

ANALISIS PEMBOROSAN (WASTE) PRODUKSI TEMPE MENGGUNAKAN METODE LEAN MANUFACTURING DI UD. XYZ

Dinda Shaqi Maharani*, Trisna, Bakhtiar

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Indonesia

Corresponding Author : dinda.210130156@mhs.unimal.ac.id

Web Journal: <https://ojs.unimal.ac.id/miej>

DOI: <https://doi.org/10.53912/iej.v10i2.xxx>

Abstrak – Tempe merupakan pangan tradisional khas Indonesia yang kaya akan protein nabati dan berperan penting dalam mendukung ketahanan pangan nasional. UD. XYZ, sebuah usaha mikro di Kota Lhokseumawe, menjadi salah satu produsen utama tempe di wilayah tersebut. Namun, dalam proses produksinya, perusahaan mengalami berbagai kendala, seperti ketidakteraturan waktu fermentasi, keterlambatan pada proses pengemasan, serta penurunan mutu produk yang memengaruhi efisiensi produksi dan kepuasan konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi serta mengurangi aktivitas pemborosan dalam proses produksi tempe dengan menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing* melalui metode *Value Stream Mapping (VSM)*. Berdasarkan hasil analisis, dari total waktu produksi sebesar 3.994,61 menit, sebanyak 94,77% merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah (*value added*), 2,27% merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added/NVA*), dan 1,08% merupakan aktivitas yang diperlukan tetapi tidak menambah nilai langsung (*necessary but non-value added/NNVA*). Beberapa kegiatan seperti proses pendinginan dan penyusunan produk pada rak fermentasi memerlukan waktu cukup besar dan termasuk dalam kategori pemborosan. Selain itu, beberapa tahap seperti perendaman dan fermentasi juga tercatat melebihi batas waktu taktis (*takt time*) sebesar 215,38 menit per ton. Oleh karena itu, penataan ulang proses kerja dan pengaturan ruang produksi menjadi strategi yang diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dan mutu hasil produksi.

Kata Kunci: Produksi Tempe, *Lean Manufacturing*, *Value Stream Mapping*, Pemborosan, Efisiensi Operasional

Abstract – Tempeh is a traditional Indonesian food rich in vegetable protein and plays an important role in supporting national food security. UD. XYZ, a micro-enterprise in Lhokseumawe City, is one of the main producers of tempeh in the region. However, in its production process, the company experiences various obstacles, such as irregular fermentation times, delays in the packaging process, and a decrease in product quality that affect production efficiency and consumer satisfaction. This study aims to identify and reduce wasteful activities in the tempeh production process using the *Lean Manufacturing* approach through the *Value Stream Mapping (VSM)* method. Based on the analysis results, of the total production time of 3,994.61 minutes, 94.77% are value-added activities, 2.27% are non-value-added (NVA) activities, and 1.08% are necessary but not directly value-added (NNVA) activities. Some activities such as the cooling process and arranging products on fermentation racks require considerable time and are categorized as wasteful. Furthermore, several stages, such as soaking and fermentation, also exceeded the tactical time limit of 215.38 minutes per ton. Therefore, restructuring work processes and organizing production spaces is a necessary strategy to improve efficiency and quality.

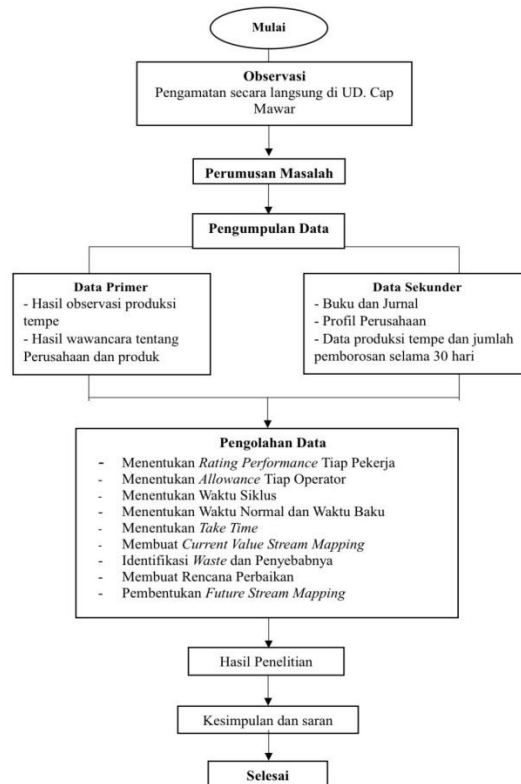
Keywords: *Tempeh Production, Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Waste, Operational Efficiency*

