

# PERANCANGAN *LEAN MANUFACTURING* DALAM PROSES *PACKING TV LED 32"* (STUDI KASUS : PT XYZ)

Alexander Krisna<sup>1</sup>, Naniek Utami Handayani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

<sup>2</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

## Abstrak

Industri manufaktur produk elektronik rumah tangga di Indonesia terus berkembang pesat. PT XYZ, sebagai perusahaan yang bergerak dalam bidang elektronik, tentunya ingin meningkatkan kapasitas produksi dan efisiensi dari proses produksi. Walau begitu, masih terdapat banyak waste dalam proses packing TV LED 32 inch yang menyebabkan terhambatnya proses produksi secara keseluruhan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi waste, menganalisis akar penyebab masalah dari waste yang ada, dan menentukan rekomendasi perbaikan berdasarkan penyebab masalah yang ditemukan. Pendekatan lean manufacturing digunakan untuk mengatasi masalah yang ditemui. Tools PAM, VSM, Diagram SIPOC digunakan untuk menggambarkan kondisi dan mengidentifikasi waste, dan analisis 5whys dan fishbone digunakan untuk menganalisis masalah. FMEA digunakan untuk menentukan rekomendasi perbaikan dan permasalahan dengan nilai RPN tertinggi yang akan ditindaklanjuti lebih jauh, yaitu kelelahan pekerja dan gagal memenuhi target produksi. Rekomendasi perbaikan untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah dengan menerapkan line balancing dan menggunakan active seat bagi pekerja. Penerapan line balancing mampu memperbaiki performansi lintasan produksi dengan meningkatkan line efficiency dan menurunkan smoothness index serta waktu siklus menjadi 10,893 sekon. Penggunaan active seat mampu membuat pekerja dapat bekerja dengan lebih nyaman tanpa mengurangi produktivitas pekerja.

**Kata kunci:** FMEA, lean manufacturing, line balancing, metode heuristik

## Abstract

**LEAN MANUFACTURING APPLICATION IN THE PACKING PROCESS OF LED TV 32" (CASE STUDY : PT XYZ)** The manufacturing industry in Indonesia continues to grow rapidly. PT XYZ, as a company engaged in the electronics sector, wants to increase their production capacity and efficiency. Even so, there is still a lot of waste in the LED TV 32 inch packing process which causes delays in the overall production process. This study aims to identify waste, analyze the root causes of the existing waste, and determine recommendations for improvement based on the causes of the problems found. A lean manufacturing approach is applied to solve the problem. PAM, VSM, SIPOC Diagram is used to describe the conditions and identify the waste, and 5whys and fishbone analysis to analyze the problem. FMEA is used to determine recommendations for improvement and problems with the highest RPN value which will be followed up further, namely worker fatigue and failure to meet production targets. Recommendations to solve this problem are line balancing application and usage of active seats for workers. The application of line balancing can improve production line performance by increasing line efficiency and lowering the smoothness index and cycle time to 10,893 seconds. The use of active seats is able to make operators work more comfortably without reducing worker productivity.

**Keywords:** FMEA, heuristic method, lean manufacturing, line balancing

## 1. Pendahuluan

Dalam dunia industri saat ini, efisiensi dalam kegiatan produksi merupakan salah satu perhatian utama bagi perusahaan. Salah satu upaya dalam meningkatkan

efisiensi dalam produksi adalah dengan melakukan *lean manufacturing*. *Lean manufacturing* sendiri dapat didefinisikan sebagai usaha untuk meningkatkan efisiensi dengan melakukan pendekatan sistematis untuk

mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste* dengan menjalankan serangkaian tindakan penyempurnaan. (Siregar et al., 2021)

Divisi Produksi merupakan salah satu divisi pada PT XYZ yang bertanggungjawab atas kegiatan produksi dari produk-produk PT XYZ, salah satunya adalah TV LED. Produksi TV LED dimulai dari mengeluarkan barang-barang yang dibeli dari *supplier* untuk dibawa ke proses *pre-work*. Material yang sudah menjalani proses *pre-work* akan dilanjutkan ke tahapan *assembly* dan *final assembly*, dan berakhir pada tahapan *packing* di mana produk akan dikemas. Kemudian, produk akan diperiksa oleh Divisi QC. Produk yang sudah melalui proses pengendalian kualitas akan disimpan atau didistribusikan ke konsumen dan *retail*.

Bagian *packing* sendiri bertugas untuk mengemas produk yang sudah selesai dirakit dan melengkapi TV LED dengan perangkat-perangkat yang dibutuhkan. Pada bagian *packing*, PT XYZ menuntut karyawan pada bagian *packing* untuk tidak menghambat proses produksi karena keterlambatan pada bagian *packing* akan berpengaruh langsung terhadap bagian *final assembly* yang berada pada bangunan yang sama dengan bagian *packing*. Proses *packing* yang terhambat menyebabkan masalah pada perusahaan, yaitu *demand* yang tidak bisa terpenuhi dalam waktu normal, sehingga perusahaan seringkali harus menerapkan sistem kerja lembur yang menyebabkan biaya membengkak. Maka dari itu, perusahaan harus meningkatkan kapasitas produksi dan efisiensi proses agar *demand* dapat terpenuhi,

Tuntutan untuk meningkatkan kapasitas produksi dan efisiensi proses juga muncul dari kondisi saat ini, di mana industri manufaktur yang berkembang pesat dan *demand* untuk produk elektronik rumah tangga, khususnya TV yang masih cukup tinggi. *Demand* untuk produk televisi diprediksi akan tetap tinggi karena televisi masih menjadi pilihan utama bagi masyarakat, khususnya pada Asia Tenggara dan Indonesia sebagai sarana informasi dan sumber hiburan. (GlobalWebIndex, 2021) Perusahaan harus mampu menciptakan suatu proses produksi yang efisien untuk mampu memenuhi *demand* yang terus meningkat tanpa harus mengeluarkan biaya yang terlalu besar.

