

## IDENTIFIKASI DAN ELIMINASI PEMBOROSAN DENGAN MENGGUNAKAN KOMBINASI METODE *VALUE STREAM MAPPING* (VSM) DAN *COST TIME PROFILE* (CTP)— STUDI KASUS DI PT SABE INDONESIA

Jonatan Kurnia<sup>1</sup> dan I Gede Agus Widyadana<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Surabaya

<sup>2</sup> Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Surabaya

<sup>1</sup> b21180007@john.petra.ac.id, <sup>2</sup> gede@petra.ac.id

**ABSTRAK:** Tantangan yang dihadapi perusahaan di industri manufaktur saat ini adalah efektivitas biaya, *lead time* yang singkat, dan kualitas produk yang baik. Penelitian ini dilakukan di perusahaan manufaktur atap metal yang memiliki banyak variasi bahan baku dan barang jadi. Perusahaan ini memproduksi atap metal sesuai pesanan dan kebutuhan pelanggan (*job order*). Penggunaan Metode *Value Stream Mapping* (VSM) dimulai dengan mengidentifikasi *Value Stream*, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan *Current State* VSM, identifikasi pemborosan, penentuan kuadran pemborosan, penentuan alternatif perbaikan, dan diakhiri dengan pembuatan *Future State* VSM. Fokus VSM lebih ke segi waktu. Setelah itu, metode *Cost Time Profile* (CTP) digunakan untuk menganalisis dari segi biaya terhadap *Current State* VSM dan *Future State* VSM tersebut. Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah adanya potensi perbaikan yang dapat dicapai yaitu *Direct Cost* bisa berkurang sebesar 38.73% dan waktu proses bisa lebih cepat 83.78%.

Kata kunci: pemborosan, *value stream mapping*, *cost time profile*, perusahaan manufaktur, atap metal

**ABSTRACT:** *The challenges that manufacturing industry facing are cost effectiveness, short lead times, and good product quality. This research is conducted in a metal roofing manufacturing company which has a wide variety of raw materials and finished goods. This company produces metal roofs based on customer orders and needs (job order). The use of Value Stream Mapping (VSM) method is started with identifying the Value Stream, making the Current State of VSM, identifying waste, determining the quadrant of waste, determining alternative improvements, and ended with making Future State of VSM. VSM method focuses in term of time. After that, the CTP method is used to analyze the Current State and Future State in term of cost. The conclusion from this research is that there are some potentials for improvement that can be achieved which are the Direct Cost can be reduced by 38.72% and the lead time can be 83.78% faster.*

*Keywords: waste, value stream mapping, cost time profile, manufacturing industry, metal roofing*

## 1. PENDAHULUAN

Era globalisasi telah memberikan dampak yang sangat luas di berbagai kegiatan ekonomi, terutama di sektor industri manufaktur (Silalahi, 2014). Tantangan yang dihadapi perusahaan di industri manufaktur saat ini adalah efektivitas biaya, *lead time* yang singkat, dan kualitas produk yang baik (Gopi et al., 2019). Efektivitas biaya menjadi target utama banyak perusahaan. Salah satu cara yaitu mengurangi jumlah persediaan (Stadnicka & Litwin, 2017).

*Value Stream Mapping* (VSM) adalah salah satu metode dari *Lean Manufacturing* yang digunakan untuk menganalisis aliran material dan informasi atas sebuah produk dari bahan baku menjadi barang jadi (Jasti & Sharma, 2014). Tahap awal VSM adalah memetakan aliran proses produksi saat ini (*current state*), kemudian diidentifikasi dan dieliminasi pemborosan yang ada, dan diakhiri dengan memetakan kondisi masa depan (*future state*) yang sudah bebas dari pemborosan tersebut (Deshkar, Kamle, Giri, & Korde, 2018).

Fokus metode VSM lebih ke segi waktu (Rivera, 2006). Waktu dan biaya adalah dua hal yang sangat penting bagi sebuah perusahaan, sehingga pemantauan dan pengendalian biaya terhadap satuan waktu dapat dijadikan sebagai dasar pertimbangan dalam melakukan eliminasi pemborosan (Gracanin et al., 2019). Perbaikan dari segi waktu, tidak selalu berbanding lurus dengan pengurangan biaya. Oleh karena itu, diperlukan satu metode lagi yaitu *Cost Time Profile* (CTP) untuk dikombinasikan dengan VSM agar setiap eliminasi pemborosan dapat diperhitungkan dari segi waktu maupun biaya.

Penelitian kali ini akan dilakukan di perusahaan yang terdapat banyak variasi dan dinamis, sedangkan penelitian yang sudah ada cenderung dilakukan di perusahaan yang hanya ada satu aliran proses yang statis. Peneliti akan melakukan studi kasus di PT Sabe Indonesia (SABE), salah satu perusahaan manufaktur atap metal di Surabaya. Perusahaan ini memproduksi atap metal sesuai pesanan dan kebutuhan pelanggan (*job order*). Masalah yang sering dihadapi oleh perusahaan ini adalah masalah persediaan dan penumpukan barang jadi. Oleh karena itu, diperlukan suatu cara untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan yang ada, agar perusahaan dapat menjadi lebih efisien dan efektif.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 *Lean Manufacturing*

Menurut James and Womack (1990) *lean manufacturing* adalah proses yang menghasilkan produk dengan menggunakan jumlah material yang lebih sedikit, memerlukan investasi yang lebih kecil, menggunakan jumlah persediaan yang lebih sedikit, memerlukan tempat yang lebih kecil, dan jumlah orang yang lebih sedikit (Womack et al., 1990). Definisi lain *lean manufacturing* adalah seperangkat metode yang jika digabungkan dapat memungkinkan pemborosan dikurangi bahkan dieliminasi (Wilson, 2010).

*Lean manufacturing* dapat diimplementasikan dengan 2 cara (Deshkar et al., 2018). Cara pertama, identifikasi semua pemborosan di dalam proses produksi dan eliminasi pemborosan yang berdampak langsung terhadap proses produksi. Cara kedua, fokus untuk membuat proses produksi menjadi lebih ramping. Proses produksi yang ramping akan memberikan dampak di penghematan waktu.