1. PENDAHULUAN

Tempe adalah makanan tradisional yang berasal dari Indonesia dan memiliki kandungan gizi yang tinggi, terutama sebagai sumber protein nabati. Konsumsi tempe yang meluas di masyarakat menjadikan industri tempe, khususnya di kalangan Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM), sangat penting dalam mendukung ketahanan pangan dan memperkuat perekonomian lokal di Indonesia. Salah satu usaha yang berperan dalam industri tempe ini adalah UD.XYZ, yang berlokasi di Uteun Bayi, Kecamatan Banda Sakti, Kota Lhokseumawe. Usaha ini telah beroperasi selama 25 tahun dan menjadi salah satu pemasok tempe utama di wilayah sekitarnya. Namun, dengan meningkatnya permintaan dan proses produksi yang semakin kompleks, perusahaan menghadapi sejumlah tantangan dalam hal efisiensi operasional dan pengendalian kualitas produk[1]. Untuk mengatasi permasalahan ini, dibutuhkan pendekatan yang dapat membantu meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam proses produksi secara keseluruhan. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah *lean manufacturing*, yang berfokus pada pengurangan pemborosan (*waste*) dalam setiap aspek produksi tanpa mengurangi nilai yang diberikan kepada konsumen. Salah satu metode utama dalam *lean manufacturing* adalah *Value Stream Mapping* (VSM), yang digunakan untuk memetakan seluruh alur produksi dan menganalisis aktivitas-aktivitas yang ada, baik yang memberikan nilai tambah maupun yang tidak. Dengan VSM, perusahaan dapat mengidentifikasi titik-titik pemborosan dalam proses dan merancang solusi untuk meningkatkan efisiensi serta mengurangi pemborosan[2]. *Lean manufacturing* adalah suatu filosofi dan pendekatan sistematis yang bertujuan untuk mengurangi pemborosan (*waste*) dalam proses produksi tanpa mengorbankan kualitas produk. Pendekatan ini berasal dari *Toyota Production System* (TPS) yang dikembangkan oleh Toyota pada pertengahan abad ke-20. Fokus utama dari *lean manufacturing* adalah untuk memaksimalkan nilai bagi pelanggan dengan cara mengoptimalkan proses yang ada, mengurangi waktu produksi, dan meminimalkan biaya. Konsep ini mengedepankan efisiensi operasional dengan mengeliminasi segala bentuk pemborosan yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses produksi[3]. Penerapan *lean manufacturing* dapat membantu perusahaan dalam mengurangi biaya produksi meningkatkan kualitas produk, dan mempercepat waktu siklus produksi. Hal ini dicapai dengan mengurangi tujuh jenis pemborosan yang sering muncul dalam proses produksi, yaitu *overproduction*, *waiting*, *transportation*, *overprocessing*, *inventory*, *motion*, dan *defect*. Dengan mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan tersebut, perusahaan dapat memperbaiki alur kerja dan meningkatkan produktivitas secara keseluruhan. *Lean manufacturing* juga dapat meningkatkan kepuasan pelanggan karena produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih baik dan waktu pengiriman yang lebih cepat. Metodologi ini didasarkan pada konsep penghapusan pemborosan dalam proses dengan tujuan meningkatkan produktivitas[4]. *Value Stream Mapping* (VSM) adalah salah satu alat utama yang digunakan dalam *lean manufacturing* untuk menganalisis dan meningkatkan aliran material dan informasi dalam proses produksi. VSM berfungsi untuk memetakan keseluruhan proses dari awal hingga akhir produksi, mengidentifikasi aktivitas yang menambah nilai (*value added*) dan yang tidak menambah nilai (*non-value added*). Dengan menganalisis peta aliran nilai, perusahaan dapat mengetahui area yang memiliki potensi pemborosan dan merancang langkah-langkah perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi[5]. Peta VSM juga dapat digunakan untuk merancang kondisi ideal atau *future state map*. Peta ini menggambarkan kondisi yang diinginkan setelah implementasi perbaikan, dengan tujuan untuk mengoptimalkan aliran nilai dan mengurangi pemborosan. Dalam peta masa depan, perusahaan berusaha untuk menciptakan aliran yang lebih lancar, mengurangi waktu tunggu, dan meningkatkan keterlibatan pekerja dalam proses yang bernilai tambah[6]. Proses pembuatan peta VSM dimulai dengan pemilihan produk atau layanan yang akan dianalisis. Setelah itu, perusahaan menggambarkan proses produksi yang ada saat ini (*current state map*), yang mencakup seluruh aliran material, waktu proses, waktu tunggu, dan alur informasi yang terlibat dalam pembuatan produk. Peta ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai bagaimana proses produksi berlangsung, serta waktu yang digunakan dalam setiap tahapannya[7]. Keberhasilan penggunaan VSM dalam berbagai sektor industri menunjukkan bahwa alat ini tidak hanya relevan untuk perusahaan besar, tetapi juga dapat diadaptasi untuk industri skala kecil dan menengah[8]. Pemetaan menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) bertujuan untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai alur proses produksi, aliran informasi, serta durasi waktu yang dibutuhkan di setiap tahapan[9]. Dengan menerapkan VSM pada proses produksi tempe di UD Cap Mawar, peneliti dapat mengetahui secara rinci durasi tiap aktivitas serta titik-titik yang menjadi sumber inefisiensi dalam sistem produksi[10].

