

Analysis of Waste Causes in the Dry Lamination Process Using Lean Manufacturing and Kaizen Methods

[Analisis Penyebab Waste pada Proses Dry Lamination Menggunakan Metode Lean Manufacturing dan Kaizen]

Danang Dwi Kurniawan ¹⁾, Atikha Sidhi Cahyana ^{*2)}

¹⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: atikhasidhi@umsida.ac.id

Abstract. PT XYZ is a company that manufactures various types of flexible packaging. Its production process involves several steps, one of which is dry lamination. During this process, the company faces issues due to the significant amount of time spent on non-value-added activities—specifically, 54.41% of the total process time of 4,080 seconds. This situation indicates the presence of waste, rendering the production process inefficient. This study aims to identify the types of waste present, analyze their root causes, and formulate improvement strategies using lean manufacturing and Kaizen methodologies. Value stream mapping was employed to identify specific activities, while fishbone diagrams and the 5W+1H method were used to determine the causes of the waste. The findings indicate that the primary types of waste include unnecessary motion, material handling, rework, errors, and waiting times—stemming from factors related to personnel, equipment, processes, materials, measurement methods, and the work environment. Proposed improvements include implementing standardized work, standardizing machine parameters, arranging equipment based on the point-of-use principle, optimizing material flow, utilizing checksheets, and reducing waiting times. Evaluation results show a reduction in total processing time to 3,350 seconds, an increase in value-added activities to 55.52%, and a decrease in non-value-added activities to 4.93%.

Keywords - Dry lamination, Lean manufacturing, Waste, Value Stream Mapping, Kaizen.

Abstrak. PT XYZ adalah perusahaan yang memproduksi berbagai macam kemasan fleksibel. Proses produksi perusahaan ini terdiri dari beberapa langkah, salah satunya adalah proses dry lamination. Dalam proses ini, perusahaan mengalami masalah karena memakan banyak waktu untuk melakukan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, yaitu mencapai 54,41% dari total waktu proses 4.080 detik. Kondisi ini menunjukkan adanya pemborosan yang membuat proses produksi menjadi tidak efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis pemborosan yang terjadi, menganalisis penyebabnya, serta merumuskan gagasan perbaikan dengan metode lean manufacturing dan Kaizen. Analisis ini menggunakan value stream mapping untuk mengidentifikasi aktivitas, kemudian menggunakan fishbone diagram dan metode 5W+1H untuk mengetahui penyebab terjadinya pemborosan. Penelitian menunjukkan bahwa jenis-jenis utama pemborosan meliputi gerakan yang tidak diperlukan, pemindahan barang, pengerjaan yang berulang, kesalahan, serta waktu tunggu yang disebabkan oleh faktor-faktor seperti manusia, peralatan, proses, material, metode pengukuran, dan lingkungan kerja. Perubahan yang disarankan meliputi standardized work, standarisasi parameter mesin, penataan peralatan berdasarkan point of use, perbaikan aliran material, penggunaan checksheet, dan pengurangan waktu tunggu. Hasil evaluasi menunjukkan penurunan waktu proses menjadi 3.350 detik, peningkatan aktivitas value added menjadi 55,52%. serta penurunan aktivitas non-value added menjadi 4,93%.

Kata Kunci - Dry lamination, Lean manufacturing, Waste, Value Stream Mapping, Kaizen.

I. PENDAHULUAN

Industri kemasan fleksibel perlu memastikan kualitas produk yang konsisten serta kelancaran proses produksi demi memenuhi kebutuhan pelanggan. Salah satu tahapan yang berperan penting dalam menghasilkan kemasan berkualitas adalah proses *dry lamination*, yaitu proses penyatuan dua atau lebih lapisan material menggunakan perekat (*adhesive*) sehingga diperoleh karakteristik kemasan sesuai spesifikasi pelanggan. Namun, pada pelaksanaannya masih dijumpai berbagai bentuk pemborosan (*waste*) yang dapat menurunkan kualitas produk, mengurangi efisiensi proses, serta meningkatkan biaya produksi akibat *reject* dan *rework*. Berdasarkan data produksi periode September 2025 hingga Januari 2026, total produksi mencapai 18.645.000 meter. Selama periode tersebut masih ditemukan berbagai jenis *waste* pada proses *dry lamination* yang berpotensi menurunkan performa proses produksi. Kondisi ini menunjukkan bahwa ada aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah yang nyata, sehingga penting untuk mengetahui penyebab utamanya dan mengambil langkah yang tepat untuk mengatasinya [1].