Pemborosan dapat dibagi menjadi 7 kategori yang dikenal dengan istilah “7 waste” yaitu (Shingo, 1989):

1. *Overproduction*
2. *Defects*
3. *Unnecessary Inventory*
4. *Inappropriate Processing*
5. *Excessive Transportation*
6. *Waiting*
7. *Unnecessary Motion*

## 2.2 Value Stream Mapping (VSM)

*Value Stream Mapping (VSM)* adalah metode pemetaan yang dapat melihat aliran nilai dan komunikasi di dalam suatu rangkaian proses untuk menghasilkan suatu produk sesuai permintaan pelanggan (Rother & Shook, 1999). Penggunaan VSM di dalam industri manufaktur dapat memudahkan setiap *stakeholder* dalam melihat dan memahami aliran nilai dari bahan baku sampai menjadi barang jadi, pemborosan yang terjadi, bahkan dapat membantu dalam membuat rencana untuk eliminasi pemborosan tersebut (Nash & Poling, 2008). Pada umumnya VSM digunakan untuk menggambarkan 2 kondisi yaitu *Current State* dan *Future State*.

Saat membuat *current state* VSM, kita harus memahami apa yang terjadi di setiap proses. Ada beberapa data yang perlu diketahui dan dicatat di setiap proses yaitu:

1. Jumlah Pekerja / Operator (O)
2. *Cycle Time (C/T)*
3. *Changeover Time (C/O)*
4. *Uptime / Reliability of Equipment (U/T)*
5. *Availability of Equipment (A/E)*
6. *Defect Rate (DR)*

Untuk mendapatkan gambaran *current state* yang akurat, kita perlu menunjukkan dan menjelaskan hubungan antar proses dan bagaimana material berpindah dari satu proses ke proses berikutnya. Berikut ini adalah beberapa informasi yang diperlukan untuk menjelaskan hubungan antar proses yaitu:

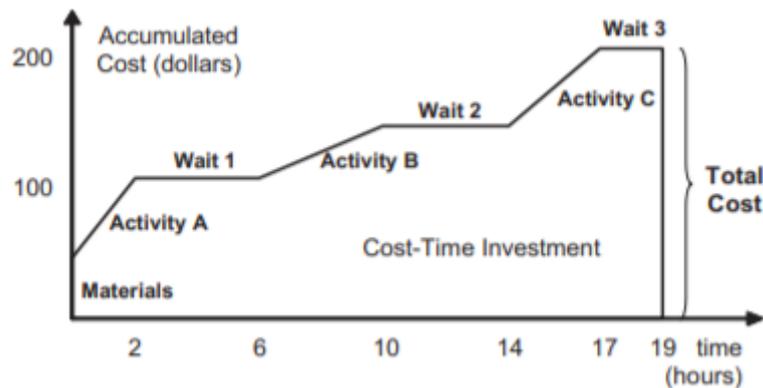
1. *Takt Time*
2. *Inventory / Persediaan*
3. *Total Cycle Time (TCT)*
4. *Process Lead Time (PLT)*

*Future state* VSM adalah *blue-print* untuk perubahan di masa depan dengan tujuan perbaikan proses ke arah yang lebih baik. *Current state* VSM memberikan gambaran mengenai masalah yang ada di dalam *value stream*, sedangkan *future state* VSM merupakan target perbaikan yang akan dilakukan. Untuk menandai bagian yang akan dilakukan perbaikan, dapat menggunakan ikon *Kaizen Lightning Burst*. Di dalam *future state* VSM ada kemungkinan banyak ikon *Burst* ini. Tempatkan ikon ini sedekat mungkin dengan lokasi perubahan, sehingga memudahkan identifikasi pada titik mana saja yang harus diterapkan upaya perbaikan. Jika jumlah ikon ini terlalu banyak, akan lebih baik upaya perbaikan dibagi menjadi

beberapa tahapan. Diutamakan tahapan perbaikan yang berdampak signifikan terhadap perusahaan.

### 2.3 Cost Time Profile (CTP)

CTP adalah metode yang merepresentasikan hubungan antara akumulasi biaya dengan waktu dalam memproduksi suatu produk (Rivera & Frank Chen, 2007). Metode CTP melengkapi metode VSM, karena memberikan gambaran proses yang lebih lengkap dengan adanya hubungan antara waktu dan biaya (Rivera & Frank Chen, 2007). Contoh grafik CTP dapat dilihat di Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Contoh grafik CTP (Rivera & Frank Chen, 2007)

Berikut ini komponen-komponen penting di dalam CTP yaitu (Rivera & Frank Chen, 2007):

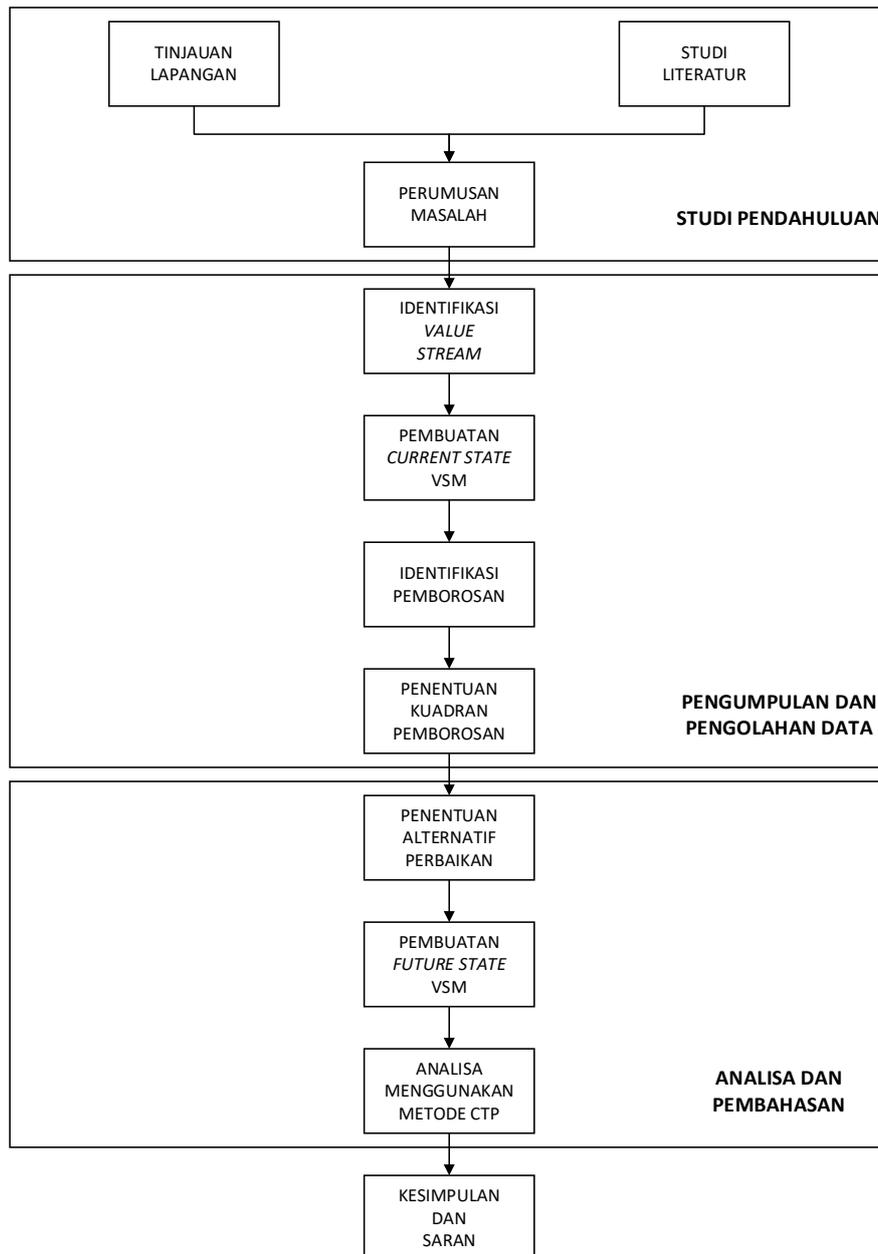
1. *Activity* / Aktivitas
2. Material / Persediaan
3. *Wait* / Tunggu
4. Total Cost
5. *Cost Time Investment* (CTI)
6. *Direct Cost*

