



Penerapan VSM dan WAM dalam Meningkatkan Efisiensi Operasional Produksi di CV Tahu Bandung NN

Zaniar Aisyah Saputri¹, Sri Hartini¹✉, Masri Pradipto¹, Tri Novitasari¹

⁽¹⁾Universitas Indraprasta PGRI, Jl. Nangka Raya Kec. Jagakarsa, Jakarta, Indonesia

DOI: 10.31004/jutin.v9i1.53794

✉ Corresponding author:

[srihartini71@gmail.com]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

Lean Manufacturing;
Pemborosan;
VSM;
VALSAT;
WAM

Tujuan penelitian untuk mengidentifikasi pemborosan paling dominan, menghitung waktu siklus rata-rata per unit di tiap stasiun kerja, serta memberikan usulan perbaikan proses produksi. Pendekatan yang digunakan adalah *Lean Manufacturing* dengan alat bantu *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Waste Assessment Model* (WAM). VSM digunakan untuk memetakan aliran proses dan mengidentifikasi aktivitas *non-value added*, sedangkan WAM digunakan untuk menilai dominasi pemborosan menggunakan *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). Hasil analisis menunjukkan bahwa *defect* merupakan pemborosan paling signifikan, berkontribusi sebesar 14,57%. Penyebab utamanya adalah ketidakkonsistenan suhu perebusan dan kesalahan pencetakan. Selain itu, ditemukan ketidakseimbangan waktu siklus antar stasiun kerja. Usulan perbaikan difokuskan pada *Future State VSM*, berupa standarisasi proses, pengendalian suhu, dan penataan ulang area kerja. Penerapan metode ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi produksi secara berkelanjutan

Abstract

Keywords:

Lean Manufacturing;
Waste;
VSM;
VALSAT;
WAM

The objective of this research was to identify the most dominant waste, calculate the average cycle time per unit at each work station, and provide suggestions for improving the production process. The approach used was *Lean Manufacturing* with the tools of *Value Stream Mapping* (VSM) and *Waste Assessment Model* (WAM). VSM was used to map the process flow and identify non-value-added activities, while WAM was used to assess the dominance of waste using the *Waste Relationship Matrix* (WRM) and *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). The analysis results showed that defects were the most significant waste, contributing 14.57%. The main causes were inconsistencies in boiling temperatures and printing errors. In addition, imbalances in cycle times between work stations were found. Proposed improvements focused on the *Future State VSM*, in the form of process standardization, temperature control, and rearrangement of work areas. The implementation of this method is expected to improve production efficiency sustainably.

1. PENDAHULUAN

Persaingan industri yang semakin kompetitif menuntut setiap perusahaan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam proses produksinya. Industri manufaktur, khususnya skala kecil dan menengah, dihadapkan pada tantangan untuk terus memperbaiki kinerja operasional guna memenuhi permintaan pasar secara optimal. Salah satu pendekatan yang banyak diterapkan untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan produktivitas adalah *lean manufacturing*. Pendekatan ini menekankan pada pengurangan aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value-added activities*) atau pemborosan (*waste*) dalam proses produksi.

Menurut Krisnanti dan Garside (2022), *lean manufacturing* bertujuan untuk meningkatkan nilai bagi pelanggan, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, serta mempercepat waktu siklus produksi (Cahya, F. A., & Handayani, W. 2022). Salah satu alat utama dalam pendekatan ini adalah *Value Stream Mapping* (VSM), yang digunakan untuk memetakan aliran proses dan mengidentifikasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. Selain itu, untuk menganalisis jenis pemborosan secara lebih mendalam, digunakan juga *Waste Assessment Model* (WAM) yang membantu mengukur tingkat dominasi masing-masing jenis *waste* dalam proses produksi.

CV Tahu Bandung NN merupakan perusahaan yang memproduksi tahu bandung yang berlokasi di Cilodong, Depok. Tingginya permintaan tahu setiap hari menyebabkan perusahaan menghadapi ketidakseimbangan dalam alur produksinya, terutama pada tahun 2024. Permasalahan seperti waktu tunggu yang lama, perpindahan kerja yang tidak efisien, dan cacat produk akibat ketidakkonsistenan suhu dan proses mulai muncul. Berdasarkan observasi dan wawancara dengan karyawan bagian produksi, diketahui bahwa pemborosan terjadi hampir di seluruh proses kerja, baik langsung seperti *defect*, maupun tidak langsung seperti *waiting* dan *motion*.

