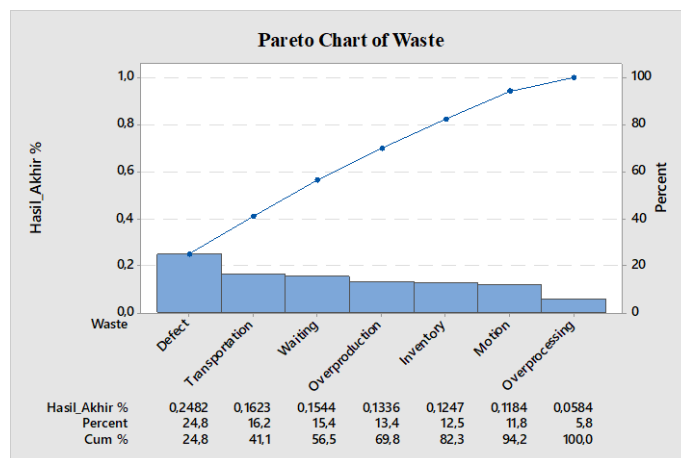
sigma dan nilai sigma pada waste IKM Camilan Bu Anah masih termasuk dalam tingkat pencapaian sigma pada rata-rata industri Indonesia, yaitu  $\pm 2 - \pm 3$  sigma.

**Tabel 4.** Rekapitulasi Pengolahan DPMO dan Nilai Sigma

No	Jenis Waste	DPMO	Nilai Sigma
1	<i>Defect</i>	113984,5	2,72
2	<i>Trasnportation</i>	64285,71	3,020
3	<i>Waiting</i>	59524	3,059
4	<i>Overproduction</i>	54573,8	3,102
5	<i>Inventory</i>	54573,8	3,102
6	<i>Overprocessing</i>	2225,898	4,344

### 3.3 Analyze

Mengacu pada hasil pengolahan WAQ dalam Tabel 3, kemudian hasil tersebut dituangkan dalam diagram pareto untuk menentukan waste yang dominan. Berdasarkan hasil yang ditunjukkan oleh diagram pareto pada Gambar 2 sesuai dengan prinsip pareto 80/20, maka dapat disimpulkan bahwa diperoleh waste kritis dengan peringkat pertama adalah waste *defect* sebesar 24,8%, kedua waste *transportation* sebesar 16,2%, ketiga adalah waste *waiting* sebesar 15,4%, ke empat adalah waste *overproduction* sebesar 15,4% dan kelima waste *inventory* sebesar 12,5%. Dengan adanya waste tersebut, sehingga waste kritis akan di analisa lebih mendalam mengenai akar penyebab terjadinya waste dengan RCA menggunakan tools 5 Why's yang disajikan dalam Tabel 5 hingga Tabel 9.



**Gambar 2.** Diagram pareto



**Tabel 5. 5 Why's Defect**

Waste	Sub Waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
<i>Defect</i>	Bentuk tempe tidak beraturan	Pemotongan tempe tidak konsisten	Menggunakan alat pemotong manual	Bergantung pada keterampilan operator	Hanya terdapat 1 operator pemotongan	
				Operator kelelahan		
	Noda hitam pada tempe	Adanya pertumbuhan bakteri atau jamur lain	Kondisi kebersihan tangan operator dan area selama produksi kurang terjaga	Kurang nya kesadaran operator	Tidak adanya SOP mengenai kebersihan	
					Menunggu diproses pada tahap selanjutnya	

**Tabel 6. 5 Why's Transportation**

Waste	Sub Waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
<i>Transportation</i>	Perpindahan dari satu proses ke proses lain	Transportasi pemisahan ke perebusan	Area produksi yang acak	Penataan area produksi tidak sesuai dengan alur produksi	Tidak ada perencanaan sebelum menetapkan tata letak produksi	Penataan layout yang kurang sesuai
		Transportasi perebusan ke peragian				
		Transportasi penggorengan ke pengemasan	Pemindahan berulang	Perlu dipindahkan antar area produksi yang tidak berurutan	Stasiun kerja tidak di atur sesuai dengan alur produksi	Kurang nya perencanaan tata letak yang memadai
		Transportasi pengambilan tempe				