Area di bawah kurva CTP adalah CTI. CTI merepresentasikan berapa banyak dan berapa lama biaya telah terakumulasi selama proses produksi sebelum biaya tersebut dipulihkan melalui penjualan. CTI dapat dianalogikan sebagai investasi yang dilakukan oleh sebuah perusahaan. Perusahaan akan mengharapkan pengembalian investasi ini. Ketika *Internal Rate of Return* (IRR) ditentukan, kita dapat menghitung biaya investasinya. Jika kita menambahkan biaya investasi dengan total cost, kita akan mendapatkan *Direct Cost*, yang merupakan biaya minimum yang harus dikembalikan saat perusahaan menjual produk yang dihasilkan.

$$Direct\ Cost = Total\ Cost + (CTI * IRR) \quad (1)$$

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan alur yang sistematis dan terarah sesuai dengan permasalahan yang ditinjau. Diagram alur metodologi penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alur metodologi penelitian

## 4. HASIL PENELITIAN

### 4.1 Identifikasi *Value Stream*

Ada 3 tahapan yang dilakukan untuk identifikasi Value Stream yaitu:

1. Identifikasi pesanan pelanggan

Dilakukan dengan cara mengelompokkan barang jadi berdasarkan mesin *roll forming* yang digunakan. Hasil pengelompokan barang jadi, ada 23 jenis produk barang jadi. Kemudian dikumpulkan data omset penjualan sepanjang tahun 2021. Dari 23 jenis produk tersebut dipilih 1 produk yang memiliki omset paling besar sebagai objek penelitian yaitu atap metal tipe trim.

2. Identifikasi *supplier*

Bahan baku yang digunakan untuk produksi atap tipe trim sebagian besar adalah coil import dan biasanya membutuhkan waktu  $\pm$  3 bulan dari pemesanan awal sampai coil tiba di gudang SABE. Oleh karena itu supplier yang dipilih adalah 1 supplier luar negeri dari China.

### 3. Identifikasi aktivitas dasar di antara pelanggan dan supplier

Dari hasil pengamatan di lapangan terdapat 5 aktivitas dasar yang terjadi yaitu *Warehousing, Weighing, Forming, Packing, dan Loading*.

## 4.2 Pembuatan *Current State VSM*

Sampling data yang digunakan untuk pembuatan *current state VSM* adalah data pesanan pelanggan Z pada tanggal 22 Oktober 2021. Datanya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rincian pesanan pelanggan Z tanggal 22 Oktober 2021

Tebal (TCT)	AS	m'	Lembar	Total (m')	Berat (kg/m')	Total (kg)	Harga (Rp/m')	Total (Rp)
0.25	70	5.00	500	2,500	1.40	3,500	41,500	103,750,000
0.25	70	4.00	1,500	6,000	1.40	8,400	41,500	249,000,000
0.25	70	3.00	1,000	3,000	1.40	4,200	41,500	124,500,000
0.30	70	4.00	1,000	4,000	1.85	7,400	50,250	201,000,000
				15,500		23,500		678,250,000

Data penggunaan coil untuk pesanan pelanggan Z tersebut dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. Data coil yang digunakan untuk pesanan pelanggan Z tanggal 22 Oktober 2021

No	No Coil	Tebal (TCT)	AS	Lebar (mm)	Tgl Masuk	Tgl Produksi	Inventory (Hari)	Harga (Rp)	Berat Coil (kg)	Terpakai (kg)	Defect 1 (kg)	Inner Coil (kg)
1	Z210421328	0.30	70	914	4-Oct-21	25-Oct-21	21	23,800	2,778	2,408	22	35
2	Z210422125	0.30	70	914	4-Oct-21	25-Oct-21	21	23,800	3,367	3,122	7	35
3	Z210422310	0.30	70	914	4-Oct-21	25-Oct-21	21	23,800	4,010	1,811	9	-
4	TLDA210131A799	0.25	70	914	19-Aug-21	25-Oct-21	67	24,900	4,001	3,946	13	42
5	WSA2105271742	0.25	70	914	22-Jul-21	26-Oct-21	96	24,900	3,925	2,502	5	30
6	TLDA210321C2036	0.25	70	914	19-Aug-21	26-Oct-21	68	24,900	2,515	2,490	5	20
7	TLDA210131A805	0.25	70	914	19-Aug-21	26-Oct-21	68	24,900	4,652	4,600	12	40
8	TLDA210131B861	0.25	70	914	19-Aug-21	26-Oct-21	68	24,900	4,231	2,403	27	-

Berikut ini data tambahan yang didapat dari data coil di atas yaitu:

- Rata-rata waktu inventory = 54 Hari
- Rata-rata Harga/kg = Rp 24,500/kg
- Total Defect = Defect 1 + Inner Coil = 302 kg
- Rata-rata Defect/Coil = Total Defect / 8 = 37.75 kg = 1.28%
- Total Berat Coil Terpakai = 23,282 kg
- Rata-rata Berat/Coil = (Total Berat Coil Terpakai + Total Defect) / 8 = 2,948 kg

Untuk menghitung *Talk Time*, perlu diketahui waktu bersih yang tersedia dan jumlah pesanan pelanggan.