Penelitian terdahulu oleh Cahya dan Handayani (2022) menunjukkan bahwa penerapan *lean manufacturing* melalui VSM dan WAM pada UMKM mampu mengidentifikasi *waste* dominan seperti *waiting* sebesar 22% dan memberikan rekomendasi perbaikan yang signifikan terhadap proses produksi (Cahya, F. A., & Handayani, W. (2022). Berdasarkan kondisi aktual di lapangan dan hasil studi sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode VSM dan WAM guna mengidentifikasi pemborosan dan merancang usulan perbaikan dalam proses produksi tahu di CV Tahu Bandung NN.

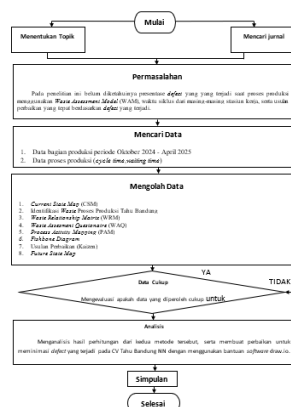
Penelitian ini difokuskan pada proses produksi tahu bandung mulai dari perendaman hingga pemotongan dengan menggunakan data produksi tahun 2024. Adapun identifikasi masalah meliputi: belum diketahuinya persentase *defect* menggunakan WAM, belum diketahui waktu siklus rata-rata produksi per unit tahu, serta belum adanya usulan perbaikan yang tepat berdasarkan jenis *defect* yang terjadi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) Mengetahui persentase produk cacat (*defect*) yang terjadi selama proses produksi,
- 2) Mengukur waktu siklus produksi pada masing-masing stasiun kerja,
- 3) Menyusun usulan perbaikan berdasarkan temuan *defect* dalam proses produksi.

Melalui penerapan VSM dan WAM, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan efisiensi operasional dan menurunkan tingkat pemborosan pada CV Tahu Bandung NN.

2. METODE

Langkah-langkah pemecahan masalah dalam penelitian ini diilustrasikan pada *flowchart* Gambar 1 .



Gambar 1. Flowchart penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian yaitu data produksi tahu di CV Tahu Bandung NN s periode Oktober 2024 hingga April 2025. Data ini mencakup jumlah hari kerja dan total produksi tahu (dalam satuan potong) setiap bulannya. Data produksi Tahu Bandung NN dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data produksi tahu bandung nn oktober 2024 - april 2025

Bulan	Hari Kerja	Total Produksi (pcs)
Oktober 2024	31 hari	298.450
November 2024	30 hari	364.764
Desember 2024	27 hari	289.320
Januari 2025	27 hari	301.210
Februari 2025	28 hari	295.680
Maret 2025	28 hari	302.700
April 2025	22 hari	297.850
Total	193 hari	2.149.974

Data waktu proses produksi merupakan informasi durasi setiap tahapan dalam alur produksi tahu bandung, yang mencakup waktu proses aktif maupun waktu tunggu di tiap stasiun kerja. Waktu proses tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data waktu proses produksi

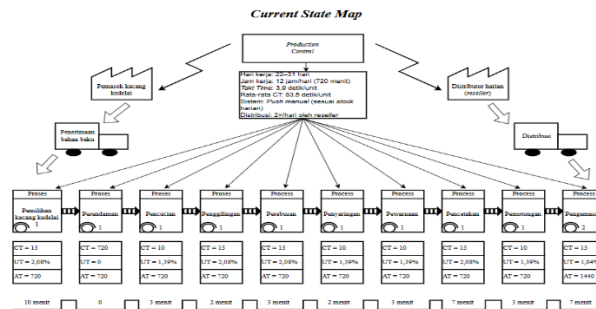
No	Proses Produksi	Waktu Proses (menit)	Waktu Tunggu (menit)	Jumlah Tenaga Kerja	Keterangan
1	Pemilihan kacang kedelai	15	10	1	Pemeriksaan kualitas bahan baku menggunakan meja sortir
2	Perendaman	720	-	0	Proses pasif tanpa pengawasan di dalam bak perendaman
3	Pencucian	10	3	1	Pencucian manual dengan ember atau wadah
4	Penggilingan kedelai	15	2	1	Proses penggilingan menggunakan mesin
5	Perebusan	15	3	1	Memasak sari kedelai dengan kompor besar
6	Penyaringan	10	2	1	Memisahkan ampas dari cairan dengan kain saring
7	Pewarnaan kuning	10	3	1	Pencampuran kunyit manual dalam wadah
8	Pencetakan	15	7	1	Membentuk tahu dalam cetakan kayu
9	Pemotongan	10	3	1	Pemotongan manual dengan pisau
10	Pengemasan	15	7	2	Pengemasan produk jadi dengan plastik dan timbangan
Total		835	40	10	Total waktu proses keseluruhan adalah 835 menit dengan waktu tunggu kumulatif 40 menit. Jumlah tenaga kerja yang terlibat dalam keseluruhan proses sebanyak 10 orang.