*Lean manufacturing* dapat didefinisikan sebagai suatu filosofi bisnis yang memusatkan perhatian terhadap optimalisasi sumber daya sehingga digunakan seminimal mungkin dalam menjalankan kegiatan bisnis perusahaan. (Gasperz, 2007). Selain itu, *lean manufacturing* juga bisa diartikan sebagai sebuah proses yang bertujuan untuk meningkatkan *output* dan mengurangi *lead time* dengan menghilangkan pemborosan yang terjadi pada perusahaan. (Aisyah, 2020) Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa *lean manufacturing* merupakan sebuah metode optimalisasi sumber daya yang bertujuan

untuk menghilangkan pemborosan pada perusahaan sehingga mampu meningkatkan daya saing perusahaan.

Dalam *lean manufacturing*, aktivitas dapat dikelompokkan menjadi *value-added activities* dan *non-value added activities*. *Value added activities* merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah dari produk, sedangkan *non-value added activities* dapat didefinisikan sebagai aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah bagi produk. (Siregar et al., 2021) Perusahaan akan mencoba untuk mengeliminasi *non-value added activities* ini dengan menggunakan *tools-tools* pada *lean manufacturing*. Beberapa *tools* ini antara lain adalah *process activity mapping*, *value stream mapping*, FMEA, dan lain sebagainya. Dengan mengeliminasi *non-value added activities* dalam proses produksi, perusahaan dapat mempersingkat proses produksi dan menurunkan biaya produksi. (Aisyah, 2020) Maka dari itu, pada penelitian ini dilakukan identifikasi terhadap proses *packing* pada perusahaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi *waste* yang ditemukan pada proses *packing* TV LED. Selain itu, penelitian ini juga dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab *waste* dalam proses *packing* TV LED. Terakhir, penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan rekomendasi perbaikan yang bisa diterapkan oleh perusahaan.

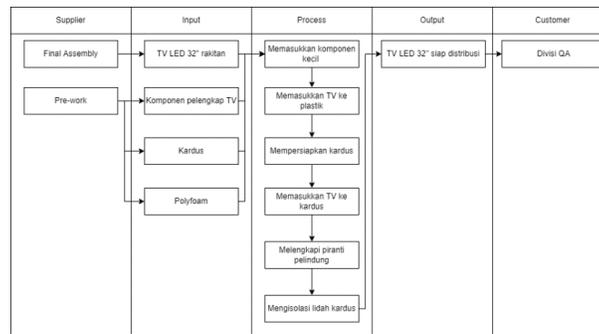
## 2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di PT XYZ yang terletak pada Kabupaten Kudus. Penelitian berlangsung selama 31 hari kalender yang dimulai pada 6 Januari 2022 sampai 6 Februari 2022 yang berlangsung secara *offline*. Penelitian dilakukan pada Divisi Produksi Open Cell TV LED, khususnya bagian *packing*.

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data primer dan sekunder yang dibutuhkan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada serta informasi terkait mengenai perusahaan. Data yang dikumpulkan antara lain adalah data *demand* setiap produksi dari lantai *packing* dan data waktu siklus untuk setiap elemen kerja. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi langsung pada lantai produksi atau menggunakan data sekunder dari perusahaan. Data yang sudah dikumpulkan kemudian dituangkan dalam diagram SIPOC, PAM, dan VSM yang berguna untuk melakukan identifikasi pada *waste* yang ada pada proses.

Analisis terhadap *waste* yang ada untuk menemukan akar masalah dilakukan menggunakan *tools 5whys analysis* dan *fishbone diagram*. Analisis akar masalah dilakukan dengan cara melakukan wawancara terhadap karyawan perusahaan atau dengan mencari referensi pada jurnal-jurnal yang berkaitan dengan masalah yang dihadapi pada perusahaan.

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan PAM dan VSM untuk mengidentifikasi masalah.



Gambar 1. Diagram SIPOC

PAM dan VSM mampu menggambarkan masalah dengan lebih baik sehingga *waste* dapat teridentifikasi dengan jelas. (Putri, et al., 2018) Dalam menganalisis akar masalah, peneliti menggunakan analisis 5 *whys* seperti penelitian (Dinesh, et al, 2019) untuk mendapatkan akar masalah secara terperinci. Penelitian ini juga menggunakan *tools fishbone diagram* sebagai alat untuk menguraikan suatu akar penyebab masalah ke dalam beberapa faktor (Pujotomo & Rusanti, 2015). Untuk menentukan rekomendasi perbaikan, penelitian ini menggunakan bantuan dari FMEA agar dapat diketahui *failure mode* dengan risiko tertinggi untuk diatasi secara lebih mandalam. (Fakhrurozi & Isshak, 2012) Penggunaan *line balancing* sebagai salah satu *tools* dalam *lean manufacturing* telah dilakukan oleh penelitian-penelitian terdahulu, seperti pada penelitian (Rinaldi & Zaini, 2016), (Putri, et al., 2018), (Pujotomo & Rusanti, 2015), atau (Dinesh et al., 2019). Walau begitu, pada penelitian-penelitian tersebut, hanya digunakan satu metode *line balancing* saja sebagai rekomendasi perbaikan. Pada penelitian ini, peneliti akan membandingkan beberapa metode *line balancing* dan mengambil metode dengan nilai performansi yang paling baik sebagai rekomendasi perbaikan yang digunakan.