2. METODE

Penelitian ini dilaksanakan di UD.XYZ yang terletak di Kota Lhokseumawe, Provinsi Aceh. Pelaksanaan penelitian berlangsung mulai tanggal 3 Maret 2025 – 3 Juli 2025. Adapun flowchart penelitian dapat dilihat pada gambar.1 berikut ini:



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam menganalisa data yaitu sebagai berikut [11]:

- a. Melakukan perhitungan waktu siklus produksi pada setiap proses produksi dengan menggunakan alat *stopwatch*, lembar penijauan serta alat tulis.
- b. Menentukan nilai *rating factor* dan *allowance* pada operator di setiap proses produksi.
- c. Menghitung dan menentukan waktu normal dan waktu baku
- d. Perhitungan waktu normal dilakukan dengan cara perkalin waktu siklus rata-rata dengan *rating factor*.

$$W_n = W_s (1 + RF) \dots\dots\dots(1)$$
- e. Perhitungan waktu baku dilakukan dengan menambahkan kelonggaran pada waktu normal.

$$\text{Waktu Baku Operator (Wb)} = W_{no} \times \frac{100}{100 - All} \dots\dots\dots(2)$$
- f. Perhitungan *manufacturing lead time* dan *process cycle efficiency*
 Bertujuan untuk melihat efisiensi suatu pabrik, sebab dengan metrik ini suatu persentasi antara waktu proses terhadap waktu keseluruhan produksi yang dilakukan oleh pabrik dapat terlihat.

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{\text{Value added Time}}{\text{Total Lead Time}} \dots\dots\dots(3)$$
- g. Menggambarkan dan memetakan *Current Value Stream Mapping*
 Memetakan sebuah *Current Value Stream Mapping* (CVSM) adalah proses visualisasi seluruh aliran proses produksi yang sedang berjalan saat ini, dari awal hingga produk jadi, untuk mengidentifikasi aktivitas yang bernilai tambah (*value-added*) dan yang tidak bernilai tambah (*non-value-added/waste*).
- h. Menghitung *takt time*

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Total Time Available Per month}}{\text{Customer Demand Per month}} \dots\dots\dots(4)$$
- i. Menentukan *cause and effect diagram*
- j. Menghitung *manufacturing lead time* dan *process cycle efficiency* usulan
- k. Menggambarkan *Future Value Stream Mapping*
- l. Menggambarkan *Future Value Stream Mapping* (FVSM) adalah suatu proses perancangan dalam membuat alur proses produksi yang diinginkan atau ideal di masa depan dengan mengurangi atau

menghilangkan pemborosan (*waste*) yang telah diidentifikasi dalam *Current Value Stream Mapping* (CVSM).

m. Memberikan usulan perbaikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data jumlah keseluruhan operator diperoleh berdasarkan jumlah operator yang tersedia di lantai produksi yang digunakan untuk proses produksi tempe dari awal proses hingga akhir proses. Adapun data stasiun dan jumlah operator dapat dilihat pada Tabel.1 sebagai berikut:

Tabel 1. Jumlah Stasiun dan Jumlah Operator

No	Stasiun Kerja	Jumlah Operator
1	Perebusan	1
2	Penggilingan	1
3	Perendaman	1
4	Pencucian	1
5	Pengeringan	1
6	Fermentasi	1
7	<i>Packing</i>	4

Pengumpulan data yang dilakukan adalah pengumpulan data primer yang berupa data produksi tempe. Data proses produksi dan waktu pada alur pembuatan tempe dapat kita lihat di Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Data Proses Produksi dan Waktu Proses