Data proses produksi yang diperoleh melalui observasi digunakan untuk menyusun *Current State Map*. Data ini mencakup waktu proses aktif, waktu tunggu, dan jumlah tenaga kerja di setiap tahapan produksi. Dari data tersebut dihitung *cycle time*, *lead time*, dan dianalisis aktivitas *value-added* maupun *non-value-added*.

A. *Current State Map* (CSM)

Current State Map merupakan bagian dari metode *Value Stream Mapping* (VSM) yang digunakan untuk memetakan kondisi aktual aliran proses produksi tahu di CV Tahu Bandung NN, mulai dari pemasok bahan baku hingga distribusi produk jadi kepada pelanggan. Pemetaan ini memberikan gambaran

menyeluruh mengenai aliran material, aliran informasi, waktu proses (*Cycle Time*), waktu tunggu, jumlah tenaga kerja, serta persentase utilisasi waktu produksi (UT). *Current State Map* produksi tahu di CV Tahu Bandung NN dapat dilihat pada gambar 2 .



Gambar 2. Current state map

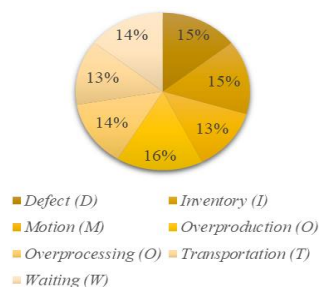
B. Identifikasi Waste Proses Produksi Tahu Bandung

Identifikasi waste dilakukan menggunakan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) berisi 68 pertanyaan yang mengacu pada tujuh jenis pemborosan (*Seven Waste*). Kuesioner diisi oleh 7 responden yang merupakan pekerja langsung di proses produksi. Data ini digunakan untuk menentukan waste yang paling dominan sebagai dasar perbaikan proses produksi, identifikasi waste dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Identifikasi proses produksi tahu bandung

Waste	Frekuensi	Dampak	Skor Total (F × D)
Defect (D)	1,92	2,00	3,84
Inventory (I)	2,02	2,00	4,04
Motion (M)	1,91	1,80	3,44
Overproduction (O)	2,14	2,00	4,28
Overprocessing (O)	1,91	1,90	3,63
Transportation (T)	1,97	1,80	3,55
Waiting (W)	1,91	2,00	3,82

Skor Total (F × D)



Gambar 3. Grafik skor total pemborosan

Berdasarkan hasil perhitungan *Skor Total* yang diperoleh dari perkalian antara *skor frekuensi* dan *skor dampak*, diketahui bahwa jenis pemborosan (*waste*) yang paling dominan dalam proses produksi tahu bandung adalah *Overproduction* dengan persentase sebesar 16%.

C. Pembobotan Waste Relationship Matrix (WRM)

Pembobotan dalam *Waste Relationship Matrix* (WRM) dilakukan untuk mengetahui tingkat kedekatan hubungan antara satu jenis pemborosan (*waste*) dengan jenis pemborosan lainnya dalam proses produksi. Pembobotan hubungan antar waste yang telah dikumpulkan dari hasil penilaian responden kemudian dirata-ratakan dan disusun ke dalam bentuk *Waste Relationship Matrix* (WRM). Pembobotan matriks ini dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pembobotan nilai WRM

F/T	Waste						
	O	I	D	M	W	T	P
O	0	18,14	15,14	11,86	14,00	11,00	13,29
I	18,14	0	15,14	12,29	14,57	14,57	7,29
D	15,14	15,14	0	7,43	13,43	14,43	14,00
M	11,86	12,29	7,43	0	13,43	16,57	11,57
W	14,00	14,57	13,43	13,43	0	16,57	5,14
T	11,00	14,57	14,43	16,57	16,57	0	0
P	13,29	7,29	14,0	11,57	5,14	0	0

Langkah selanjutnya adalah menyusun *Waste Relationship Matrix* (WRM) berdasarkan bobot hubungan yang telah diperoleh. WRM pada proses produksi tahu bandung dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Waste relationship matrix (WRM)

	Waste						
	O	I	D	M	W	T	P
O	X	A	E	I	E	I	E
I	A	X	E	I	E	E	O
D	E	E	X	O	E	E	E
M	I	I	O	X	E	A	I
W	E	E	E	E	X	A	O
T	I	E	E	A	A	X	X
P	E	O	E	I	O	X	X

Setelah proses pembobotan dan pemetaan hubungan antar *waste* dilakukan, tahap selanjutnya adalah menghitung skor tingkat pengaruh masing-masing *waste* dengan menggunakan nilai konversi simbol, yaitu: A = 10, E = 8, I = 6, O = 4, U = 2, dan X = 0. Nilai hasil perhitungan tersebut kemudian disusun dalam *Waste Matrix Value*, sebagaimana disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Waste matrix value