Waktu bersih yang tersedia dapat dihitung dari data berikut:

- Pesanan Pelanggan Z diterima pada tanggal 22 Oktober 2021
- Pesanan Pelanggan Z dikirim pada tanggal 27 Oktober 2021
- Hari bersih yang tersedia adalah 4 hari (dari tanggal 23-26 Oktober 2021)
- Waktu Operasional dari Senin s/d Sabtu dari 08.00 s/d 16.00 = 8 Jam/Hari
- Waktu Istirahat dari 12.00 s/d 13.00 = 1 Jam/Hari
- Waktu untuk Persiapan = 30 Menit (15 Menit Pagi dan 15 Menit Sore)
- Waktu untuk Menulis Laporan = 30 Menit (15 Menit Pagi dan 15 Menit Sore)
- Waktu bersih yang tersedia = 6 Jam/Hari

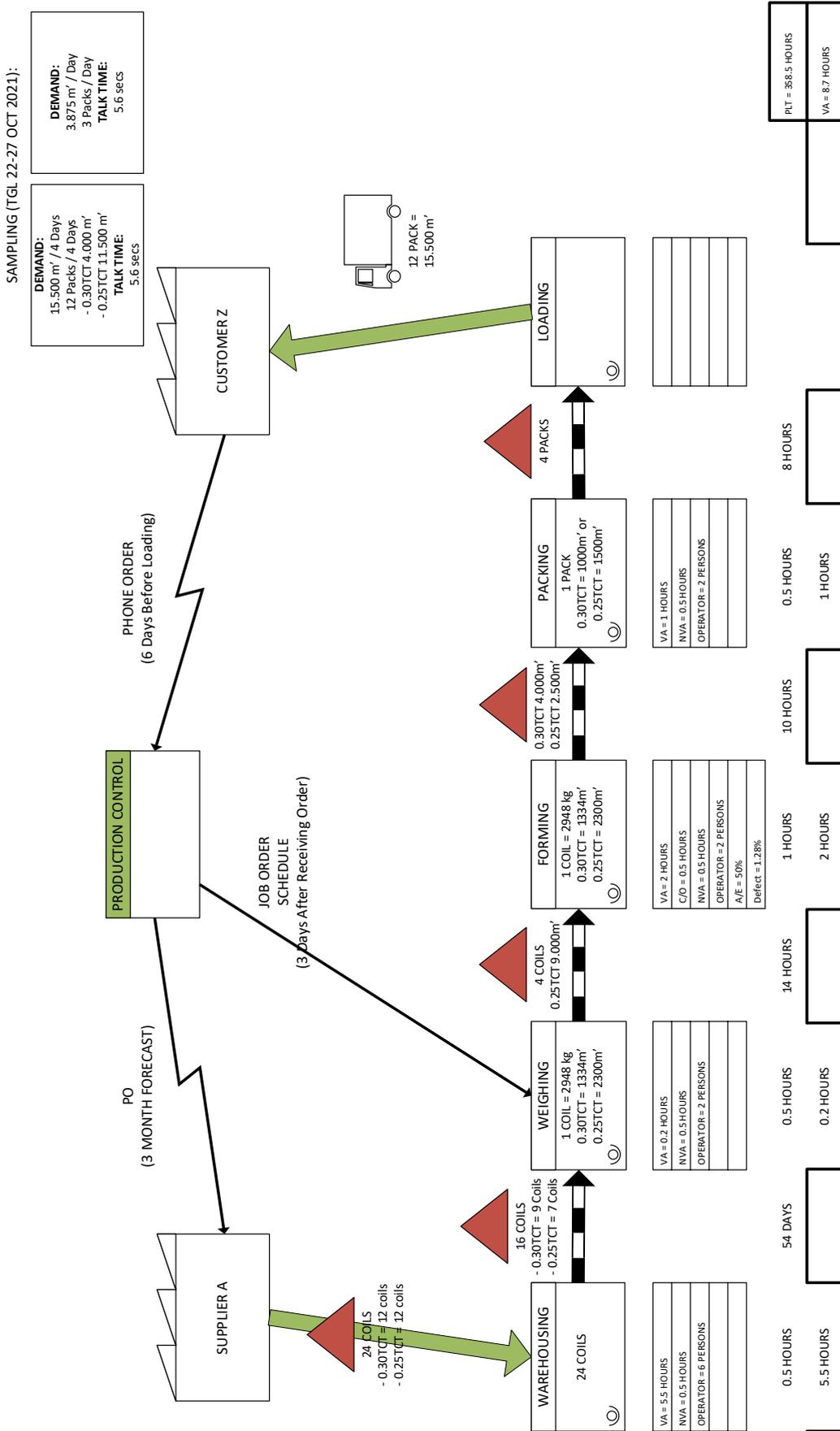
Total waktu bersih yang tersedia = 24 Jam = 86,400 Detik.

Jadi perhitungan *Takt Time*-nya adalah sebagai berikut:

$$Takt\ Time = \frac{Waktu\ bersih\ yang\ tersedia}{Jumlah\ pesanan\ pelanggan} = \frac{86,400\ Detik}{15,500\ m'}$$