**Tabel 7. 5 Why's Waiting**

Waste	Sub Waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
<i>Waiting</i>	Menunggu untuk diproses ditahap selanjutnya	Dalam tahap penggorengan harus menunggu hasil pemotongan manual tempe	Pemotongan dilakukan manual oleh satu operator	Kurangnya operator	Kapasitas alat pemotong yang tersedia terbatas	
		Menunggu keripik ditiriskan sebelum dilakukan pengemasan	Keripik tempe dilakukan penirisan terlebih dahulu sebelum ke proses selanjutnya	Penirisan memakan waktu lumayan lama	Tidak terdapat alat untuk meniriskan	
	Perbaiki alat	Mengasah alat pemotong	Alat digunakan secara terus menerus dan sering tumpul	Kurangnya perawatan atau pemeliharaan alat	Lebih fokus pada hasil produksi	
				Hanya terdapat satu alat pemotong yang digunakan		

**Tabel 8. 5 Why's Overproduction**

Waste	Sub Waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
<i>Overproduction</i>	Melebihi produksi rata-rata	Diperkirakan permintaan lebih tinggi dari kenyataan	Sistem perencanaan produksi didasarkan pada data permintaan yang tidak akurat	Tidak ada standar operasional mengenai penyesuaian produksi dengan permintaan real		
		Keputusan produksi bergantung pada prediksi manual				



**Tabel 9. 5 Why's Inventory**

Waste	Sub Waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
<i>Inventory</i>	<i>Finish food menumpuk</i>	Produksi dilakukan melebihi permintaan pasar	Melakukan produksi yang berlebihan	Perkiraan permintaan tidak akurat dan produksi tetap dilakukan		
		Produk tidak segera terjual setelah produksi				

**3.4 Improve**

Tahap akhir dari penelitian ini adalah tahap perbaikan, yang bertujuan untuk menentukan dan mengidentifikasi rekomendasi perbaikan untuk mengurangi permasalahan yang dialami perusahaan selama proses produksi. Analisis usulan perbaikan menggunakan 5W + 1H disajikan dalam Tabel 10.

**Tabel 10. Analisis 5W + 1H**

No	What	When	Where	Who	Why	How
1.	<i>Waste Defect</i>	Proses produksi keripik tempe	Lantai produksi	Operator Pemotongan	<i>Defect</i> bentuk tempe tidak beraturan disebabkan oleh operator kelelahan karena hanya terdapat satu operator pada pemotongan dan penggunaan alat yang masih manual	Menempatkan alat pemotong pada posisi yang ergonomis, menggunakan alat pemotong otomatis atau mesin pemotong



				Operator Produksi	<p><i>Defect</i> terdapat noda hitam pada tempe disebabkan adanya pertumbuhan bakteri atau jamur karena kebersihan yang kurang terjaga, kurangnya kesadaran operator mengenai pentingnya kebersihan serta tempe menunggu diproses karena ketersediaan alat yang kurang</p>	<p>Memastikan area produksi selalu bersih, rutin membersihkan peralatan dan area produksi, operator menggunakan sarung tangan, menyimpan tempe pada area yang bersih untuk menghindari terjadinya kontaminasi, membuat dan menerapkan SOP mengenai produksi termasuk juga kebersihan produksi.</p>
2.	<i>Waste Transportation</i>	Proses produksi keripik tempe	Lantai produksi	Operator Produksi	<p><i>Waste transportation</i> disebabkan oleh penataan layout yang kurang sesuai dan kurangnya perencanaan tata letak, dan terjadi pemindahan berulang untuk proses selanjutnya.</p>	<p>Menyesuaikan tata letak stasiun kerja sesuai dengan alur produksi, menggunakan kontainer atau wadah dengan kapasitas besar, mengatur material dan produk dengan rapi.</p>
3.	<i>Waste Waiting</i>	Proses produksi keripik tempe	Lantai produksi	Operator Produksi	<p><i>Waste waiting</i> disebabkan oleh kapasitas alat pemotong yang tersedia terbatas dan tidak terdapat alat untuk meniriskan, dilakukan secara manual oleh satu operator dan menunggu keripik tempe ditiriskan untuk dilakukan proses selanjutnya. selain itu juga karena mengasah alat pemotong karena kurangnya perawatan pada alat tersebut.</p>	<p>Menambah operator pada proses pemotongan, menggunakan mesin pemotongan atau menambah alat pemotong manual, menggunakan alat peniris minyak. Serta menggunakan alat pemotong dari bahan yang lebih berkualitas dan menggunakan teknologi pemotongan otomatis</p>