	O	I	D	M	W	T	P	skor	%
O	0	8	8	6	6	6	6	40	15,6
I	8	0	8	6	6	6	4	38	14,8
D	8	8	0	4	6	6	6	38	14,8
M	6	6	4	0	6	10	6	38	14,8
W	6	6	6	6	0	10	4	38	14,8
T	6	6	6	10	10	0	0	38	14,8
P	6	4	6	6	4	0	0	26	10,2
Skor	40	38	38	38	38	38	26	256	100
%	15,6	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	10,2	100	

Berdasarkan Tabel 4.6, dapat diketahui bahwa nilai *from* tertinggi dimiliki oleh *waste overproduction* (O) dengan skor sebesar 40 atau 15,63% dari total skor.

D. Waste Assesment Quesionaire (WAQ)

Pembobotan dilakukan terhadap setiap jenis *waste* berdasarkan hasil konversi dari tabel WRM ke dalam bentuk *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). Proses ini bertujuan untuk menentukan bobot relatif dari masing-masing *waste* berdasarkan tingkat keterkaitannya. Hasil pembobotan tersebut disajikan pada tabel 7.

Sumber: Penelitian

Setelah proses pembobotan awal dilakukan, tahap selanjutnya adalah menghitung nilai bobot rata-rata (Y_j) dan faktor pembobotan (P_j) untuk masing-masing jenis *waste*. Nilai Y_j diperoleh dari rata-rata skor kuesioner terhadap pertanyaan-pertanyaan yang mewakili setiap *waste*, sedangkan P_j didapatkan dari hasil perhitungan bobot *waste* pada tabel WRM.

Tabel 8. WAQ final

Jenis Waste	Y_j	P_j Faktor	$Y_j \times P_j$	Final Result (%)	Rank
W (Waiting)	1,8	275,31	508,83	18,99	1
M (Motion)	1,8	223,65	404,43	15,09	2
D (Defect)	1,8	211,21	390,36	14,57	3
I (Inventory)	2,1	207,06	443,45	16,55	4
O (Overproduction)	2,1	193,6	414,30	15,46	5
P (Processing)	1,8	139,6	252,56	9,43	6
T (Transportation)	2,3	117,97	265,43	9,91	7

Nilai Y_j dalam WAQ adalah rata-rata bobot dari tiap jenis *waste* misalnya untuk *waste defect*, ada 10 pertanyaan terkait rata-rata pertanyaan 2.14, 1.71, 2.00, 2.43, ... (10 nilai) maka didapatkan:

$$Y_{j_{defect}} = \frac{\text{jumlah seluruh skor rata - rata}}{\text{jumlah pertanyaan}}$$

$$Y_{j_{defect}} = \frac{29,57}{16}$$

$Y_{j_{defect}} = 1,8$ kemudian di lanjut sampai *waste transportation* (T).

Nilai $Y_j \times P_j$ dalam WAQ adalah hasil perkalian antara Y_j (Rata-rata bobot *waste*) dari hasil kuesioner WAQ dan P_j faktor bobot *waste* dari WRM (*Waste Relationship Matrix*). $Y_j \times P_j$ (Skor Akhir):
O : $1,8 \times 275,31 = 508,83$ di lanjut sampai *waste transportation* (T), kemudian $Y_j \times P_j$ di total secara keseluruhan untuk menghitung *final result*.

Final Result (%) dalam WAQ adalah persentase kontribusi masing-masing *waste* terhadap total pemborosan, berdasarkan hasil perhitungan:

$$Final\ Result_j = \frac{y_j \times p_j}{\sum(y_j \times p_j)} \times 100\%$$

$$Final\ Result_j = \frac{508,83}{2679,38} \times 100\%$$

$Final\ Result_j = 18,99\%$ kemudian di lanjut sampai *waste transportation* (T).

E. Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Konsep VALSAT digunakan sebagai dasar pemilihan alat pemetaan dengan cara mengalikan hasil pembobotan *waste* dari WAQ ($Y_j \times P_j$) dengan skala nilai dari tabel VALSAT. Dalam skala tersebut, setiap jenis

waste memiliki tingkat kepentingan terhadap masing-masing *tools*: skala L (*Low*) memiliki skor 1, skala M (*Medium*) memiliki skor 3, dan skala H (*High*) memiliki nilai bobot tertinggi yaitu 9. Penentuan skala VALSAT per *waste* pada tabel 9.