$$Takt\ Time = \mathbf{5.6\ Detik/m'}$$

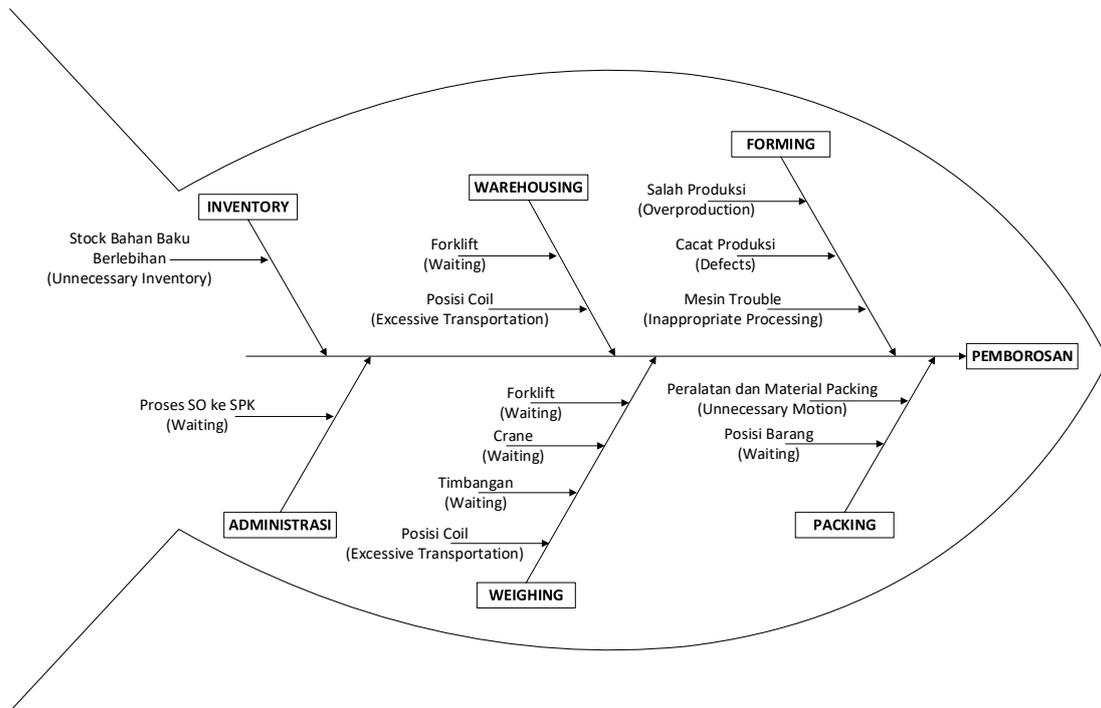
Dengan semua data yang sudah dikumpulkan dan diamati, maka Current State VSM yang terbentuk dapat dilihat di Gambar 3.



Gambar 3. Current state VSM

### 4.3 Identifikasi Pemborosan

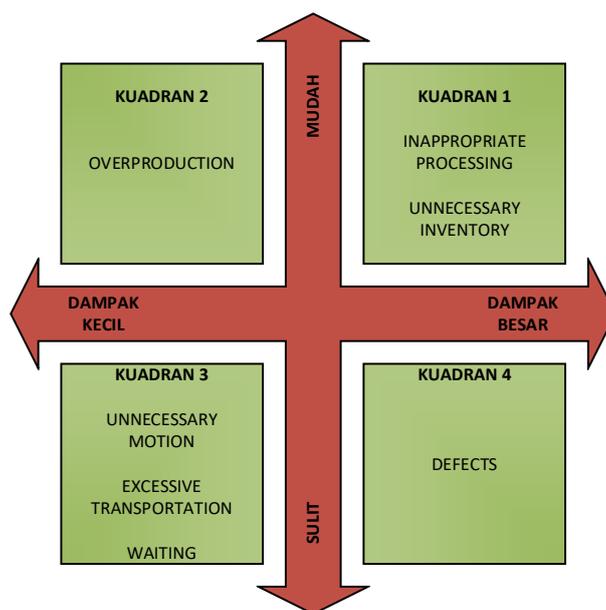
Identifikasi pemborosan yang terjadi di dalam current state VSM dapat dilihat di Gambar 4.



Gambar 4. Fish bone pemborosan yang terjadi di current state VSM

### 4.4 Penentuan Kuadran Pemborosan

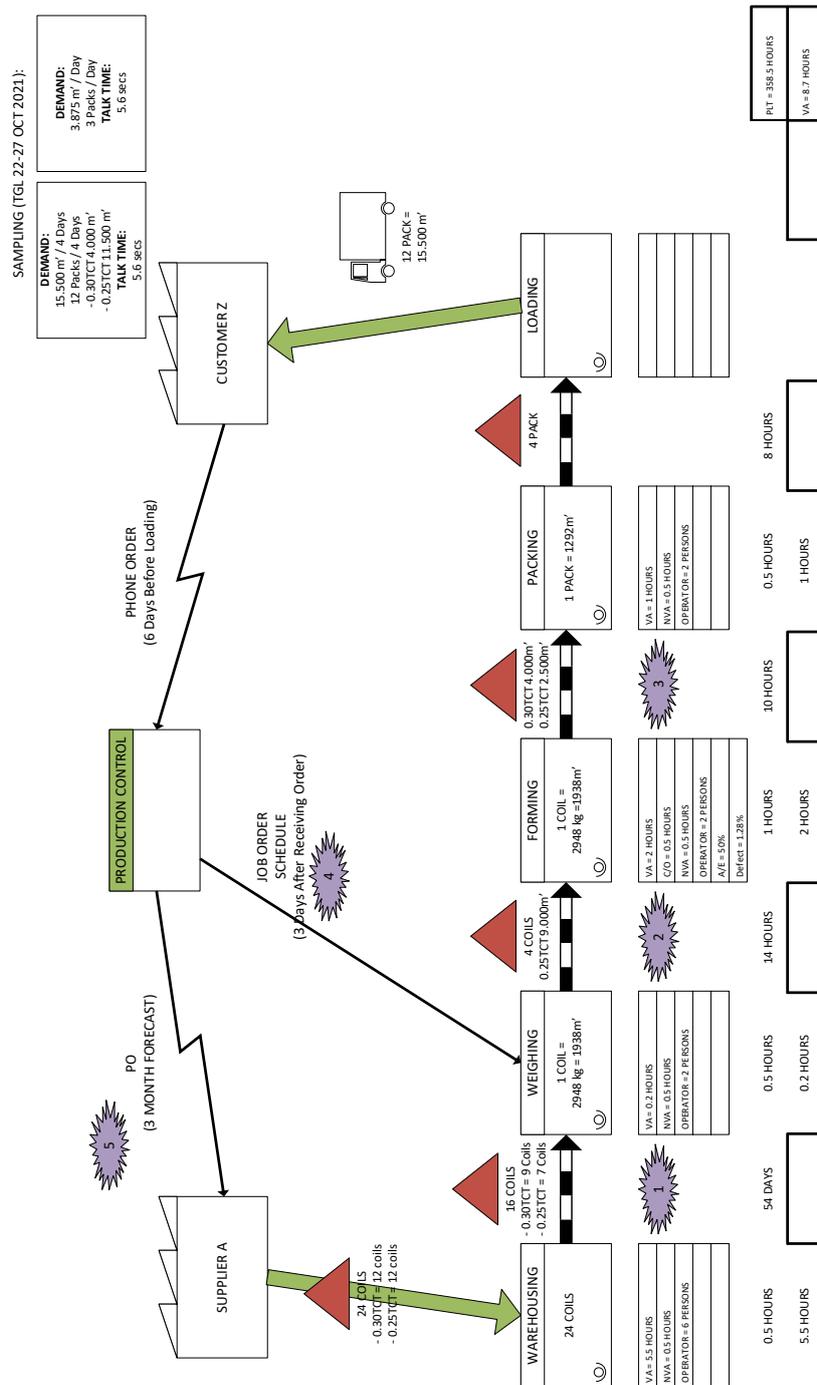
Tahapan ini dilakukan dengan menggunakan kuisioner yang dibagikan kepada 5 orang yang terkait yaitu kepala pabrik, kepala produksi, kepala maintenance, staff PPIC, dan staff QC. Kuadran Pemborosan yang diperoleh dapat dilihat di Gambar 5.