4	Waste Overproduction	Proses produksi keripik tempe	Lantai produksi	Tim produksi	Produksi keripik tempe terkadang dilakukan melebihi produksi rata-rata yang disebabkan karena perkiraan permintaan lebih tinggi dan kepurusan produksi dilakukan bergantung pada prediksi manual. Serta tidak ada standar operasional mengenai sistem perencanaan produksi	Melakukan penyesuaian batch produksi menjadi volume batch kecil lebih sering, melakukan monitoring pada aliran produksi dan stok produk, menyusun sifit produksi
5	Waste Inventory	Produksi dan penyimpanan produk	Lantai produksi	Tim produksi	Adanya produk yang menumpuk disebabkan karena produksi dilakukan melebihi permintaan pasar dan produk tidak segera terjual. Perkiraan permintaan tidak akurat dan produksi tetap dilakukan.	Memanfaatkan platform e-commerce untuk memantau produk yang dibutuhkan dan mengatur produksi sesuai pesanan yang diterima. Melakukan penyimpanan dengan rapi dan teratur untuk memantau stok dan mencegah penumpukan produk

#### 4. Penutup

Permasalahan yang dihadapi oleh IKM Camilan Bu Anah adalah adanya *waste* pada proses produksi sehingga berdampak pada efisiensi produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja produksi menggunakan pendekatan *lean six sigma* untuk meningkatkan efisiensi produksi, mengetahui *waste* yang terjadi selama produksi berlangsung dan mengurangi *waste* dengan memberikan rekomendasi perbaikan melalui pendekatan *lean six sigma*. Hasil identifikasi *waste* kritis yang telah dilakukan menggunakan WAM didapatkan lima *waste* yang dominan, yaitu *defect*, *transportation*, *waiting*, *overproducing* dan *inventory*. Berdasarkan hasil perhitungan nilai sigma, diperoleh bahwa diperoleh rata-rata level sigma sebesar 3,22 dengan nilai rata-rata DPMO pada ke enam *waste* adalah 58194,58. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan pada tahap penelitian yang hanya dilakukan sampai tahap *improve* yang hanya memberikan usulan perbaikan tanpa dilakukan implementasi pada proses produksi sebenarnya. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan penelitian dapat dilakukan hingga tahapan *control*. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari hasil usulan perbaikan yang diterapkan.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] I. Daniyan, A. Adeodu, K. Mpofo, R. Maladzhi, and M. G. Kana-Kana Katumba, "Application of lean Six Sigma methodology using DMAIC approach for the improvement of bogie assembly process in the railcar industry," *Heliyon*, vol. 8, no. 3, p. e09043, 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e09043.
- [2] I. T. B. Widiwati, S. D. Liman, and F. Nurprihatin, "The implementation of Lean Six Sigma approach to minimize waste at a food manufacturing industry," *J. Eng. Res.*, no. November 2023, 2024, doi: 10.1016/j.jer.2024.01.022.
- [3] T. Costa, F. J. G. Silva, and L. Pinto Ferreira, "Improve the extrusion process in tire production using Six Sigma methodology," *Procedia Manuf.*, vol. 13, pp. 1104–1111, 2017, doi: 10.1016/j.promfg.2017.09.171.
- [4] N. D. Hibatullah, A. D. Guritno, and A. D. Nugrahini, "The Analysis of Lean Manufacturing in Waste Reduction During Rosin Ester Production at PT XYZ," *Agroindustrial J.*, vol. 8, no. 1, p. 501, 2022, doi: 10.22146/aij.v8i1.73540.
- [5] E. Febianti, A. Umyati, N. Wahyuni, and K. Kulsum, "Peningkatan Produktivitas Perusahaan Melalui Identifikasi Waste Dan Efisiensi Waktu Produksi Pada Pengrajin Emping," *J. Ind. Serv.*, vol. 6, no. 2, p. 105, 2021, doi: 10.36055/62004.
- [6] M. R. Ramdani, E. Prasetyaningsih, and M. Satori, "Penerapan Lean Manufacturing untuk Mereduksi Waste pada Proses Produksi Radius Chair di PT. Helie Furniture Indonesia," *Bandung Conf. Ser. Ind. Eng. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 16–25, 2022, doi: 10.29313/bcsies.v2i1.1408.
- [7] C. F. M. T. Wieke Rossaria Dewi, Nasir Widha Setyanto, "Implementasi Metode Lean Six Sigma Sebagai Upaya Meminimasi Waste Pada PT. Prime Line International," *Repository Ekuitas.ac.id*, 2013, [Online]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/Implementasi-Metode-Lean-Six-Sigma-Sebagai-Upaya-Dewi-Setyanto/73133c5419da71c24ab77feb3b7d8be086863a25#citing-papers>.
- [8] S. W. Hia, "Studi Literatur Lean Six Sigma dan Implementasi di Perusahaan Manufaktur Indonesia," *Performa Media Ilm. Tek. Ind.*, vol. 23, no. 2, pp. 136–140, 2024.
- [9] F.-K. Wang, B. Rahardjo, and P. R. Rovira, "Lean Six Sigma con Value Stream Mapping en Industry 4.0 para el diseño de estaciones de trabajo centradas en las personas," *Sustainability*, vol. 1, no. 2, p. 32, 2022.
- [10] S. Indrawati and M. Ridwansyah, "Manufacturing Continuous Improvement Using