Salah satu cara umum untuk meningkatkan kinerja proses adalah melalui *lean manufacturing*. Konsep ini berfokus pada identifikasi dan penghapusan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, sehingga perusahaan dapat memanfaatkan sumber dayanya secara optimal. Dalam praktiknya, *value stream mapping* digunakan untuk

memetakan aliran material dan informasi dalam suatu proses, yang membantu mengidentifikasi titik-titik terjadinya pemborosan [2]. Selain itu, penerapan Kaizen menjadi strategi yang mendukung proses perbaikan secara berkelanjutan (*continuous improvement*) [3]. Kaizen menekankan pentingnya evaluasi terhadap kondisi yang ada, kemudian melakukan perbaikan secara bertahap melalui pendekatan yang sistematis sehingga mampu meningkatkan produktivitas, menekan biaya, mengurangi waktu proses, serta meningkatkan kepuasan pelanggan [4].

Penelitian yang dilakukan oleh Qur'ani menunjukkan bahwa kualitas produk adalah hal utama yang memengaruhi seberapa tingkat kepuasan para pelanggan, sehingga perusahaan perlu meningkatkan mutu produk dengan menekan tingkat kecacatan hingga mendekati *zero waste* [5]. Penelitian Sandy menunjukkan bahwa kualitas produk tidak hanya bergantung pada cara membuatnya, tetapi juga pada lingkungan tempat pekerja bekerja, karena kondisi tersebut memengaruhi kemampuan pekerja dan jumlah barang yang mereka hasilkan [6]. Sementara itu, Penelitian Sholikin menyebutkan bahwa pemborosan adalah aktivitas yang tidak memberikan manfaat tambahan dan bisa mengurangi efisiensi kerja bisnis, terutama jika terdapat banyak produk yang tidak memenuhi standar selama proses produksi [7].

PT XYZ adalah perusahaan yang memproduksi berbagai jenis kemasan fleksibel menggunakan mesin cetak *rotogravure*, seperti *roll*, *standing pouch*, *center seal*, dan *three side seal* [8]. Untuk menjamin produk sesuai standar mutu serta meningkatkan efisiensi biaya produksi, Perusahaan memeriksa kualitas pada setiap tahap pembuatan produk [9]. *Lean manufacturing* adalah metode yang bertujuan untuk membuat proses menjadi lebih efisien dengan cara mengidentifikasi dan menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, sehingga penggunaan sumber daya menjadi lebih optimal tanpa mengurangi nilai produk bagi pelanggan [10]. Gagasan-gagasan dari sistem produksi Toyota bertujuan untuk menjadikan proses produksi lebih baik, lebih cepat, dan berfokus pada pengurangan pemborosan [11]. *Lean manufacturing* bertujuan mempercepat produksi dengan menghilangkan langkah-langkah yang tidak memberikan nilai tambah, sehingga keseluruhan proses menjadi lebih efisien. Dalam manufaktur, pemborosan mengacu pada tindakan apa pun yang tidak meningkatkan kualitas produk dan dikelompokkan ke dalam tujuh kategori. Produksi berlebihan, penumpukan stok yang berlebihan, cacat produk, gerakan yang tidak perlu, pemindahan barang secara berlebihan, pengerjaan yang melebihi kebutuhan, serta waktu yang terbuang [12].

Penelitian mengenai identifikasi penyebab *waste* pada proses *dry lamination* di industri kemasan fleksibel masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian hanya berfokus pada identifikasi pemborosan tanpa mengintegrasikan pemetaan proses menggunakan *value stream mapping*, diagram tulang ikan untuk menemukan alasan utama di balik suatu masalah, dan menciptakan ide perbaikan berdasarkan prinsip-prinsip Kaizen. Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis pemborosan yang paling umum terjadi, menelaah penyebabnya dengan menggunakan metode dari *lean manufacturing*. Serta, menyusun usulan perbaikan berbasis Kaizen sehingga jumlah *waste* dapat dikurangi dan efisiensi proses produksi dapat ditingkatkan. Sehingga tujuan penelitian adalah mengidentifikasi *waste* dominan pada proses *dry lamination*, menganalisis faktor penyebab terjadinya *waste*, serta menyusun saran perbaikan menggunakan metode *lean manufacturing* dan Kaizen untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan efektivitas proses produksi.