Gambar 5. Kuadran Pemborosan

### 4.5 Penentuan Alternatif Perbaikan

Peneliti akan fokus pada kuadran 1 (Dampak Besar – Mudah Diperbaiki) dan kuadran 2 (Dampak Kecil – Mudah Diperbaiki). Pemborosan yang masuk di kuadran 1 adalah *Inappropriate Processing* dan *Unnecessary Inventory*, sedangkan pemborosan yang masuk di kuadran 2 adalah *Overproduction*. Jika dilihat di *Current State VSM*-nya, perbaikan yang dapat dilakukan adalah pada titik yang ada gambar *Kaizen Lighting Burst*, lihat Gambar 6. *Kaizen 1, 2, dan 3* lebih ke arah perbaikan terhadap pemborosan *Unnecessary Inventory*. *Kaizen 4 dan 5* lebih ke arah *Inappropriate Processing*.



Gambar 6. Current state VSM dengan kaizen lighting burst

#### 4.6 Future State VSM

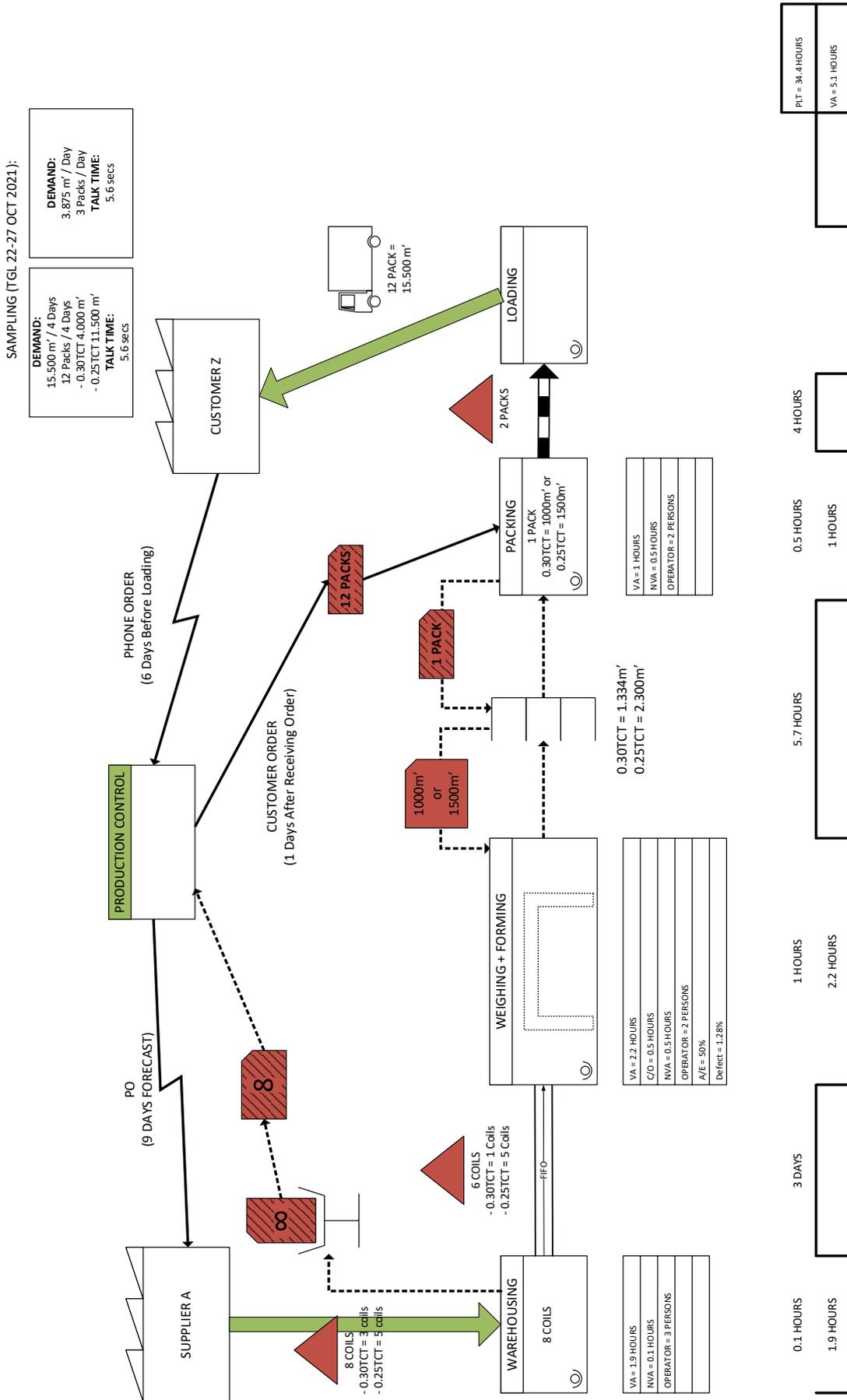
*Forecast* pesanan pelanggan Z dilakukan berdasarkan total pesanan selama tahun 2021. Pada tahun 2021, total pesanan tebal 0.25TCT AS 70 dan 0.30TCT AS 70 adalah sebanyak 510,108 m' setara 803,983 kg. Rata-rata pesanan per bulan sebanyak 42,509 m' setara 66,999 kg. Berat maksimal 1x pengiriman = 24,000 kg, maka dengan rata-rata pesanan per bulan = 66,999 kg dibutuhkan 3x pengiriman per bulan. Jadi kemungkinan besar setiap 9 Hari akan ada pesanan dari pelanggan ini. *Forecast* ini dipakai sebagai acuan untuk melakukan pesanan coil. Terjadi perbaikan yang cukup signifikan di pemesanan coil dari 24 coils per 3 bulan, menjadi 8 coils per 9 hari. Stock coils yang sedikit dapat menghindari terjadinya pemborosan *Unnecessary Inventory*.