Tanggal	Perebusan I (Menit)	Penggilingan (Menit)	Perendaman (Menit)	Pencucian (Menit)	Perebusan II (Menit)	Pengeringan (Menit)	R a g i (Menit)	Fermentasi (Menit)	Packing (Menit)
3 Mar	173	97	440	69	171	95	34	1682	157
4 Mar	168	113	440	62	137	100	35	1720	133
5 Mar	135	91	440	73	180	84	35	1446	191
6 Mar	148	115	440	77	161	94	27	1505	123
7 Mar	134	111	440	63	123	92	25	1609	178
8 Mar	162	118	440	84	173	80	25	1484	158
9 Mar	174	91	440	64	152	100	34	1755	192
10 Mar	148	100	440	78	122	90	28	1498	135
11 Mar	151	102	440	71	160	82	32	1672	163
12 Mar	124	97	440	83	144	85	35	1632	175
13 Mar	139	90	440	61	179	94	25	1688	131
14 Mar	160	107	440	80	143	82	27	1640	156
15 Mar	123	117	440	75	173	98	33	1523	172
16 Mar	174	116	440	85	154	97	30	1608	167
17 Mar	141	108	440	72	132	84	35	1659	145
18 Mar	166	117	440	88	176	93	34	1742	141
19 Mar	143	92	440	76	147	83	31	1643	165
20 Mar	161	103	440	74	134	85	30	1619	130
21 Mar	126	111	440	84	164	99	33	1602	179
22Mar	133	94	440	70	127	100	27	1533	126
23 Mar	133	94	440	70	127	100	27	1533	126
24 Mar	165	112	440	79	162	95	34	1794	168
25 Mar	130	118	440	81	124	81	28	1574	140
26 Mar	159	93	440	75	146	100	25	1662	190
27 Mar	155	114	440	69	177	83	34	1763	136
28 Mar	144	96	440	87	140	91	35	1537	149
29 Mar	136	106	440	77	172	90	28	1623	154
30 Mar	127	98	440	66	153	86	31	1693	139
31 Mar	169	119	440	74	155	99	25	1666	161

Tanggal	Perebusan I (Menit)	Penggilingan (Menit)	Perendaman (Menit)	Pencucian (Menit)	Perebusan II (Menit)	Pengeringan (Menit)	R a g i (Menit)	Fermentasi (Menit)	Packing (Menit)
1 Apr	132	99	440	68	133	82	32	1715	160
2 Apr	170	95	440	67	125	85	35	1453	173
3 Apr	150	91	440	80	174	97	30	1520	147
4 Apr	156	104	440	81	136	99	30	1612	170

Pengamatan dilakukan dengan *stopwatch* dan pada bagian stasiun klarifikasi menggunakan rumus perhitungan waktu siklus.

Waktu Normal dan Waktu Baku

Nilai waktu normal diperoleh dengan mengalikan rata-rata waktu siklus yang dihasilkan dari pengamatan dengan *rating factor*. Adapun waktu baku dihitung dengan menambahkan *allowance* pada waktu normal tersebut. Waktu baku juga terbagi menjadi dua bagian yaitu waktu baku operator dan waktu baku mesin [12]. Untuk waktu normal mesin tidak diberikan kelonggaran sehingga waktu normal dapat langsung dijadikan waktu baku mesin .

$$\begin{aligned} W_n &= W_s (1 + RF) \\ &= 5,30 (1 + 0,20) \\ &= 6,36 \text{ Menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_b &= W_n \times \frac{100\%}{100\% - allowance} \\ &= 6,36 \times \frac{100\%}{100\% - 20\%} \\ &= 7,95 \text{ Menit} \end{aligned}$$

Adapun rekapitulasi hasil perhitungan untuk waktu normal dan waktu baku dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku

Proses ke -	Waktu Normal (Menit)	Waktu Baku (Menit)
1	6,36	7,95
2	9,26	11,48
3	7,01	8,66
4	4,47	5,63
5	3,80	4,64
6	11,75	14,75
7	10,46	12,45
8	16,06	19,43
9	180,73	227,33
10	16,90	20,62
11	17,36	21,35
12	16,51	20,80
13	115,17	164,53
14	7,45	8,57
15	90,65	126,79
16	12,49	14,74
17	528	610,40
18	8,42	10,74
19	10,28	12,13
20	100,9	143,07
21	16,14	19,29
22	11,98	14,62
23	1.815	2.226
24	2,43	2,75
25	185,50	219,51
26	38,02	46,38

Waktu normal dihitung dengan elemen kerja setelah disesuaikan dengan tingkat kecepatan kerja operator (*rating factor*) dibandingkan dengan pekerja rata-rata. Waktu baku adalah waktu normal yang sudah ditambahkan dengan waktu kelonggaran (*allowance*), yang memperhitungkan kebutuhan istirahat, kelelahan dan keterlambatan.