II. METODE

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT XYZ, sebuah perusahaan manufaktur yang memproduksi kemasan fleksibel dan berlokasi di Sidoarjo, Jawa Timur. Penelitian berlangsung selama lima bulan, dimulai pada bulan September 2025 dan berakhir pada bulan Januari 2026. Selama periode tersebut melakukan studi lapangan, mengumpulkan data, mengolah informasi, serta menyusun laporan penelitian. Objek penelitian difokuskan pada proses *dry lamination*, mulai dari proses persiapan material hingga menghasilkan produk laminasi. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi jenis-jenis *waste* yang muncul selama proses produksi, menganalisis penyebab timbulnya *waste* tersebut, serta merumuskan cara-cara efektif untuk mengurangi *waste* dan meningkatkan kinerja proses produksi.

2. Langkah-langkah Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan memperhatikan secara teliti proses *dry lamination* agar memahami bagaimana cara kerjanya dan menemukan masalah yang terjadi. Selanjutnya, dilakukan wawancara dengan para pekerja dan pihak-pihak terkait sambil mengumpulkan data mengenai produksi dan pemborosan yang terjadi selama masa penelitian. Data yang dikumpulkan digunakan untuk mengetahui kondisi sebenarnya dari proses tersebut dan menentukan aktivitas mana yang menyebabkan timbulnya pemborosan. Setelah mempelajari *waste* yang ditemukan dan mengerti mengapa terjadi, maka disusunlah usulan perbaikan berdasarkan hasil penelusuran tersebut. Tahap terakhir melibatkan pengecekan terhadap usulan perubahan dengan membandingkan situasi sebelum dan sesudah perubahan serta pembuatan laporan yang mencakup hasil temuan, hal-hal yang dipelajari, dan saran tindakan selanjutnya.

2.1 Pengambilan Data

Data penelitian mencakup data primer maupun sekunder. Informasi utama dikumpulkan melalui pengamatan langsung dan wawancara dengan praktisi perusahaan untuk memperoleh informasi mengenai metode kerja operator, kondisi mesin, penggunaan bahan baku, serta kegiatan yang dapat menghasilkan *waste*. Sementara itu, data sekunder

didapatkan dari dokumen perusahaan. yang meliputi laporan *waste* proses *dry lamination*, data hasil produksi, laporan inspeksi *Quality Control* (QC), spesifikasi bahan baku, serta dokumen Standar Operasional Prosedur (SOP). Seluruh data tersebut digunakan untuk mengidentifikasi jenis *waste*, menganalisis faktor penyebabnya, dan meninjau efisiensi proses produksi melalui penerapan metode *lean manufacturing* dan Kaizen.

2.2 Value Stream Mapping (VSM)

Value stream mapping adalah alat yang digunakan dalam *lean manufacturing* untuk menggambarkan aliran nilai, mulai dari penerimaan bahan baku hingga pembuatan produk akhir. VSM memperlihatkan bagaimana material dan informasi bergerak melalui setiap tahapan proses produksi. Hal ini membantu mengidentifikasi aktivitas yang bernilai maupun yang tidak bernilai secara sistematis. Dengan demikian, VSM membantu menemukan pemborosan serta menyusun rencana untuk menjadikan proses produksi lebih efisien dan efektif [13].

2.3 Current State Mapping

Current state mapping memperlihatkan situasi nyata dari proses produksi serta digunakan untuk menjelaskan seluruh aktivitas, alur perpindahan material, cara pertukaran informasi, dan durasi waktu yang dihabiskan pada setiap tahapan produksi. Melalui pemetaan ini, dapat mengidentifikasi setiap aktivitas beserta waktu pelaksanaannya, yang membantu dalam memahami aspek mana yang memberikan nilai tambah dan mana yang tidak. Serta, mengidentifikasi area terjadinya pemborosan, yang menjadi dasar bagi penyusunan saran perbaikan. Pemetaan kondisi saat ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai proses produksi yang berjalan saat ini. Hal ini membantu dalam mengevaluasi kinerja proses tersebut serta menyusun peta kondisi masa depan yang menggambarkan bagaimana seharusnya proses itu berjalan setelah dilakukan perbaikan [14].