Setelah akar masalah dari *waste* didapatkan, kemudian dibuat FMEA untuk menentukan rekomendasi perbaikan. Rekomendasi perbaikan untuk permasalahan dengan nilai RPN tertinggi, yaitu menerapkan *line balancing* dan mengatasi kelelahan pekerja, akan dicari tahu lebih dalam lagi. *Line balancing* diawali dengan uji keseragaman dan kecukupan data yang dilanjutkan oleh penentuan waktu baku. Setelah itu, dilakukan pembuatan *precedence diagram*. *Line balancing* dilakukan menggunakan metode RPW, LCR, dan Killbridge-Wester (RA). Kemudian, dilakukan perbandingan antara stasiun sebelum dan setelah perbaikan. Untuk mengatasi kelelahan pekerja, akan dicari model *active seat* yang tepat untuk kebutuhan perusahaan. Setelah dilakukan pengolahan data dan analisis, maka dapat ditarik kesimpulan penelitian dan pemberian saran untuk perusahaan dan penelitian-penelitian berikutnya.

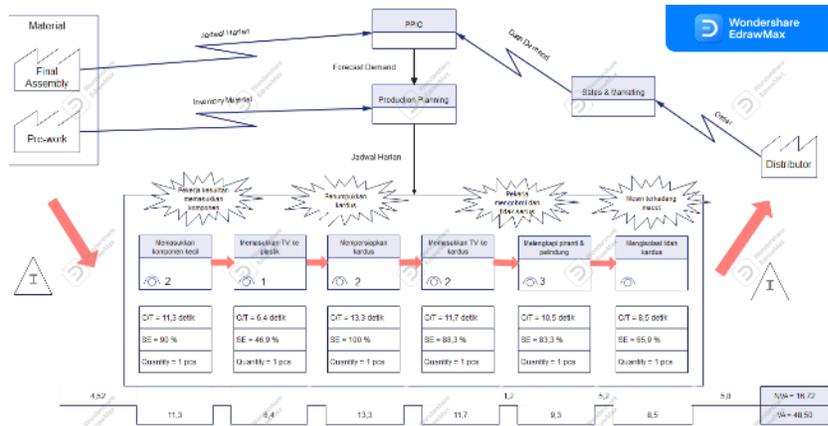
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Pengumpulan Data

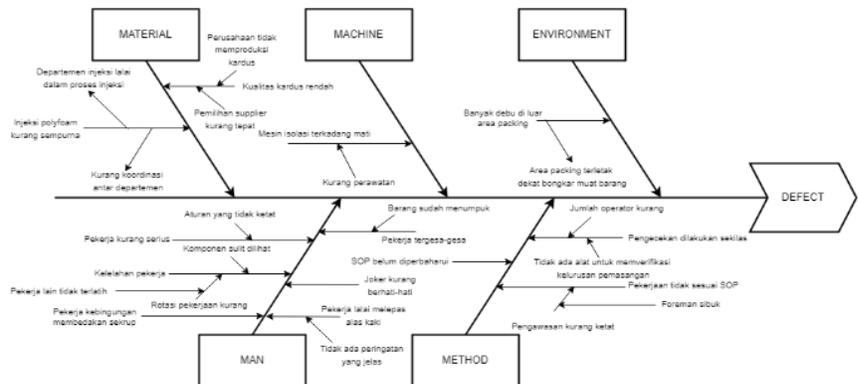
Garis besar dari proses *packing* TV LED 32" dapat dijabarkan dalam langkah-langkah berikut :

1. TV diturunkan dari lantai atas tempat *final assembly* dilakukan dengan menggunakan lift.
2. TV akan dipindahkan menggunakan *conveyor* untuk menuju stasiun-stasiun kerja. *Conveyor* ini akan berhenti dengan otomatis ketika benda yang diturunkan sebelumnya masih belum selesai dikerjakan.
3. Operator melengkapi komponen TV yang dibutuhkan untuk keperluan pemasangan, seperti *screw*, *rubber wall*, dan lain sebagainya yang diletakkan dalam sebuah kantong plastik.
4. TV dimasukkan ke dalam plastik berukuran besar.
5. Operator melipat kardus yang digunakan untuk memasukkan TV dan memasukkan *polyfoam*.
6. TV dimasukkan ke dalam kardus dan dilakukan pemasangan label pada kardus.
7. Operator melengkapi komponen-komponen lain yang masih belum dimasukkan, seperti *stand* kaki TV, label kuning, dan *sticker*.
8. Jika seluruh komponen sudah masuk, maka TV akan kardus TV akan dilengkapi *polyfoam* pelindung atas untuk mencegah kerusakan.
9. Kardus TV dipindahkan dari stasiun kerja peletakkan komponen menuju stasiun kerja mesin plakban.
10. Kardus TV dilipat lidahnya dan diisolasi
11. Operator pada ujung *conveyor* akan memindahkan kardus TV dari lini perakitan menuju palet kayu, untuk diletakkan pada penyimpanan sementara untuk diperiksa oleh Departemen *Quality Control*.