Manufacturing Lead Time dan Process Cycle Efficiency

Manufacturing Lead Time adalah keseluruhan waktu yang diperlukan untuk memproduksi sebuah produk, terhitung sejak seluruh bahan baku siap hingga produk selesai diproses. Sementara itu, *Cycle Time* (CT) adalah lamanya durasi yang diperlukan untuk menghasilkan satu unit barang, dihitung hanya selama aktivitas produksi berlangsung tanpa memasukkan waktu tunggu atau keterlambatan [13]. Adapun perhitungan *Manufacturing Lead Time* dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Perhitungan *Manufacturing Lead Time* dan *Process Cycle Efficiency*

No	Aktivitas	VA Time (Menit)	NVA Time (Menit)	NNVA Time (Menit)
1	Pengambilan bahan baku			7,95
2	Memeriksa kondisi fisik kedelai			11,48
3	Menimbang kedelai mentah			8,66
4	Menuangkan kedelai ke dalam wadah			5,63
5	Membawa kedelai ke area pencucian		4,64	
6	Mencuci kedelai	14,75		
7	Meniriskan kedelai setelah pencucian	12,45		
8	Memindahkan kedelai ke perebusan		19,43	
9	Melakukan perebusan awal kedelai	227,33		
10	Mengangkat dan meniriskan kedelai	20,62		
11	Menunggu pendinginan kedelai		21,35	
12	Memindahkan kedelai ke gilingan		20,80	
13	Menggiling kedelai	164,53		
14	Memisahkan kulit dan biji kedelai	8,57		
15	Mencuci ulang biji kedelai	126,79		
16	Meniriskan kedelai	14,74		
17	Merendam kedelai untuk menurunkan kadar asam	610,40		
18	Mengangkat dan mencuci kedelai	10,74		
19	Meniriskan kedelai untuk menguran	12,13		
20	Pengeringan kedelai	143,07		
21	Mencampur ragi dengan kedelai	19,29		
22	Mengaduk agar campuran ragi dan kedelai merata	14,62		
23	Fermentasi pada kedelai	2.226		
24	Menakar adonan kedelai ke plastik/pembungkus			
25	Mengisi adonan ke dalam plastik	219,51		
26	Menyusun hasil ke dalam rak fermentasi			
TOTAL		3895,64	115,33	33,72

Berikut ini merupakan perhitungan efisiensi siklus proses (PCE) untuk keseluruhan aktivitas produksi:

$$\begin{aligned}
 \text{Process Cycle Efficiency} &= \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Manufacturing Lead Time}} \\
 &= \frac{3895,64}{3.994,61} \\
 &= 97,52\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil pemetaan *current value stream*, diketahui nilai *process cycle efficiency* sebesar 97,52%. Adapun perhitungan *Manufacturing Lead Time* dan *Process Cycle Efficiency* Perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini:

Tabel 5. Perhitungan *Manufacturing Lead Time* dan *Process Cycle Efficiency* Perbaikan

No	Aktivitas	VA Time (Menit)	NVA Time (Menit)	NNVA Time (Menit)
1	Pengambilan bahan baku			5,00
2	Memeriksa kondisi fisik kedelai			8,00
3	Menimbang kedelai mentah			6,00
4	Menuangkan kedelai ke dalam wadah			4,00
5	Membawa kedelai ke area pencucian		3,00	
6	Mencuci kedelai	10,00		
7	Meniriskan kedelai setelah pencucian	9,00		
8	Memindahkan kedelai ke perebusan		10,00	
9	Melakukan perebusan awal kedelai	180,00		
10	Mengangkat dan meniriskan kedelai	15,00		
11	Menunggu pendinginan kedelai			10,00
12	Memindahkan kedelai ke gilingan		15,00	
13	Menggiling kedelai	120,00		
14	Memisahkan kulit dan biji kedelai	6,00		
15	Mencuci ulang biji kedelai	90,00		
16	Meniriskan kedelai hasil pencucian	10,00		
17	Merendam kedelai untuk menurunkan kadar asam	360,00		
18	Mengangkat dan mencuci kedelai	8,00		
19	Meniriskan kedelai	9,00		
20	Pengeringan kedelai	100,00		
21	Mencampur ragi dengan kedelai	15,00		
22	Mengaduk agar campuran ragi dan kedelai merata	10,00		
23	Fermentasi pada kedelai	1.200,00		
24	Menakar adonan kedelai ke plastik/pembungkus		2,00	
25	Mengisi adonan ke dalam plastik	150,00		
26	Menyusun hasil ke dalam rak fermentasi			30,00
TOTAL		2.292,00	30,00	63,00