2.4 Identifikasi Waste

Waste diidentifikasi melalui pengamatan langsung terhadap proses *dry lamination* dengan mengacu pada konsep *seven waste* diantaranya *overproduction inventory*, *defects*, *motion*, *transportation*, *overprocessing*, dan *waiting*. Setiap tahapan proses ditinjau untuk menemukan tindakan yang berpotensi menimbulkan pemborosan. Proses identifikasi ini juga mempertimbangkan durasi pemrosesan, alur perpindahan material, pergerakan operator, serta tindakan apa pun yang tidak memberikan nilai tambah. Hasil analisis membantu menentukan jenis pemborosan yang paling sering terjadi; informasi ini kemudian digunakan untuk menelusuri penyebab masalah serta mengidentifikasi langkah-langkah spesifik dalam proses *dry lamination* yang perlu diperbaiki.

2.5 Fishbone Diagram

Fishbone diagram adalah alat yang membantu untuk meninjau dan mengelompokkan berbagai faktor yang mungkin menjadi penyebab suatu masalah secara jelas dan terorganisir. Metode ini diciptakan oleh Kaoru Ishikawa dan juga dikenal sebagai diagram sebab-akibat, diagram Ishikawa, atau diagram tulang ikan. Alat ini membantu menemukan akar penyebab masalah, sehingga memudahkan pengambilan langkah yang tepat untuk mengatasinya. Analisis ini mengelompokkan penyebab masalah ke dalam beberapa kategori utama, seperti manusia, peralatan, prosedur, material, pengukuran, dan lingkungan [15].

2.6 Analisis 5W+ 1H

Analisis 5W+1H merupakan metode untuk meninjau dan memahami penyebab terjadinya pemborosan di enam aspek utama, diantaranya. Jenis pemborosan, lokasi kejadian, waktu kejadian, pihak yang terlibat, alasan terjadinya, serta cara mengatasinya. Pendekatan ini membantu memperoleh pemahaman yang komprehensif terhadap akar permasalahan sehingga usulan perbaikan yang dihasilkan menjadi lebih tepat sasaran dan efektif dalam mendukung peningkatan efisiensi proses produksi [16].

2.7 Kaizen

Kaizen merupakan konsep *continuous improvement* yang berorientasi pada perbaikan proses secara berkesinambungan melalui keterlibatan seluruh elemen organisasi. Penerapan metode ini tidak hanya bertujuan meningkatkan produktivitas melalui penyempurnaan proses operasional, hal ini juga mengurangi kegiatan yang tidak perlu, meningkatkan kualitas produk, serta memanfaatkan sumber daya secara lebih efisien. Selain itu, Kaizen menjadi pedoman dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan menghilangkan berbagai potensi permasalahan yang memengaruhi kinerja proses, sehingga tercipta sistem produksi yang lebih efektif, efisien, dan berkelanjutan [17].

2.8 Future State Mapping

Future state mapping adalah proses yang menggambarkan bagaimana proses produksi akan berjalan setelah dilakukan perbaikan, berdasarkan analisis terhadap peta kondisi saat ini. Proses ini berupaya memangkas aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, sehingga alur kerja menjadi lebih lancar dan kinerjanya lebih baik. Pemetaan ini dilakukan dengan menghapus aktivitas tambahan, menetapkan langkah-langkah kerja standar, serta memastikan pembagian beban kerja yang merata di berbagai stasiun kerja. *Future state mapping* menggambarkan seperti apa sistem yang telah disempurnakan tersebut, sekaligus membantu merumuskan saran untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi proses produksi [18].