Tabel 9. Penentuan skala VALSAT

<i>Waste</i>	$Y_j \times P_j$	<i>Rank</i>	Skala VALSAT	Nilai Skala
<i>Waiting (W)</i>	508,83	1	H	9
<i>Motion (M)</i>	404,43	2	H	9
<i>Defect (D)</i>	390,36	3	M	3
<i>Inventory (I)</i>	443,45	4	M	3
<i>Overproduction (O)</i>	414,3	5	M	3
<i>Processing (P)</i>	252,56	6	L	1
<i>Transportation (T)</i>	265,43	7	L	1

Sumber: Penelitian

Hasil perkalian tersebut digunakan untuk menentukan *tools* yang paling efektif dalam mengidentifikasi pemborosan secara lebih rinci. Detail pemetaan dan nilai perkalian untuk setiap alat dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil perhitungan VALSAT

<i>Waste / Mapping Tool</i>	<i>Process Activity Mapping</i>	<i>Supply Chain Response Matrix</i>	<i>Product Variety Funnel</i>	<i>Quality Filter Mapping</i>	<i>Demand Amplification Mapping</i>	<i>Decision Point Analysis</i>	<i>Physical Structure Mapping</i>
<i>Waiting (W)</i>	4579,47	4579,47	4579,47	-	4579,47	4579,47	-
<i>Motion (M)</i>	3639,87	3639,87	-	-	-	-	-
<i>Defect (D)</i>	1171,08	-	-	1171,08	-	-	-
<i>Inventory (I)</i>	1330,35	1330,35	1330,35	-	1330,35	1330,35	1330,35
<i>Overproduction (O)</i>	1242,9	1242,9	-	1242,9	1242,9	1242,9	-
<i>Processing (P)</i>	252,56	-	252,56	252,56	-	252,56	-
<i>Transportation (T)</i>	265,43	265,43	-	-	-	-	-
Total Per Tools	12.482	11.058	6.162	2.667	7.153	7.405	1.330

Berdasarkan hasil perhitungan VALSAT pada tabel tersebut, *Process Activity Mapping* (PAM) dipilih sebagai mapping *tool* utama karena memiliki skor tertinggi sebesar 12.482. *Tools* ini dinilai paling efektif dalam mengidentifikasi pemborosan utama seperti *waiting* dan *motion*, sehingga sangat tepat digunakan untuk analisis dan perbaikan proses guna meningkatkan efisiensi operasional.

F. *Process Activity Mapping* (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) adalah *tools* yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan di lingkungan kerja dengan memetakan seluruh alur proses produksi secara detail.

Berikut merupakan hasil pemetaan aktivitas pada proses produksi di CV Tahu Bandung NN berdasarkan metode *Process Activity Mapping* (PAM). Pemetaan ini mengidentifikasi setiap aktivitas berdasarkan jenis aktivitas (O, T, I, S, D), serta kategorinya menurut nilai tambah, yaitu *Value Added (VA)*, *Non-Value Added (NVA)*, dan *Necessary but Non-Value Added (NNVA)*. Rincian lengkap dari hasil pemetaan dapat dilihat pada tabel 11.

1. Hitung Total Waktu per Kategori :

a) *VA (Value Added)*

Total proses dan tunggu:

- 1) Waktu Proses VA:
 $10 + 15 + 15 + 10 + 10 + 15 + 10 + 15 = 100$ menit
- 2) Waktu Tunggu VA:
 $3 + 2 + 3 + 2 + 3 + 7 + 3 + 7 = 30$ menit
- 3) Total Waktu VA:
 $100 + 30 = 130$ menit
- b) NNVA (*Necessary Non-VA*)
 - 1) Waktu Proses: 15 menit
 - 2) Waktu Tunggu: 10 menit
 - 3) Total: $15 + 10 = 25$ menit
- c) NVA (*Non-Value Added*)
 - 1) Waktu Proses: 720 menit
 - 2) Waktu Tunggu: 0 menit
 - 3) Total: $720 + 0 = 720$ menit
- d) Hitung Total Keseluruhan
 - 1) Total Proses: 100 (VA) + 15 (NNVA) + 720 (NVA) = 835 menit
 - 2) Total Tunggu: 30 (VA) + 10 (NNVA) + 0 (NVA) = 40 menit
 - 3) Total Waktu: $835 + 40 = 875$ menit
- e) Hitung Persentase Waktu Proses

Rumus:

$$\text{Persentase Proses} = \frac{\text{Waktu Proses per Kategori}}{\text{Total Waktu Proses}} \times 100\%$$