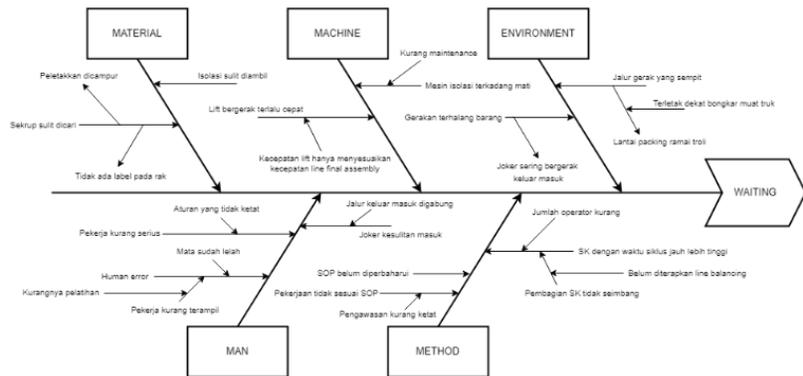
Diagram SIPOC, *process activity mapping* dan *value stream mapping* dibuat untuk membantu proses identifikasi *waste* pada proses *packing*. Diagram SIPOC untuk proses *packing* digambarkan pada Gambar 1. Dari diagram tersebut, kita dapat mengidentifikasi *supplier*, *input*, *process*, *output*, dan *customer* dari proses *packing* TV LED.



Gambar 2. Current Value Stream Mapping



Gambar 3. Fishbone Diagram Defect



Gambar 4. Fishbone Diagram Waiting

VSM untuk kondisi saat ini ditunjukkan oleh Gambar 2. Dari PAM yang telah dibuat, kita dapat mengetahui bahwa terdapat 14 aktivitas yang memberikan nilai tambah (*value added*) memiliki presentase sebanyak 77,69 % dan 4 aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dengan persentase sebesar 22,31 %.

Dari PAM dan VSM yang telah dibuat, kemudian bisa dilakukan identifikasi terhadap *waste* yang ada selama proses *packing*. *Waste defect* ditemukan pada sepanjang proses *packing*. *Waste* jenis ini tidak terlalu

banyak ditemukan pada bagian *packing* jika dibandingkan dengan bagian lainnya karena kebanyakan dari *defect* sudah terjadi dan dideteksi pada proses-proses sebelum *packing*. Contoh *waste defect* antara lain adalah kesalahan dalam memasukkan sekrup dan komponen lain yang menyertai TV, *polyfoam* patah, pemasangan sticker miring, karton sobek, plakban mengelupas, *scratch* pada *body part*, debu masuk, dan kerusakan komponen. Usaha yang dilakukan perusahaan dalam mengatasi *waste* ini adalah dengan melatih operator untuk menemukan *reject* sedini mungkin dan melakukan pemeriksaan berulang

Tabel 1. FMEA

Proses	Failure Mode	Potential Impact	S	Potential Cause	O	Detection	D	RPM
Memasukkan <i>screw</i> dan komponen lain	Kesalahan memasukkan tipe <i>screw</i>	Pemasangan TV oleh <i>customer</i> akan terhambat	6	Pekerja kelelahan Pekerja kesulitan membaca <i>screw</i>	3	Pengecekan pada QA	7	156
Mempersiapkan kardus	Penumpukkan kardus	Menghambat pergerakan pekerja dan joker	5	Penyusunan stasiun kerja yang tidak seimbang	7	Terlihat secara langsung	3	105
Menekuk lidah dan mengisolasi kardus	Pengerjaan ulang pada mesin lakban	Pengerjaan ulang yang membuang waktu Isolasi tidak terpasang sempurna	4	Mesin yang bekerja dengan kurang baik	7	Terlihat secara langsung	3	84
Memasukkan piranti TV	Pekerja mengobrol dan tidak serius	Kesalahan pekerjaan Waktu siklus meningkat	4	Penyusunan stasiun kerja yang tidak seimbang Penerapan SOP kurang ketat	8	Terlihat secara langsung	3	36
Proses packing keseluruhan	Target produksi tidak tercapai	Pembengkakan biaya lembur Gagal memenuhi <i>demand</i> pelanggan	7	Waktu siklus melebihi <i>takt time</i>	8	Terlihat secara langsung	3	168

*Waste overproduction* ditemukan ketika perusahaan memproduksi lebih banyak suatu barang dalam satu tipe daripada target yang ditetapkan dalam satu hari. Salah satu alasan hal ini adalah karena *planning* perusahaan maju karena material yang sudah direncanakan sebelumnya masih belum datang.

*Waste waiting* terdapat pada sepanjang proses produksi. Salah satu contohnya adalah ketika pekerja menunggu ketika barang pada tahap sebelumnya masih belum selesai diproses atau ketika mesin tidak bisa bekerja karena harus menunggu barang diangkat oleh operator menuju palet kayu. Selain itu, hal ini terjadi juga ketika *lift* harus menunggu untuk mengambil barang dari lantai atas (*assembly*) karena barang yang turun sebelumnya masih belum selesai diproses.