Perbaikan berikutnya di proses *Weighing* dan *Forming* yang digabung menjadi satu. Di *current state* VSM, coil disiapkan oleh operator yang berbeda dengan sistem *push*. Coil akan di-*Weighing* semua sesuai jumlah pesanan pelanggan. Oleh karena itu terjadi penumpukan *Inventory* sebelumnya proses *forming*. Di *future state* VSM, coil di-*Weighing* satu per satu, setelah selesai 1 coil, baru di-*Weighing* coil kedua. Proses seperti ini bisa mengurangi waktu NVA diproses *Weighing*.

Kemudian setelah proses *forming*, terdapat *Supermarket Pull System*. Pada saat coil datang, 1 coil 0.30TCT AS 70 dan 1 coil 0.25TCT AS 70 akan langsung disiapkan untuk diproduksi untuk memenuhi *Supermarket Pull System* ini. System ini dapat mengurangi waktu NVA di proses *Warehousing* karena 2 coils ini tidak perlu pindah gudang bahan baku ke area produksi lagi.

Proses pembuatan SPK di *current state* VSM adalah pada saat sudah ada jadwal truk untuk pengambilan barang. Biasanya hal ini mendadak, sehingga menyebabkan terjadinya lembur. Di *future state* VSM, SPK akan diproses 1 hari setelah terima pesanan dari pelanggan. SPK akan ditujukan langsung ke bagian *packing*. Apabila 1 pack diambil untuk di peti, maka otomatis ada perintah Kanban untuk mengisi titik *supermarket* nya yang barangnya diambil untuk di-*packing*.

Secara *Value Added (VA) Time* terjadi peningkatan dari sebelumnya sebesar 8.7 Jam menjadi 5.1 Jam, dan *Process Lead Time* nya dari sebelumnya sebesar 358.5 Jam menjadi 34.4 Jam. *future state* VSM-nya dapat dilihat di Gambar 7.



Gambar 7. Future state VSM

#### 4.7 Analisis Menggunakan Metode CTP

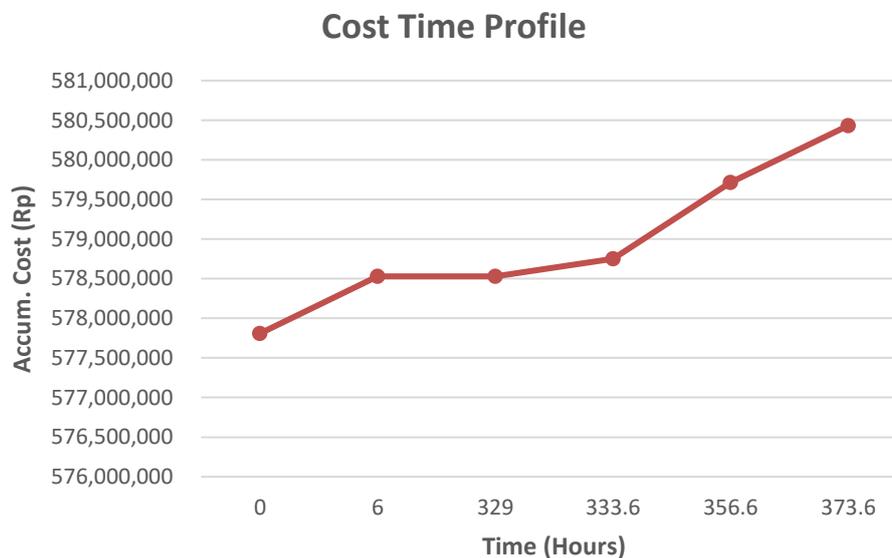
Analisis dilakukan terhadap proses produksi secara keseluruhan untuk memenuhi total pesanan pelanggan Z. Data pendahuluan untuk melakukan analisis menggunakan metode CTP yaitu:

- Asumsi *Internal Rate of Return* (IRR) adalah 12%/tahun
- Biaya Gaji Operator (*Cost Rate*) sebesar Rp 20,000/jam
- Biaya Material sebesar Rp 24,500/kg
- Total pesanan pelanggan Z adalah 15,500 m'

Rincian proses produksi dan akumulasi biaya di *current state* VSM dapat dilihat di Tabel 3, sedangkan grafik CTP *current state* dapat dilihat di Gambar 8.

Tabel 3. Rincian proses produksi dan akumulasi biaya di *current state* VSM

Activity	Description	Cost Rate (Rp/Hours)	Materials (Rp)	Duration	Hours Begin	End	Accumulation Cost (Rp)	CTI (Rp.Hours)
O	Start	-	577,808,000	0	0	0	577,808,000	-
A	Warehousing	120,000	-	6	1	6	578,528,000	3,469,008,000
W1	Waiting	-	-	324	6	329	578,528,000	187,443,072,000
B	Weighing	40,000	-	5.6	329	333.6	578,752,000	3,240,384,000
C	Forming	40,000	-	24	333.6	356.6	579,712,000	13,901,568,000
D	Packing	40,000	-	18	356.6	373.6	580,432,000	10,454,256,000
<b>TOTAL</b>							<b>218,508,288,000</b>	