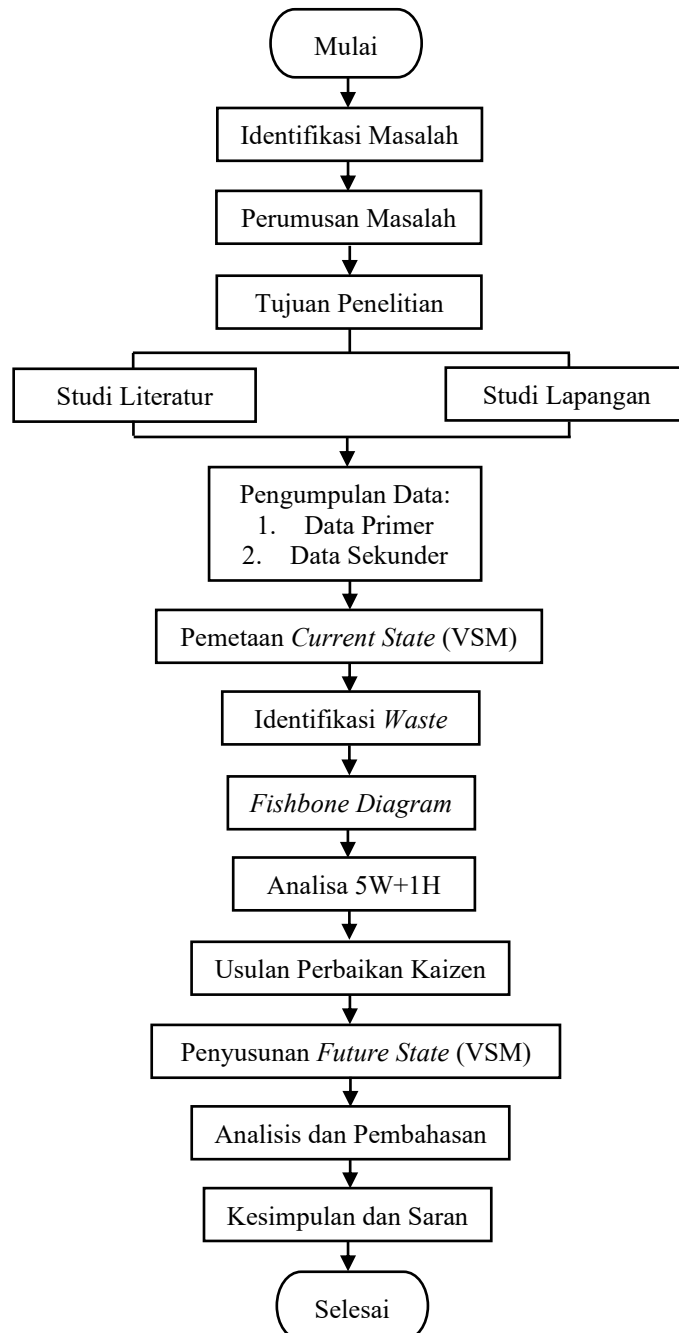
2.9 Analisis dan Pembahasan

Analisis dan pembahasan didasarkan pada informasi yang dikumpulkan melalui pengamatan proses, wawancara secara langsung, dan pemeriksaan dokumen selama proses *dry lamination*. Data tersebut dianalisis menggunakan

metode *value stream mapping* untuk membedakan antara tugas yang memberikan nilai tambah dan yang tidak. Selanjutnya, jenis pemborosan utama dikaji menggunakan *fishbone diagram* guna mengidentifikasi penyebab utamanya pada berbagai aspek. Hasil analisis digunakan untuk merumuskan usulan perbaikan melalui metode Kaizen, dengan langkah-langkah perbaikan spesifik yang ditentukan berdasarkan kondisi aktual proses produksi.

2.10 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan ini diambil setelah meninjau data yang telah diproses dan dianalisis untuk mencapai tujuan penelitian, yaitu mengidentifikasi dan memahami penyebab terjadinya *waste* dalam proses *dry lamination*. Kesimpulan tersebut mencakup jenis-jenis *waste* yang paling umum, penyebab utamanya, serta hasil dari perbaikan yang disarankan. Laporan ini menyajikan sejumlah gagasan untuk dipertimbangkan oleh perusahaan guna membantu mengurangi *waste* dan meningkatkan efisiensi proses produksi. Saran-saran ini juga dapat menjadi acuan bagi penelitian di masa mendatang, sehingga memungkinkan eksplorasi lebih mendalam terhadap topik-topik yang belum tercakup dalam penelitian ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Gambar 1 menunjukkan bahwa penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi dan mendefinisikan secara jelas masalah terkait pemborosan dalam proses *dry lamination*. Selanjutnya, penelitian mencakup tinjauan pustaka, studi lapangan, serta pengumpulan data primer dan sekunder. Setelah itu, kondisi proses aktual digambarkan menggunakan *current state mapping* untuk mengidentifikasi jenis-jenis pemborosan utama. Kemudian, penyebab di balik pemborosan tersebut dianalisis menggunakan *fishbone diagram* dan metode 5W+1H. Berdasarkan analisis ini, saran perbaikan dirumuskan menggunakan pendekatan Kaizen dan disajikan melalui *future state mapping* untuk memperlihatkan gambaran proses setelah perbaikan diterapkan. Bagian akhir penelitian membahas hasil yang diperoleh, memberikan saran perbaikan, serta merumuskan kesimpulan dan gagasan untuk penelitian selanjutnya.