*Waste non-utilized talent* terjadi pada hampir sepanjang proses produksi, tapi paling sering ditemui pada stasiun kerja tempat operator memasukkan komponen tambahan, seperti kaki *stand*, label, dan lain sebagainya. Operator pada stasiun kerja tersebut sering kali tidak melakukan pekerjaan karena barang pada proses sebelumnya masih belum selesai dikerjakan. Dampaknya, operator sering kali kurang serius dalam melakukan pekerjaan karena sering menganggur dan perusahaan harus mengeluarkan biaya untuk operator yang berjumlah cukup banyak di area *packing*.

*Waste transportation* terjadi ketika benda selesai dikemas oleh mesin plakban. Benda yang sudah dikemas akan diperiksa lalu diletakkan pada penyimpanan sementara untuk dicek oleh Departemen *Quality Control*. Apabila lot tidak diterima, kemudian produk tersebut akan diletakkan dekat meja *foreman*

untuk dicatat, dan kemudian dibawa ke tempat pemeriksaan. Produk tersebut harus dibawa berlalu-lalang di sekitar area *packing* karena tempat yang harus dilewati tidak pada satu jalur.

*Waste inventory* ini terjadi baik dalam bentuk inventori barang jadi, maupun inventori barang *work in process* (WIP). Inventori WIP terjadi pada antara proses mempersiapkan kardus dan memasukkan TV ke dalam kardus. Pada antara tahap ini, terdapat banyak kardus kosong yang menumpuk karena operator yang memasukkan TV ke dalam kardus masih belum menunggu TV datang.

*Waste motion* dapat ditemui pada saat operator harus mendorong kardus TV menuju ke mesin plakban. Selain itu, *waste* jenis ini juga ditemukan ketika operator harus mengambil buku panduan dan meletakkan buku panduan di atas kardus.

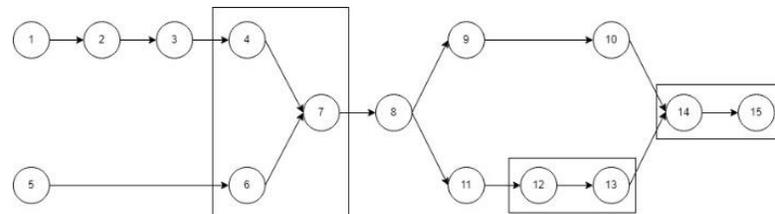
*Waste extra-processing* ini terdapat pada saat kardus melewati mesin plakban. Ketika kardus TV melewati mesin plakban dan mesin tersebut macet atau berhenti, kardus TV harus dikerjakan ulang.

### 3.2 Pengolahan Data

Dalam melakukan pengolahan data, digunakan *tools fishbone diagram* dan *5whys analysis*, *Fishbone diagram* dibuat untuk mengidentifikasi penyebab permasalahan dan mengelompokkan usulan penyebab masalah ke dalam kategori-kategori. Pada permasalahan ini, *fishbone diagram* dibuat untuk *waste defect* dan *waiting* karena kedua *waste* ini dipengaruhi oleh berbagai faktor. *Fishbone diagram* untuk *waste defect* dan *waiting* ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.

**Tabel 2. Waktu Baku Operasi**

SK	No	Langkah	Waktu Baku
1	1	Memasukkan sekrup	4,303
	2	Memasukkan remote	3,932
	3	Mengisolasi plastik	3,101
2	4	Memasukkan TV ke plastik	5,901
3	5	Melipat kardus	9,091
	6	Memasukkan gabus bawah	3,663
4	7	Memasukkan TV ke kardus	6,675
	8	Memasang stiker label	4,439
5	9	Mengambil buku panduan	1,178
	10	Memasukkan gabus atas	2,562
	11	Memasukkan kaki stand	2,412
	12	Meletakkan label kuning	1,619
	13	Mengisolasi label kuning	2,713
6	14	Menekuk lidah kardus	2,425
	15	Mengisolasi kardus	5,573



**Gambar 5. Precedence Diagram**

Selain *fishbone diagram*, dilakukan juga analisis menggunakan *5whys* agar didapatkan akar masalah yang lebih mendalam pada keseluruhan *waste*. Analisis dilakukan dengan memerhatikan informasi yang didapatkan selama wawancara dengan karyawan atau dengan mencari referensi pada jurnal-jurnal terkait. Dari analisis *5whys* yang terlampir didapatkan beberapa akar masalah seperti misalnya, lini produksi yang kurang seimbang (Azwir & Pratomo, 2017), tidak adanya sekat cukup dan label pada rak (Havi et al., 2018), kelelahan pekerja, kurangnya rotasi pekerja, kurangnya koordinasi antar departemen (Annisa et al, 2014), kurangnya pengawasan terhadap pekerja (Nisanti & Puspitasari, 2021), kurangnya kesadaran dan motivasi pekerja terhadap hasil pekerjaan (Sutapa et al., 2016), mesin yang kurang optimal, penumpukan barang (Fitriyani et al., 2019), dan SOP yang kurang jelas (Susanti, 2017). Akar masalah ini nantinya akan menjadi acuan dalam menentukan rekomendasi perbaikan melalui FMEA.