Total waktu proses = 835 menit

- 1) VA:
 $\frac{100}{835} \times 100\% = 11,98\%$

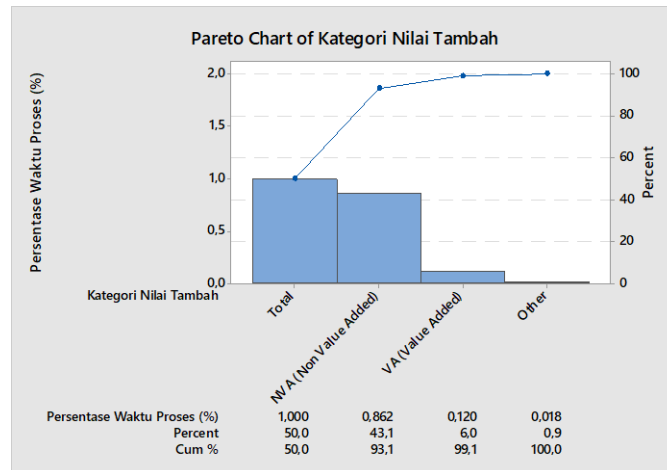
- 2) NNVA:
 $\frac{15}{835} \times 100\% = 1,80\%$

- 3) NVA:
 $\frac{720}{835} \times 100\% = 86,23\%$

Berdasarkan hasil pemetaan ini, proses perendaman memiliki waktu paling lama dan tergolong aktivitas *Non-Value Added* (NVA), sehingga menjadi prioritas untuk dilakukan perbaikan. Tabel 11 menyajikan rangkuman durasi setiap aktivitas berdasarkan hasil pemetaan proses menggunakan metode *Process Activity Mapping* (PAM).

Tabel 12. *Process Activity Mapping*

Kategori Nilai Tambah	Jumlah Aktivitas	Total Waktu Proses (menit)	Total Waktu Tunggu (menit)	Total Waktu (menit)	Total Waktu (detik)	Persentase Waktu Proses (%)
VA (<i>Value Added</i>)	8	100	30	130	7.800 detik	11,98%
NNVA (<i>Necessary Non-VA</i>)	1	15	10	25	1.500 detik	1,80%
NVA (<i>Non Value Added</i>)	1	720	0	720	43.200 detik	86,23%
Total	10	835	40	875	52.500 detik	100%



Gambar 4. Pareto Chart Presentase Aktivitas

Berdasarkan hasil tabel 4.13 dan pareto chart pada gambar 4.17, PAM pada proses produksi tahu bandung menunjukkan terdapat total 10 aktivitas dengan total waktu 875 menit atau setara 52.500 detik. Dari keseluruhan aktivitas tersebut, 7 di antaranya merupakan aktivitas *Value Added* (VA) dengan durasi total 108 menit (6.480 detik) atau setara 12,34% dari total waktu. Kemudian, terdapat 2 aktivitas *Necessary but Non-Value Added* (NNVA) dengan waktu 47 menit (2.820 detik) atau 5,37%. Sementara itu, hanya terdapat 1 aktivitas yang termasuk kategori *Non-Value Added* (NVA), yakni perendaman, namun menyita waktu paling besar yaitu 720 menit (43.200 detik) atau 82,29% dari total waktu keseluruhan.

G. Fishbone Diagram

Fishbone Diagram, atau dikenal juga sebagai diagram sebab-akibat merupakan diagram yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara penyebab dan akibat dari suatu permasalahan atau pemborosan (*waste*). Untuk mengidentifikasi akar penyebab dari pemborosan, dilakukan analisis menggunakan *fishbone diagram*, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Fishbone Diagram

H. Usulan Perbaikan (Kaizen)

Usulan perbaikan dalam penelitian ini dilakukan dengan menerapkan prinsip kaizen (perbaikan berkelanjutan) untuk mengurangi aktivitas yang tidak bernilai tambah (*Non-Value Added*) dan meminimalkan pemborosan (*waste*) yang terjadi selama proses produksi tahu bandung.

Berdasarkan hasil pemetaan aktivitas dan identifikasi pemborosan, ditemukan bahwa *waste* kategori "*waiting*" merupakan jenis pemborosan yang paling dominan terjadi, terutama pada proses perendaman, penggilingan, dan pengemasan. Berikut ini adalah usulan perbaikan (Kaizen):

1. Reduksi Waktu Perendaman

Proses perendaman sebelumnya memerlukan waktu hingga 12 jam (720 menit), yang tergolong aktivitas *Non-Value Added* (NVA). Usulan perbaikan dilakukan dengan mengurangi durasi perendaman menjadi 8

jam (480 menit) melalui pengaturan waktu, dan pengontrolan suhu air.

2. Penambahan Mesin Giling

Waktu tunggu pada proses penggilingan terjadi karena hanya terdapat satu unit mesin yang digunakan. Hal ini mengakibatkan antrean dan *idle time*.