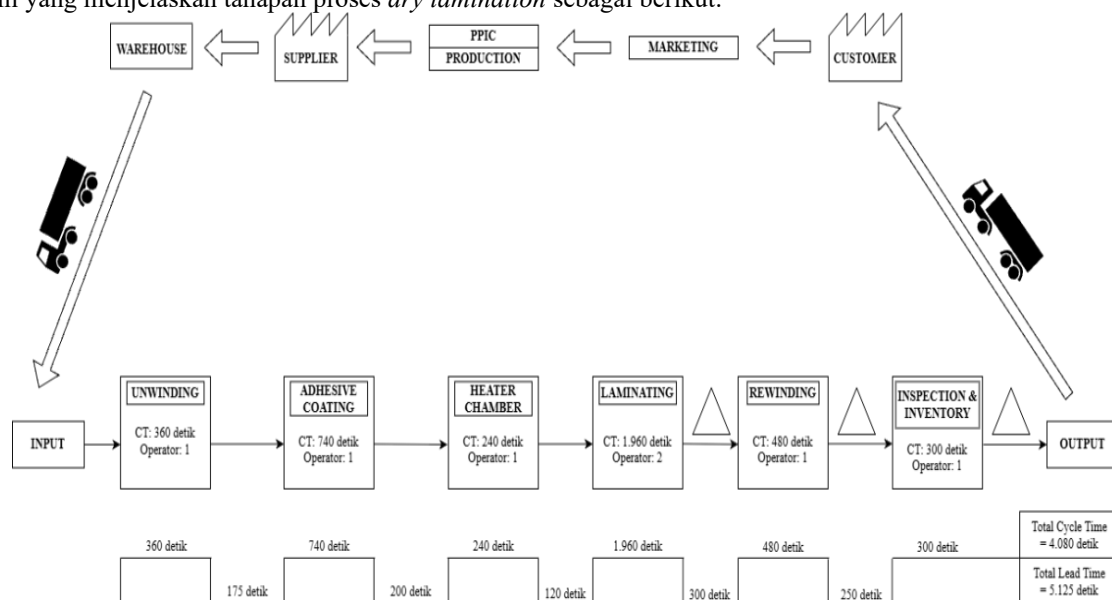
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan menunjukkan situasi sebenarnya dari proses *dry lamination* di PT XYZ, sebuah perusahaan yang bergerak di bidang industri kemasan fleksibel. Analisis dimulai dengan melihat langkah-langkah proses dan aktivitas produksi agar memahami cara kerja saat ini serta menemukan kegiatan yang bisa menyebabkan pemborosan (*waste*). Selanjutnya, metode *value stream mapping* digunakan untuk memilah aktivitas menjadi tiga jenis, yaitu aktivitas bernilai tambah (*value-added*), aktivitas tidak bernilai tambah (*non-value-added*), serta aktivitas yang tidak bernilai tambah tetapi tetap dibutuhkan (*necessary non-value-added*). Metode ini juga membantu mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan untuk setiap kegiatan.

Hasil analisis kemudian dilihat lebih dalam lagi dengan menggunakan *fishbone diagram* agar bisa mengetahui jenis pemborosan yang paling banyak terjadi dan apa penyebabnya. Dengan menerapkan metode 5W+1H, solusi yang spesifik dibuat berdasarkan penyebab yang sudah ditemukan, sedangkan metode Kaizen digunakan untuk mendukung peningkatan yang terus-menerus. Penelitian ini membandingkan kondisi sebelum dan setelah perbaikan untuk mengamati perubahan waktu yang dibutuhkan dalam proses, bagian pekerjaan yang memberikan manfaat tambahan, serta seberapa besar pengurangan aktivitas yang tidak memberikan manfaat tambahan dalam proses *dry lamination* tersebut.

1. Current State Mapping

Current state mapping dibuat agar dapat menampilkan dengan jelas proses produksi *dry lamination* di PT XYZ. Peta ini menunjukkan langkah-langkah kerja secara berurutan, mulai dari penggunaan bahan hingga terbentuknya produk jadi yang siap untuk tahap pemrosesan berikutnya. Setiap tahapan dalam proses diperiksa agar bisa membedakan antara aktivitas yang bernilai tambah dan tidak bernilai tambah. Gambar 2 menampilkan peta kondisi saat ini yang menjelaskan tahapan proses *dry lamination* sebagai berikut:



Gambar 2. Current State Mapping

Pemetaan kondisi saat ini membantu mengidentifikasi situasi sebenarnya dari alur proses produksi mesin *dry lamination* menggunakan *value stream mapping*. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa total waktu siklus adalah 4.080 detik dan *lead time* adalah 5.125 detik. Angka ini setara dengan 85,42 menit atau 1,42 jam untuk setiap gulungan. Data tersebut mengindikasikan adanya aktivitas dalam proses yang tidak memberikan nilai tambah, sehingga diperlukan usulan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi proses produksi. Selanjutnya, hasil pemetaan digunakan sebagai dasar untuk mengidentifikasi dan menganalisis jenis *waste* yang terjadi pada proses *dry lamination*.