### 3.3 Rekomendasi Perbaikan

Penentuan rekomendasi perbaikan disusun berdasarkan hasil FMEA yang ditunjukkan pada Tabel 1. FMEA mempertimbangkan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* untuk menentukan nilai RPN. Dari hasil

FMEA, ditemukan bahwa permasalahan dengan nilai RPN tertinggi yaitu target produksi yang tidak tercapai dan pekerja yang salah memasukkan *screw*. Untuk mengatasi target yang tidak tercapai, akan dilakukan *line balancing* pada lini produksi (Azwir & Pratomo, 2017) dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Berikut merupakan langkah-langkah dalam penerapan *line balancing* :

1. Kumpulkan data waktu siklus dari setiap operasi dan lakukan uji keseragaman terhadap data. Pada penelitian ini, didapatkan bahwa untuk seluruh operasi data lolos uji keseragaman.
2. Lakukan uji kecukupan data untuk memastikan bahwa data layak digunakan. Data waktu siklus lolos pada nilai  $k = 2$  dan  $s = 0,1$  sehingga data dapat diolah lebih lanjut
3. Tentukan *performance rating* dan *allowance* untuk mendapatkan waktu normal dan waktu baku untuk seluruh elemen kerja. Nilai waktu baku dapat dilihat pada Tabel 2
4. Buatlah *precedence diagram* sebagai acuan untuk melakukan *line balancing*. *Precedence diagram* dan *constrain* elemen kerja dapat dilihat pada Gambar 5.

**Tabel 3. Perbandingan Performansi Stasiun Kerja**

SK Sebelum Perbaikan					SK Setelah Perbaikan				
SK	Elemen	Waktu	Jumlah	(Stmax-SI) <sup>2</sup>	SK	Elemen	Waktu	Jumlah	(Stmax-SI) <sup>2</sup>
1	1	4,303	11,335	2,210	1	1	4,303	10,203	0,475
	2	3,932				4	5,901		
	3	3,101				5	9,091		
2	4	5,901	5,901	47,898	2	2	3,932	9,091	3,246
	5	9,091	12,822	0,000		3	3		
3	6	3,731			11,115		2,914	4	6
	7	6,675	7	6,675					
4	8	4,439	10,484	5,464	5	8	4,439	10,893	0,000
	9	1,178				9	1,178		
5	10	2,562	7,997	23,273	6	10	2,562	7,997	8,382
	11	2,412				11	2,412		
	12	1,619				12	1,619		
6	13	2,713	59,653	81,759	Total	13	2,713	59,653	12,155
	14	2,425				14	2,425		
	15	5,573				15	5,573		
Total			59,653	81,759	Total			59,653	12,155
SI				9,042	SI				3,486
LE				49,95%	LE				92,87 %

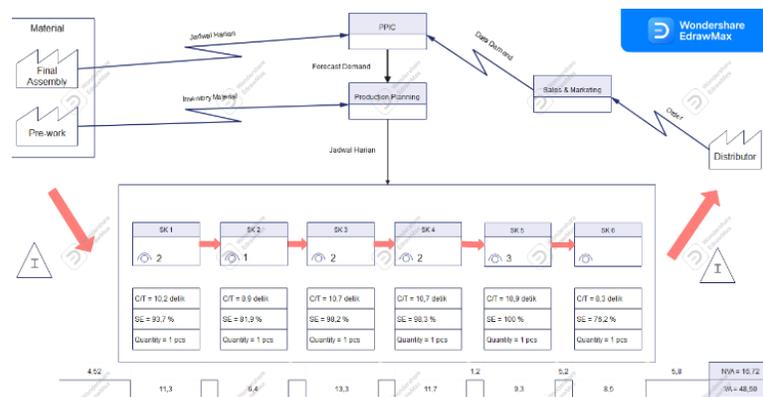


**Gambar 6. Active Seat**

5. Lakukan *line balancing* dengan memerhatikan *constrain* yang ada menggunakan metode heuristik. Masalah ini termasuk ke dalam tipe *line balancing SALBP-1*, di mana bertujuan untuk minimasi stasiun kerja untuk waktu siklus tertentu, di mana waktu siklus optimal stasiun kerja ditentukan oleh *demand* untuk *packing* per jam. (Kamarudin & Rashid, 2017). Waktu siklus berdasarkan *demand (tact time)* untuk 330 produk dalam 1 jam didapatkan sebesar 10,909 untuk satu produk. Untuk menentukan metode *line balancing* yang digunakan, kita perlu memerhatikan kondisi dan produk lini *packing*. Lini *packing open cell* termasuk ke dalam kondisi *one-sided*, di mana tidak ada stasiun kerja yang berseberangan atau berada pada dua sisi lini produksi. Selain itu, pada penelitian ini, produk yang diamati berjumlah satu, yaitu TV

LED 32” saja. Kondisi-kondisi tersebut membuat asumsi *simple assembly line balancing problem (SALBP)* terpenuhi. (Kamaruddin & Rashid, 2017) Hal ini berarti metode heuristik dapat digunakan karena dapat memberikan solusi yang efisien dan mudah untuk dilakukan pada permasalahan SALBP (Duan, Youmin, Wu, & Lu, 2018). Selain itu, data dan pengamatan yang dilakukan secara langsung membuat proses *trial and error* pada metode heuristik menjadi mudah dilakukan dan dapat memberikan hasil akurat.