Takt Time

Takt time adalah rasio antara total waktu produksi yang telah dijadwalkan dengan target jumlah unit yang direncanakan diproduksi per hari [14]. Nilai *takt time* per month dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Total Time Available Per month}}{\text{Customer Demand Per month}}$$

$$= \frac{8.400}{39}$$

$$= 215,38 \text{ menit/ton}$$

Adapun perhitungan *Takt Time* dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini:

Tabel 6. Perhitungan *Takt Time*

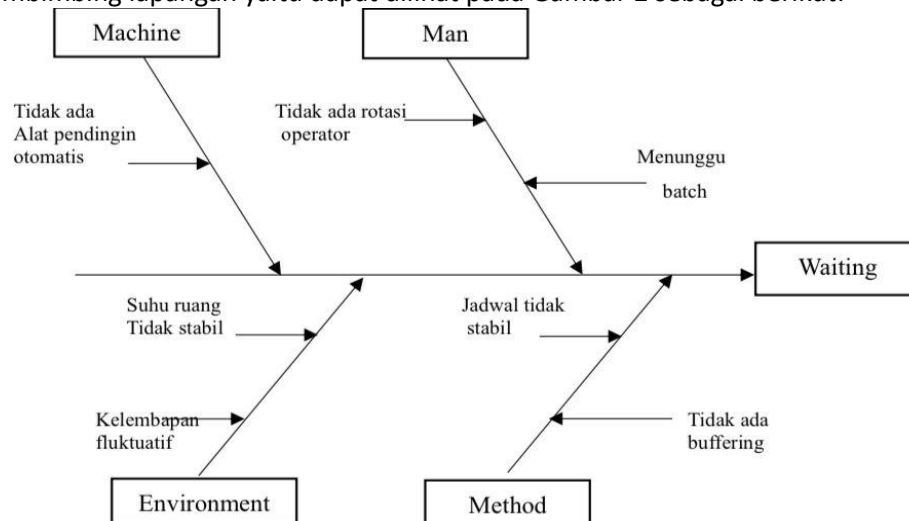
No	Kegiatan	Waktu Baku (Menit)	Cycle Time (Menit)	Takt Time
1	Pengambilan bahan baku	7,95	5,30	215,38
2	Memeriksa kondisi fisik kedelai	11,48	8,12	215,38
3	Menimbang kedelai mentah	8,66	6,55	215,38
4	Menuangkan kedelai	5,63	4,34	215,38
5	Membawa kedelai	4,64	4,22	215,38
6	Mencuci kedelai	14,75	13,06	215,38
7	Meniriskan kedelai	12,45	12,02	215,38
8	Memindahkan ke perebusan	19,43	14,47	215,38

No	Kegiatan	Waktu Baku (Menit)	Cycle Time (Menit)	Takt Time
9	Melakukan perebusan awal	227,33	150,61	215,38
10	Meniriskan kedelai	20,62	15,94	215,38
11	Menunggu pendinginan	21,35	20,19	215,38
12	Memindahkan ke penggilingan	20,80	14,48	215,38
13	Menggiling kedelai	164,53	103,76	215,38
14	Memisahkan kulit dan biji kedelai	8,57	8,19	215,38
15	Mencuci ulang biji kedelai	126,79	74,30	215,38
16	Meniriskan kedelai hasil pencucian	14,74	13,73	215,38
17	Merendam kedelai untuk menurunkan kadar asam	610,40	440	215,38
18	Mengangkat dan mencuci kedelai hasil rendaman	10,74	8,34	215,38
19	Meniriskan kedelai Uuntuk mengurangi kandungan air di dalamnya	12,13	10,49	215,38
20	Pengeringan kedelai sebelum pencampuran bahan fermentasi	143,07	90,09	215,38
21	Mencampur ragi dengan kedelai	19,29	15,67	215,38
22	Mengaduk agar campuran ragi dan kedelai merata	14,62	13,46	215,38
23	Fermentasi pada kedelai	2.226	1.620,58	215,38
24	Menakar adonan kedelai ke plastik/pembungkus	2,75	2,53	215,38
25	Mengisi adonan ke dalam plastic	219,51	154,58	215,38
26	Menyusun hasil ke dalam rak fermentasi	46,38	34,88	215,38

Elemen kerja dengan waktu siklus dan waktu baku melebihi *takt time* tergolong NVA dan NNVA, sehingga masih bisa diperbaiki. Sebaliknya, elemen dengan waktu di bawah *takt time* menunjukkan proses yang sudah optimal.