2. Identifikasi Waste

Dalam *process activity mapping*, aktivitas yang terlibat pada proses *dry lamination* dikelompokkan menjadi tiga jenis: *Value Added* (VA), *Non-Value Added* (NVA), dan *Necessary Non-Value Added* (NNVA). Aktivitas *value added* adalah proses yang memberikan nilai tambah atau meningkatkan kualitas produk. Aktivitas *necessary non-value added* adalah langkah-langkah yang tidak memberikan nilai tambah namun tetap diperlukan dalam pembuatan produk. Aktivitas *non-value added* adalah proses yang tidak memberikan nilai tambah dan berpotensi menimbulkan pemborosan. Hasil klasifikasi aktivitas ini disajikan dalam tabel 1 berikut.

Tabel 1. Process Activity Mapping

No	Jenis Aktivitas	Waktu (detik)	O	T	I	D	S	Kategori
1	Material dipindahkan dari area WIP ke mesin	30		•				NNVA
2	Memasang <i>roll</i> material pada <i>shaft unwinder</i>	70	•					NNVA
3	Mengunci <i>chuck</i> dan posisi <i>roll</i>	40	•					NNVA
4	Mengatur <i>tension</i> material	90	•					NNVA
5	Menjalankan material menuju <i>coating unit</i>	60		•				NNVA
6	Pemeriksaan posisi material	40			•			NNVA
7	Menunggu persetujuan operator	30				•		NVA
8	Menyiapkan <i>adhesive</i> pada <i>tank</i>	90	•					NNVA
9	Memompa <i>adhesive</i> menuju <i>coating roll</i>	70		•				NNVA
10	Pelapisan <i>adhesive</i> pada <i>film</i>	280	•					VA
11	Pemeriksaan ketebalan <i>coating</i>	120			•			NNVA
12	Penyesuaian <i>coating weight</i>	90	•					NNVA
13	Menunggu stabilisasi <i>coating</i>	90				•		NVA
14	Material memasuki ruang <i>heater</i>	30		•				NNVA
15	Proses pengeringan <i>adhesive</i>	120	•					VA
16	Pemeriksaan temperatur <i>heater</i>	40			•			NNVA
17	Penyesuaian suhu bila diperlukan	20	•					NNVA
18	Menunggu temperatur stabil	30				•		NVA
19	Penyatuan dua lapisan <i>film</i>	760	•					VA
20	Penekanan menggunakan <i>nip roll</i>	420	•					VA
21	Pengaturan <i>tension</i> kedua material	240	•					NNVA
22	<i>Monitoring bubble</i> dan <i>blushing</i>	180			•			NNVA
23	Koreksi parameter mesin	120	•					NNVA
24	Menunggu hasil laminasi stabil	140				•		NVA
25	Perpindahan material menuju <i>rewinder</i>	100		•				NNVA
26	Material masuk ke <i>rewinder</i>	50		•				NNVA
27	Penggulungan hasil laminasi	230	•					VA
28	Pengaturan <i>tension rewinding</i>	100	•					NNVA
29	Pemotongan akhir <i>roll</i>	50	•					VA
30	Pemeriksaan <i>visual</i> hasil gulungan	30			•			NNVA
31	Menunggu pergantian <i>roll</i>	20				•		NVA
32	Pemeriksaan kualitas akhir	120			•			NNVA
33	Pemberian label identitas hasil jadi	40	•					NNVA
34	Pemindahan ke area <i>finished goods</i>	50		•				NNVA
35	Penyimpanan di area <i>rack inventory</i>	60					•	NNVA
36	Menunggu proses penurunan berikutnya	30				•		NVA
Total		4080	16	7	6	6	1	36