- Lean Six Sigma: An Iron Ores Industry Case Application,” *Procedia Manuf.*, vol. 4, no. December 2015, pp. 528–534, 2015, doi: 10.1016/j.promfg.2015.11.072.
- [11] I. K. N. Nina Hairiyah, Raden Rizki Amalia, “Penerapan Six Sigma dan Kaizen Untuk Memperbaiki Kualitas Roti Di UD. CJ Bakery,” *J. Teknol. Ind. Has. Pertan.*, vol. 25, no. 1, pp. 35–43, 2020.
- [12] B. A. Visnuwardhani and F. A. Pratikno, “PENINGKATAN KUALITAS TAHU GORENG DENGAN LEAN SIX SIGMA DI UMKM PABRIK TAHU TEMPE FLAMBOYAN,” *J. Logist.*, vol. 1, no. 2, pp. 11–21, 2023.
- [13] A. Nurwahidah, A. Samad, Ikram, and Mulyadi, “Identifikasi Waste Dengan Metoded Lean Manufacturing,” *Pros. Semin. Nas. Teknol. Ind. VIII 2021*, pp. 173–179, 2021.
- [14] A. Ishak, K. Siregar, R. Ginting, and D. Gustia, “A systematic literature review of lean six sigma,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1003, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/1003/1/012096.
- [15] A. D. Makwana and G. S. Patange, “A methodical literature review on application of Lean & Six Sigma in various industries,” *Aust. J. Mech. Eng.*, vol. 19, no. 1, pp. 107–121, 2021, doi: 10.1080/14484846.2019.1585225.
- [16] I. A. Rawabdeh, “A model for the assessment of waste in job shop environments,” *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 25, no. 8, pp. 800–822, 2005, doi: 10.1108/01443570510608619.
- [17] Z. Ying, “Food Safety and Lean Six Sigma Model,” *Univ. Cent. missouri Warrensburg, Missouri*, 2011.
- [18] VHA National Center for Patient Safety (NCPS), *Guide to Performing a Root Cause Analysis*. 2020.
- [19] A. L. C. Guevarra, Y. T. Prasetyo, A. K. S. Ong, and K. A. Marinas, “Employees’ preference analysis on lean six sigma program coaching attributes using a conjoint analysis approach,” *Heliyon*, vol. 9, p. e17846, 2023.
- [20] W. Shou, J. Wang, P. Wu, and X. Wang, “Value adding and non-value adding activities in turnaround maintenance process: classification, validation, and benefits,” *Prod. Plan. Control*, vol. 31, no. 1, pp. 60–77, 2020, doi: 10.1080/09537287.2019.1629038.
- [21] Wilson Lonnie, “How to Implement Lean Manufacturing,” *McGraw Hill*, 2010.
- [22] L. Wilkinson, “Statistical computing and graphics: Revising the Pareto chart,” *Am. Stat.*, vol. 60, no. 4, pp. 332–334, 2006, doi: 10.1198/000313006X152243.
- [23] K. Knop and K. Mielczarek, “Using 5W-1H and 4M methods to analyse and solve the problem with the visual inspection process – Case study,” *MATEC Web Conf.*, vol. 183, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1051/matecconf/201818303006.