Cause and effect Diagram Waste Waiting Time

Diagram ini berperan dalam mengelompokkan informasi mengenai dugaan penyebab munculnya suatu kendala. Penelaahan dilakukan dengan melihat kontribusi faktor tenaga kerja, metode operasional, serta mesin dan perlengkapan terhadap total *output* produksi [15]. Pemborosan waktu menunggu dapat diminimalkan dengan mengidentifikasi penyebab dan akibatnya melalui diagram *fishbone*, berdasarkan hasil diskusi dengan pembimbing lapangan yaitu dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut:




Gambar 2. Diagram Sebab-Akibat (*Fishbone*) untuk *Waste Waiting Time*

Usulan Perbaikan

Setelah melakukan perhitungan dan menemukan permasalahan pada proses produksi, maka adapun usulan perbaikan dapat dilihat pada tabel 7 sebagai berikut.

Tabel 7. Usulan Perbaikan

No	Jenis Pemborosan	Penyebab	Rekomendasi Perbaikan
1	<i>Defect</i>	Proses pengemasan dilakukan secara manual tanpa alat ukur yang tepat, sehingga volume dan kepadatan isi tidak seragam. Hal ini dapat menurunkan kualitas produk dan berpotensi menyebabkan kerusakan, kebocoran, atau penolakan dari konsumen.	Penambahan alat ukur/timbang otomatis (<i>Dossing Tools</i>) 
2	<i>Waiting</i>	Pemborosan terjadi akibat jeda waktu antar proses yang terlalu lama, seperti fermentasi dan perendaman yang berlangsung ribuan menit. Hal ini membuat operator menganggur. Ketidakteraturan jadwal, tidak adanya rotasi batch, kurangnya alat bantu	Penjadwalan batch yang lebih teratur melalui <i>Future State Map</i> untuk mengurangi waktu tunggu dan menyelaraskan alur proses.
3	<i>Transportation</i>	Pemborosan transportasi terjadi karena minimnya alat bantu pemindahan, seperti troli, yang menyebabkan perpindahan bahan jadi tidak efisien.	Menambahkan alat bantu berupa troli dorong untuk mempermudah pemindahan bahan,

4. KESIMPULAN

Pemborosan utama dalam proses produksi tempe di UD Cap Mawar meliputi defect, waiting, overprocessing, motion, dan transportation. Waiting banyak terjadi pada fermentasi dan perendaman akibat ketiadaan penjadwalan batch yang efisien. Motion dan transportation disebabkan oleh layout kerja yang tidak optimal serta ketiadaan alat bantu. Defect muncul pada proses pengisian adonan yang dilakukan manual tanpa alat ukur. Perbaikan dilakukan dengan lean manufacturing melalui CVSM, Process Activity Mapping, dan metode ECRS. FSM disusun untuk menggambarkan alur proses yang lebih efisien. Hasilnya, lead time menurun dari 3.994,61 menjadi 2.385 menit. Efisiensi meningkat sebesar 40,28%, menandakan berkurangnya pemborosan dan meningkatnya aktivitas bernilai tambah.