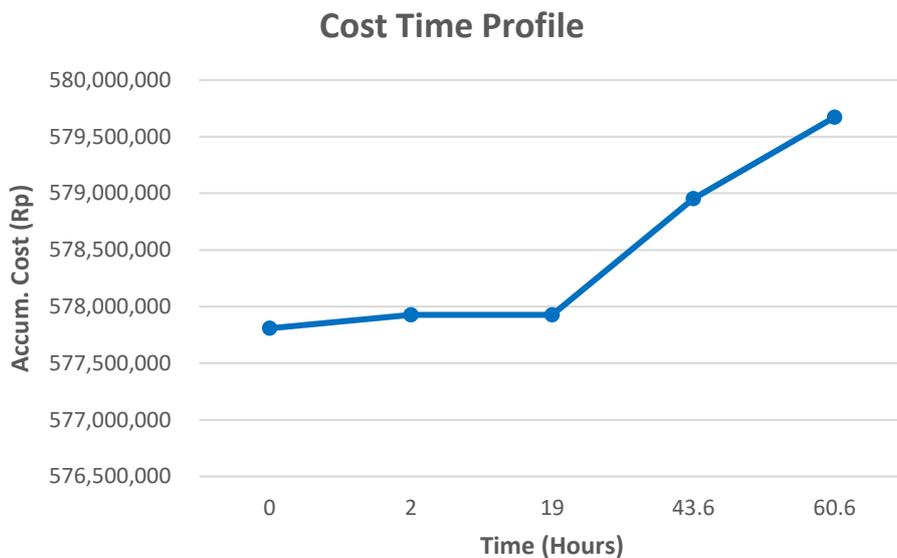


Gambar 8. Grafik CTP *current state*

Rincian proses produksi dan akumulasi biaya di *future state* VSM dapat dilihat di Tabel 4, sedangkan grafik CTP *future state* dapat dilihat di Gambar 9.

Tabel 4. Rincian proses produksi dan akumulasi biaya di *future state* VSM

Activity	Description	Cost Rate (Rp/Hours)	Materials (Rp)	Duration	Hours Begin	End	Accumulation Cost (Rp)	CTI (Rp.Hours)
O	Start	-	577,808,000	0	0	0	577,808,000	-
A	Warehousing	60,000	-	2	1	2	577,928,000	1,155,736,000
W1	Waiting	-	-	18	2	19	577,928,000	10,402,704,000
	Weighing +							
B	Forming	40,000	-	25.6	19	43.6	578,952,000	14,808,064,000
C	Packing	40,000	-	18	43.6	60.6	579,672,000	10,427,616,000
<b>TOTAL</b>								<b>36,794,120,000</b>

Gambar 9 Grafik CTP *future state*

Perbandingan *Cost* antara *current state* dengan *future state* dapat dilihat di Tabel 5. *Future State* VSM berpotensi mengalami perbaikan sebesar 38.72% dari segi *Direct Cost* dan 83.78% dari segi waktu dibandingkan *current state* VSM.

Tabel 5. Perbandingan *cost* antara *current state* dengan *future state*

Item	CTP Current State	CTP Future State	Improvement (%)
<b>Total Cost (Rp)</b>	580,432,000	579,792,000	0.11%
<b>CTI (Rp . Jam)</b>	218,508,288,000	36,794,120,000	83.16%
<b>Direct Cost (Rp)</b>	1,084,681,895	664,581,508	38.73%
<b>Length of The Process (Jam)</b>	373.6	60.6	83.78%

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa kesimpulan berikut:

1. Metode VSM digunakan untuk identifikasi dan eliminasi pemborosan yang terjadi pada proses produksi atap metal tipe Trim.

2. Pemborosan dengan tingkat pengaruh paling besar terhadap perusahaan dan tingkat kemudahan penyelesaiannya adalah *Unnecessary Inventory* dan *Inappropriate Processing*.
3. Metode CTP digunakan untuk menganalisis proses produksi dari sisi biaya baik pada *current state* VSM maupun *future state* VSM.
4. Potensi perbaikan yang dapat dicapai di *future state* VSM dibandingkan *current state* VSM yaitu:
  - *Direct Cost* bisa berkurang sebesar 38.73%
  - Waktu Proses bisa lebih cepat 83.78%

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat disampaikan yaitu:

1. Penelitian berikutnya dapat dilakukan terhadap produk yang menggunakan lebih dari 1 jenis bahan baku seperti atap insulasi atau sandwich panel.
2. Penelitian berikutnya dapat memperhitungkan jarak tempuh yang terjadi baik di dalam suatu aktivitas maupun antar aktivitas.
3. Selain di proses produksi, penelitian berikutnya dapat diterapkan di proses transaksional seperti proses administrasi dari pesanan pelanggan diterima sampai dengan SPK diterbitkan.

## 6. DAFTAR REFERENSI

- Deshkar, A., Kamle, S., Giri, J., and Korde, V. (2018). "Design and Evaluation of a Lean Manufacturing Framework Using Value Stream Mapping (VSM) for a Plastic Bag Manufacturing Unit." *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 7668–7677. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.442>
- Gopi, S., Suresh, A., and John Sathya, A. (2019). "Value Stream Mapping & Manufacturing Process Design for Elements in an Auto-Ancillary Unit-A Case Study." *Materials Today: Proceedings*, 22, 2839–2848. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.416>
- Gracanin, D., Ciric, D., Lalic, B., Curcic, J., and Tasic, N. (2019). "The Impact of Lean Improvements on Cost-Time Profile." *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 316–323. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.041>
- Hines, P., and Taylor, D. (2000). *Going Lean* (1st ed.). Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre.
- Jasti, N. V. K., and Sharma, A. (2014). "Lean Manufacturing Implementation Using Value Stream Mapping as a Tool a Case Study from Auto Components Industry." *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(1), 89–116. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2012-0002>
- Nash, M. A., and Poling, S. R. (2008). *Mapping the Total Value Stream*. Taylor & Francis Group, LLC.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System, Beyond Large-Scale Production*. Productivity, Inc.
- Rivera, L. (2006). *Inter-Enterprise Cost-Time Profiling*. 191.
- Rivera, L., and Frank Chen, F. (2007). "Measuring the Impact of Lean Tools on the Cost-Time Investment of a Product Using Cost-Time Profiles." *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 23(6), 684–689. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2007.02.013>
- Rother, M., and Shook, J. (1999). *Learning to See Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Retrieved from <http://www.lean.org/Bookstore/ProductDetails.cfm?SelectedProductId=9>
- Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System*. Productivity, Inc.
- Silalahi, S. A. F. (2014). "Kondisi Industri Manufaktur Indonesia dalam Menghadapi Globalisasi." *Jurnal Ekonomi Dan Kebijakan Publik*, 5(1), 1–13.
- Stadnicka, D., and Litwin, P. (2017). "VSM Based System Dynamics Analysis to Determine Manufacturing Processes Performance Indicators." *24th International Conference on*

*Production Research, ICPR 2017, (January), 290–295.*  
<https://doi.org/10.12783/dtetr/icpr2017/17624>

Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. The McGraw-Hill Companies, Inc.  
Womack, J. P., Jones, D. T., and Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. New York: Rawson Associates.