6. Dari solusi awal menggunakan metode RPW, LCR, dan RA, kemudian lakukan *trial and error* untuk mendapatkan stasiun kerja optimal dengan performansi yang lebih baik. Perbandingan antara stasiun kerja optimal dan sebelum perbaikan dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 7. Future VSM

Dari hasil perbandingan antara stasiun kerja optimal dengan stasiun kerja sebelum perbaikan, dapat dilihat bahwa nilai *line efficiency* meningkat menjadi 92,87 % dan *smoothness index* berkurang menjadi 3,486. Hal ini menunjukkan stasiun kerja mampu bekerja dengan lebih efisien dan proses dapat berjalan dengan lebih lancar. Selain itu, nilai stasiun kerja maksimal berkurang menjadi 10,893. Nilai ini berada di bawah *tact time* sehingga perusahaan dapat memenuhi *demand* yang ditetapkan dengan penyusunan stasiun kerja yang baru.

Selain *line balancing*, rekomendasi perbaikan lain yang ditindaklanjuti adalah memberikan tempat duduk untuk mengatasi kelelahan pekerja yang merupakan penyebab *waste* kesalahan memasukkan *screw*. Pada penelitian ini, disarankan untuk menggunakan *active seat* atau kursi setengah berdiri seperti pada Gambar 6. Beberapa kelebihan yang didapatkan dari penggunaan *active seat* tersebut antara lain adalah *active seat* tersebut dapat digunakan dengan fleksibel, hemat tempat, mudah dipindahkan, dan juga *adjustable* sehingga bisa digunakan semua orang. Setelah rekomendasi perbaikan ditentukan, maka bisa dibuat *Future VSM* seperti pada Gambar 7. Pada *Future VSM*, dapat dilihat bahwa efisiensi stasiun kerja mengalami peningkatan dan waktu siklus maksimal mengalami penurunan.

#### 4. Kesimpulan

Dari pengumpulan dan pengolahan data ditemukan beberapa *waste* sepanjang proses *packing* antara lain adalah *waste defect*, dapat berupa kesalahan dalam memasukkan *screw* dan komponen lain yang menyertai TV, *polyfoam* patah, pemasangan *sticker* miring, karton sobek, plakban mengelupas, *scratch* pada *body part*, debu masuk, ataupun kerusakan komponen. *overproduction*, Selain itu, ditemukan *overproduction* ketika produksi suatu tipe yang dilakukan berlebih karena *planning* produksi dimajukan dan *waiting* ketika pekerja menunggu datangnya barang dari proses sebelumnya, dan saat mesin tidak bisa bekerja dan harus menunggu pekerja selesai mengangkut barang. *Waste non-utilized talent*,

ditemukan pada stasiun kerja tempat meletakkan komponen pendukung, di mana pekerja pada stasiun kerja ini seringkali menganggur. *Waste transportation*, ditemukan saat barang harus selesai dicek oleh QC dan dibawa ke meja *foreman* yang tidak sejalur dengan arah barang. *Waste inventory* berupa barang jadi yang diletakkan pada area transit produksi atau barang WIP dalam bentuk kardus kosong yang menumpuk karena belum bisa diproses. *Waste motion* ditemukan ketika pekerja harus mendorong barang menuju mesin plakban atau saat operator harus mengambil buku panduan terlebih dahulu untuk memasukkan komponen. Terakhir, *waste extra-processing*, ditemukan ketika kardus TV harus diproses ulang ketika mesin plakban berhenti di tengah jalan.

Faktor penyebab terjadinya suatu *waste* bermacam-macam, bisa berasal dari manusia, metode, mesin, material, atau lingkungan. Beberapa faktor penyebab *waste* antara lain adalah lini produksi yang kurang seimbang, kelelahan pekerja, kurangnya rotasi pekerja, kurangnya koordinasi antar departemen, kurangnya pengawasan terhadap pekerja, penerapan SOP yang kurang ketat, kurangnya kesadaran dan motivasi pekerja terhadap hasil pekerjaannya, mesin yang kurang optimal, pemilihan *supplier* yang kurang tepat, dan *maintenance* yang kurang baik.

Rekomendasi perbaikan dibentuk berdasarkan FMEA. Dua rekomendasi perbaikan yang ditindaklanjuti untuk masalah dengan RPN tertinggi adalah melakukan *line balancing* dan mengatasi kelelahan pekerja. *Line balancing* yang dilakukan mampu meningkatkan efisiensi lintasan menjadi 92,87% dan menurunkan *smoothness index* menjadi 3,49. Selain itu, waktu siklus maksimal turun menjadi 10,893 dengan stasiun kerja sejumlah enam. Nilai stasiun kerja maksimal ini berada di bawah *tact time*. Untuk mengatasi kelelahan pekerja, disarankan untuk menggunakan *active seat* agar pekerja tidak terlalu capai tetapi masih bisa bekerja dengan produktif dan bergerak dengan nyaman.

Dari penelitian ini, peneliti memberikan saran kepada perusahaan untuk mempertimbangkan

rekomendasi perbaikan yang diajukan untuk meminimasi *waste*, khususnya rekomendasi untuk *waste* dengan RPN tertinggi yaitu *line balancing* dan penggunaan *active seat* dengan mempertimbangkan kondisi perusahaan. Untuk penelitian selanjutnya, peneliti dapat membahas lebih jauh mengenai rekomendasi perbaikan yang telah diajukan tetapi belum ditindaklanjuti, seperti misalnya perubahan *layout* untuk menyesuaikan penyusunan stasiun kerja yang baru atau penerapan *total productive maintenance* untuk menurunkan *downtime* dari mesin.