Daftar Pustaka

- [1] Azaria, A. K. (2024). Peningkatan Kualitas Produk Tempe Menggunakan Pendekatan Six Sigma Dan Good Manufacturing Practice (Gmp) Menggunakan Pendekatan Six Sigma Dan Good Manufacturing Practice (Gmp). 6(2), 2024.
- [2] Deviyanti, I. G. . S. (2018). Aplikasi Metode Lean Untuk Mendeteksi Dan Mereduksi Pemborosan Pada Sistem Produksi Instalasi Penjernihan Air Minum Ngagel Iii (Studi Kasus Pdam Kota Surabaya). Matrik (Jurnal Manajemen Dan Teknik), 11(1), 60. <https://doi.org/10.30587/matrik.v11i1.391>
- [3] Firdaus, R. Z., & Wahyudin, W. (2023). Penerapan Konsep Lean Manufacturing untuk Meminimasi Waste pada PT Anugerah Damai Mandiri (ADM). Journal of Integrated System, 6(1), 21–31. <https://doi.org/10.28932/jis.v6i1.5632>
- [3] Firdaus, R. Z., & Wahyudin, W. (2023). Penerapan Konsep Lean Manufacturing untuk Meminimasi Waste pada PT Anugerah Damai Mandiri (ADM). Journal of Integrated System, 6(1), 21–31. <https://doi.org/10.28932/jis.v6i1.5632>
- [4] Hidayat, R., Tama, I. P., & Efranto, R. Y. (2014). Penerapan Lean Manufacturing Dengan Metode Vsm Dan Fmea Untuk Mengurangi Waste Pada Produk Plywood (Studi Kasus Dept. Produksi PT Kutai Timber Indonesia). Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri, 2(5), p1032-1043. <http://jrmsi.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jrmsi/article/view/148>
- [5] Huda, A. T. N., Novareza, O., & Andriani, D. P. (2015). Analisis Aktivitas Perawatan Mesin HDS di

- Stasiun Gilingan Menggunakan Maintenance Value Stream Map (MVSM) (Studi Kasus PG. Kebon Agung Malang). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri*, 3(2), 311–321.
- [6] Johan, A., & Soediantono, D. (2022). Literature Review of the Benefits of Lean Manufacturing on Industrial Performance and Proposed Applications in the Defense Industries. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, 3(2), 13–23. <https://www.jiemar.org/index.php/jiemar/article/view/272>
- [7] Khannan, M. S. A., & Haryono, H. (2017). Analisis Penerapan Lean Manufacturing untuk Menghilangkan Pemborosan di Lini Produksi PT Adi Satria Abadi. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 4(1), 47. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v4i1.1383.47-54>
- [8] Komariah, I. (2022). Penerapan Lean Manufacturing Untuk Mengidentifikasi Pemborosan (Waste) Pada Produksi Wajan Menggunakan Value Stream Mapping (Vsm) Pada Perusahaan Primajaya Aluminium Industri Di Ciamis. *Jurnal Media Teknologi*, 8(2), 109–118. <https://doi.org/10.25157/jmt.v8i2.2668>
- [9] Khunaifi, A., Rangga Primadasa, & Sugoro Bhakti Sutono. (2022). Implementasi Lean Manufacturing untuk Meminimasi Pemborosan (Waste) Menggunakan Metode Value Stream Mapping di PT. Pura Barutama. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 4(2), 87–93. <https://doi.org/10.37631/jri.v4i2.560>
- [10] Maulana, Y. (2019). Identifikasi Waste Dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping Pada Industri Perumahan. *Journal of Industrial Engineering and Operation Management*, 2(2). <https://doi.org/10.31602/jieom.v2i2.2934> [10] I. Kurnia, “Buku Ajar Value Stream Mapping (VSM),” pp. 1–28, 2023.
- [11] Monoarfa, M. I., Hariyanto, Y., & Rasyid, A. (2021). Analisis Penyebab bottleneck pada Aliran Produksi briquette charcoal dengan Menggunakan Diagram fishbone di PT. Saraswati Coconut Product. *Jambura Industrial Review (JIREV)*, 1(1), 15–21. <https://doi.org/10.37905/jirev.1.1.15-21>
- [12] Nirmalasari, A. D., & Handayani, N. U. (2019). Usulan Pembuatan Standard Operational Procedure (Sop) Baru Pada Proses Pengajuan Klaim Jatuh Tempo Peroragan Menggunakan Value Stream Mapping Dan Diagram Swimlane. 1–10.
- [13] Putri & Arifianto, 2022. (2015). Pengaruh Jenis Kedelai, Waktu Dan Suhu Pemeraman Terhadap Kandungan Protein Tempe Kedelai. *Florea : Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 2(2), 47–51. <https://doi.org/10.25273/florea.v2i2.415>.
- [14] Rivai, Y., Fauzi, A. M., & Rusli, M. S. (2016). Overall Equipment Effectiveness Dalam Peningkatan Kinerja Produksi Ban Pt Goodyear Indonesia. *Jurnal Aplikasi Bisnis Dan Manajemen*, 2(2), 148–160. <https://doi.org/10.17358/jabm.2.2.148>.
- [15] Widyaningrum, 2020. (2020). Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Berbasis Hasil Penelitian Pemanfaatan Mikroorganisme pada Materi Bioteknologi dalam Pembuatan Tempe, Tape dan Yogurt. *Jurnal Filsafat, Sains, Teknologi, Dan Sosial Budaya*, 26(2), 166–171.