3. Perbaikan Sistem Pencetakan dan Pengemasan

Proses pencetakan dan pengemasan mengalami keterlambatan karena keterbatasan alat dan bahan yang belum disiapkan sebelumnya. Kaizen dilakukan dengan menyediakan alat bantu cetak dalam jumlah cukup dan menyiapkan bahan kemasan sejak awal proses. Pendekatan ini mampu mempercepat alur produksi serta mengurangi waktu tidak produktif.

4. Perbaikan Layout dan Pengambilan Material

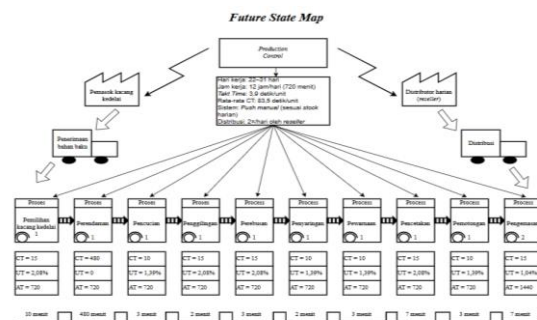
Beberapa aktivitas mengalami pemborosan gerak karena tata letak kerja yang kurang ergonomis. Dengan mengatur ulang *layout* area kerja dan menyediakan rak dorong untuk bahan baku, maka pergerakan operator dapat dikurangi dan efisiensi kerja meningkat.

5. Perubahan Sistem Produksi

Sistem produksi sebelumnya bersifat *push*, yaitu memproduksi berdasarkan estimasi, tanpa mempertimbangkan permintaan aktual. Hal ini menimbulkan risiko *overproduction*. Usulan perbaikan dilakukan dengan mengubah menjadi sistem *pull*, yaitu produksi dilakukan sesuai permintaan harian dari *reseller*. Dengan demikian, proses menjadi lebih efisien dan risiko pemborosan produk dapat ditekan.

I. Future State Map

Future state map merupakan representasi dari pemetaan proses produksi yang telah dirancang sebagai bentuk perbaikan dari kondisi saat ini (*current state*). Pemetaan ini disusun berdasarkan permasalahan utama yang terjadi di perusahaan, yaitu tingginya tingkat pemborosan *waiting* (menunggu) yang dominan dalam proses produksi. *Future state map* produksi tahu bandung dapat dilihat pada gambar



Gambar 6. Future State Map

Future State Map dirancang untuk mengatasi pemborosan *waiting* yang terjadi pada proses perendaman dan penggilingan kedelai. Dengan mengurangi waktu perendaman menjadi 8 jam (480 menit) serta menambahkan dua unit mesin giling, waktu tunggu dapat ditekan secara signifikan.

J. Software Minitab 18 dan Draw.io

Perangkat lunak Minitab 18 dan Draw.io digunakan sebagai alat bantu visualisasi, bukan untuk perhitungan teknis.

1. Minitab 18

Digunakan untuk membuat diagram *Pareto Chart*, mengidentifikasi jenis *waste* yang paling dominan berdasarkan hasil WAQ dan WRM. Serta *Fishbone Diagram* (*Cause & Effect*) dengan menggambarkan akar penyebab pemborosan *waiting* dari lima aspek (*Man, Machine, Method, Material, Environment*). Langkah-langkah Membuat *Pareto Chart* dan *Fishbone Diagram* di Minitab 18:

- Buka minitab 18.
- Masukkan data *waste* ke *worksheet*.
- Kemudian pilih menu "Stat", lalu "Quality Tools", dan pilih "Pareto Chart".
- Masukkan C1 kategori nilai tambah ke "Defects or attribute data in", dan C2 presentase waktu ke kotak "Frequencies in". Lalu klik OK.

- e) Pilih Stat, *Quality Tools, Cause-and-Effect Diagram*.
 - f) Masukkan sub-penyebab di setiap kategori.
 - g) Klik OK, *Cause-and-Effect Diagram* akan muncul.
2. Draw.io

Digunakan untuk membuat *Current State Map* dengan memvisualisasi kondisi awal proses produksi, sebelum perbaikan. Serta membuat *Future State Map* memvisualisasi proses setelah dilakukan perbaikan Kaizen (seperti pengurangan waktu perendaman dan penambahan mesin giling). Langkah-langkah membuat *Current State Map* dan *Future State Map* di Draw.io sebagai berikut:

- a) Buka Draw.io dan pilih *create new diagram*.
- b) Pilih template *flowchart* atau buat dari kosong.
- c) Tambahkan elemen-elemen VSM.
- d) Gambar *Current State Map* berdasarkan kondisi aktual.
- e) Gandakan file, lalu ubah jadi *Future State Map* sesuai usulan Kaizen.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan efisiensi operasional produksi pada CV Tahu Bandung NN melalui pendekatan *lean manufacturing*, dengan menggunakan metode *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Waste Assessment Model* (WAM). Berdasarkan hasil analisis dan pengolahan data, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Waktu siklus rata-rata produksi per unit tahu adalah 3,47 menit/unit, dengan stasiun kerja yang paling lambat berada pada proses perebusan dan pencetakan, masing-masing menyumbang waktu siklus tertinggi.
2. Jenis *waste* yang paling dominan berdasarkan analisis WAQ dan WRM adalah *defect* (skor akhir: 75,3), *waiting* (skor akhir: 69,1), *motion* (skor akhir: 62,7)
3. Hasil pemetaan *Current State Map* menunjukkan bahwa hanya 39% aktivitas yang termasuk kategori *value added* (VA), sedangkan 61% lainnya termasuk *non-value added* (NVA dan NNVA).

Usulan perbaikan dalam *Future State Map* berhasil menurunkan waktu total produksi dari 78 menit menjadi 54 menit, serta meningkatkan nilai efisiensi proses dari 0,38 menjadi 0,54 berdasarkan perbandingan waktu nilai tambah terhadap total waktu proses (V/A ratio).

5. REFERENSI

- Cahya, F. A., & Handayani, W. (2022). Minimasi Waste Melalui Pendekatan Lean Manufacturing pada Proses Produksi di UMKM Nafa Cahya. *Al-Kharaj: Jurnal Ekonomi, Keuangan & Bisnis Syariah*, 4(4), 1199–1208. <https://doi.org/10.47467/alkharaj.v4i4.90>.
- Cahya, F. A., & Handayani, W. (2022). Perbaikan Sistem Produksi Pipe Intake dengan Lean Manufacturing di PT. WIKONI Pipe Intake Production System Improvement with Lean Manufacturing at PT. WIKONI. *Journal Of Integrated System*, 1, 1–16. <https://doi.org/10.28932/jis.v4i1.3120>
- Febianti, E., Kulsum, K., Pratama, A. R., Herlina, L., Kurniawan, B., Ilhami, M. A., Mutaqin, A. I. S., Muharni, Y., & Wulandari, A. (2022). Implementasi lean service dengan metode WAM dan VALSAT untuk meminimasi waste pada loading steel plate. *Journal of Systems Engineering and Management*, 1(1), 15–22. <https://doi.org/10.36055/joseam.v1i1.17538>
- Fole, A., & Kulsaputro, J. (2023). Implementasi Lean Manufacturing untuk Mengurangi Waste pada Proses Produksi Sirup Markisa. *JIEI: Journal of Industrial Engineering*, 01(01), 23–29. <https://doi.org/10.58227/jiei.v1i1.59> Innovation
- Herlianti, R., & Hasbullah, H. (2024). Implementasi Value Stream Mapping dalam Optimalisasi Proses Bisnis: Tinjauan Pustaka. *Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri*, 8(2), 124–134. <https://doi.org/10.35194/jmtsi.v8i2.4615>
- Ilham, M., Hadiyul I. U. M., Yola, M., Syarif S. K. U., (2024). Evaluasi Aktivitas Non Value Added dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping dan Process Activity Mapping. *Jurnal HEURISTIC*, 21(1), 1–12. <http://dx.doi.org/10.30996/heuristic.v21i1.10043>

- Jufrijal, J., & Fitriadi, F. (2022). Identifikasi Waste Crude Palm Oil dengan Menggunakan Waste Assessment Model. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 8(1), 43–53. <https://doi.org/10.30656/intech.v8i1.4387>
- Krisnanti, E. D., & Garside, A. K. (2022). Penerapan Lean Manufacturing untuk Meminimasi Waste Percetakan Box. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 8(2), 99–108. <https://doi.org/10.30656/intech.v8i2.478>
- Kasanah, Y. U., & Suryadhini, P. P. (2021). Identifikasi Pemborosan Aktivitas di Lantai Produksi PSR Menggunakan Process Activity Mapping dan Waste Assessment Model. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 7(2), 95–102. <https://doi.org/10.30656/intech.v7i2.3880>
- Komariah, I. (2022). Penerapan Lean Manufacturing untuk Mengidentifikasi Pemborosan (Waste) pada Produksi Wajan Menggunakan Value Stream Mapping (Vsm) pada Perusahaan Primajaya Alumunium Industri di Ciamis. *Jurnal Media Teknologi*, 08(02), 109–118. <https://doi.org/10.25157/jmt.v8i2.2668>
- Lusiani, N. W., Sudarma, M., & Jasa, L. (2023). Aplikasi Waste Assessment Model (WAM) pada Proses Perencanaan Anggaran Menggunakan Sistem SILUNA. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 22(1), 29–37. <https://doi.org/10.24843/mite.2023.v22i01.p04>,