## 5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada seluruh karyawan dan staff Departemen Produksi, khususnya Bapak Susanto selaku pembimbing dan Bapak Nanang selaku *foreman* lantai *packing* yang telah membimbing dan memberikan informasi yang berharga selama proses penelitian berlangsung.

## 6. Daftar Pustaka

- Aditya, S., Rambe, J., & Siregar, K. (2013). Pengendalian kualitas dengan menggunakan diagram kontrol *mewma* dan pendekatan *lean six sigma* di PT. XYZ. *Jurnal Teknik Industri USU*.
- Aisyah, S. (2020). Perencanaan *lean manufacturing* untuk mengurangi pemborosan menggunakan *value stream mapping*. *Jurnal Optimasi Teknik Industri*.
- Annisa, N. A., Sugiono, & Tantrika, C. F. (2014). Pendekatan *lean six sigma* untuk mengurangi *waste* proses produksi brown paper (Studi kasus pabrik kertas Leces). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*.
- Azwir, H., & Pratomo, H. (2017). Implementasi *line balancing* untuk peningkatan efisiensi di *line welding*. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*.
- Dinesh, R., Kumar, V., & Krishnakumar, M. (2019). Capacity enhancement through *value stream mapping* and *line balancing* technique in compressor assembly *line*. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*.
- Duan, X., Youmin, H., Wu, B., & Lu, J. (2018). An improved artificial bee colony algorithm with MaxTF heuristic rule for two-sided assembly *line balancing* problem. *Frontiers of Mechanical Engineering*.
- Fakhrurozi, H., & Isshak, D. P. (2012). Pengukuran dan analisis OEE pada perusahaan pelumas. *Jurnal Online Universitas Indonesia*.
- Fitriyani, R., Saifudin, S., & Margareta, K. (2019.). Usulan perbaikan untuk pengurangan *waste* pada proses produksi dengan metode *lean manufacturing*. *Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri*.
- Gasperz, V. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Services Industries*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- GlobalWebIndex (2021). *Durasi Menonton TV & Layanan Streaming Video di Asia Tenggara*, diakses dari <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/03/31/masyarakat-asia-tenggara-menonton-tv-lebih-lama-dari-streaming-video> pada 12 April 2022.
- Havi, N. F., Lubis, M. Y., & Yanuar, A. A. (2018). Penerapan metode 5s untuk meminimasi *waste motion*. *Jurnal Integrasi Sistem Industri*.
- Kamaruddin, N. H., & Rashid, M. F. (2017). Modelling of Simple Assembly *Line Balancing* Problem Type 1 (SALBP-1) with machine and worker constraints. *International PostGraduate Conference on Applied Science & Physics 2017*.
- Lestari, K., & Susandi, D. (2018). Penerapan *Lean Manufacturing* untuk mengidentifikasi *waste* pada proses produksi kain knitting di lantai produksi PT. XYZ. *10th Industrial Research Workshop and National Seminar*.
- Nasution, A., & Humaira, C. (2020). Penyeimbangan stasiun kerja dalam produksi ragum dengan menggunakan metode Helgeson-Birnie. *TALENTA Conference Series: Energy & Engineering*.
- Nisanti, A., & Puspitasari, N. B. (2021). Implementasi *lean six sigma* dan *root cause analysis* untuk mengurangi *waste* proses dempul dan cat. *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC*.
- Pujotomo, D., & Rusanti, D. N. (2015). Usulan Perbaikan untuk meningkatkan produktivitas fillingplant dengan pendekatan *lean manufacturing* pada PT SMART Tbk Surabaya. *Jurnal Teknik Industri*.
- Putri, L. S., Yanuar, A. A., & Suryadhini, P. (2018). Perancangan *line balancing* untuk meminimasi *waste waiting* pada proses produksi modul surya 260WP PT XYZ dengan pendekatan *lean manufacturing*. *e-Proceeding of Engineering*.
- Rinaldi, M., Kurniawan, D., & Zaini, M. (2016). Usulan perbaikan proses produksi pada lantai produksi roland chair menggunakan konsep *lean manufacturing*. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*.
- Setiawan, Y. T. (2016). Perbaikan Proses produksi gula menggunakan metode *lean manufacturing* di PG Meritjan Kediri. *Tesis Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.

- Setyowati, D. L., Shaluhiyah, Z., & Widjasena, B. (2014). Penyebab kelelahan kerja pada pekerja mebel. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*.
- Siregar, Nasution, A. A., Andayani, U., Sari, R. M., Syahputri, K., & Anizar. (2021). *Lean manufacturing analysis to reduce waste on production process on fan products. 10th International Conference Numerical Analysis in Engineering*.
- Susanti, E. F. (2017). Implementasi *lean manufacturing* dalam meminimalkan non value added produksi fine flexible packaging. *Tesis Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Sutapa, I. N., Rahardjo, J., Widyadana, I. G., & Widjaja, E. (2014). Peningkatan mutu buah apel sepanjang rantai pasok dari pascapanen sampai display super market. *Seminar Nasional Hasil Penelitian*. Malang.