Pemetaan aktivitas proses mengidentifikasi 36 aktivitas, yang mencakup 6 aktivitas bernilai tambah atau *value added* dengan total waktu 1.860 detik, 6 aktivitas tidak bernilai tambah atau *non-value added* dengan total waktu 340 detik, serta 24 aktivitas yang diperlukan namun tidak bernilai tambah *necessary non-value added* dengan total waktu 1.880 detik. Aktivitas-aktivitas NVA tersebut sebagian besar dipengaruhi oleh penundaan pada berbagai tahapan proses, seperti menunggu persetujuan operator, memastikan stabilitas lapisan (*coating*), menunggu stabilisasi suhu, penyelesaian laminasi, penggantian gulungan material, dan pengambilan produk. Aktivitas-aktivitas ini menjadi fokus utama dalam penyusunan rencana perbaikan proses, dengan tujuan mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi proses produksi. Sementara itu, aktivitas NNVA masih diperlukan untuk mendukung kelancaran proses produksi, namun diminimalkan melalui penyederhanaan alur kerja dan standarisasi prosedur operasional.

Tabel 2. Hasil Kategori VA, NVA, dan NNVA

No	Kategori Kegiatan	Jumlah Aktivitas	Waktu (detik)	Persentase
1	Value Added (VA)	6	1860	45.59%

No	Kategori Kegiatan	Jumlah Aktivitas	Waktu (detik)	Persentase
2	<i>Non-Value Added</i> (NVA)	6	340	8.33%
3	<i>Necessary Non-Value Added</i> (NNVA)	24	1880	46.08%
	Total	36	4080	100%

Berdasarkan kategori aktivitas VA, NVA, dan NNVA yang tercantum dalam tabel 2, proses *dry lamination* mencakup 36 aktivitas dengan total waktu penyelesaian 4.080 detik. Total ini terdiri dari 6 aktivitas bernilai tambah (VA) yang memakan waktu 1.860 detik (45,59%), 6 aktivitas tidak bernilai tambah (NVA) yang memakan waktu 340 detik (8,33%), serta 24 aktivitas yang tidak bernilai tambah namun diperlukan (NNVA) yang memakan waktu 1.880 detik (46,08%). Hasil ini menunjukkan bahwa aktivitas bernilai tambah hanya mencakup 45,59% dari total keseluruhan, sementara 54,41% sisanya merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah secara langsung pada produk. Hal ini mengindikasikan adanya peluang untuk meningkatkan efisiensi proses melalui pengurangan aktivitas yang tidak bernilai tambah serta perbaikan pada aktivitas yang tidak esensial.

Tabel 3. Ringkasan Analisis Seven Waste

No	Jenis Seven Waste	Kondisi pada Proses <i>Dry lamination</i>
1	<i>Overproduction</i>	Tidak ditemukan secara signifikan
2	<i>Inventory</i>	Terjadi penumpukan sementara hasil laminasi
3	<i>Defects</i>	<i>Bubble, blushing</i> , garis lem, keriput, <i>blocking</i> yang ditemukan
4	<i>Motion</i>	Pergerakan operator yang berlebihan
5	<i>Transportation</i>	Perpindahan material antar proses
6	<i>Overprocessing</i>	Penyetelan parameter mesin dan inspeksi kualitas yang dilakukan berulang
7	<i>Waiting</i>	Stabilisasi <i>coating</i> , temperatur <i>heater</i> , pergantian <i>roll</i> , dan persetujuan operator

Pada tabel 3 ditemukan enam jenis pemborosan pada proses *dry lamination*, yaitu *inventory*, *defects*, *motion*, *transportation*, *overprocessing*, dan *waiting*, sedangkan *overproduction* tidak ditemukan secara signifikan karena proses produksi dilakukan sesuai jadwal dan permintaan pelanggan. Pemborosan yang paling sering diamati meliputi aktivitas *motion* akibat pergerakan operator selama penyetelan mesin dan inspeksi, *waiting* karena waktu tunggu stabilisasi proses dan pergantian *roll*, serta *overprocessing* yang ditandai dengan penyetelan parameter dan inspeksi kualitas secara berulang. Selain itu, masih ditemukan pemborosan berupa *transportation* akibat perpindahan material antar proses, *inventory* berupa penumpukan sementara hasil laminasi, serta *defects* yang menunjukkan adanya produk yang tidak memenuhi standar kualitas. Hasil identifikasi ini menjadi dasar untuk melakukan analisis akar penyebab menggunakan *fishbone diagram*, sehingga dapat disusun usulan perbaikan yang tepat melalui pendekatan Kaizen dalam rangka meningkatkan efisiensi proses *dry lamination*.

Tabel 4. Perhitungan Persentase Waste

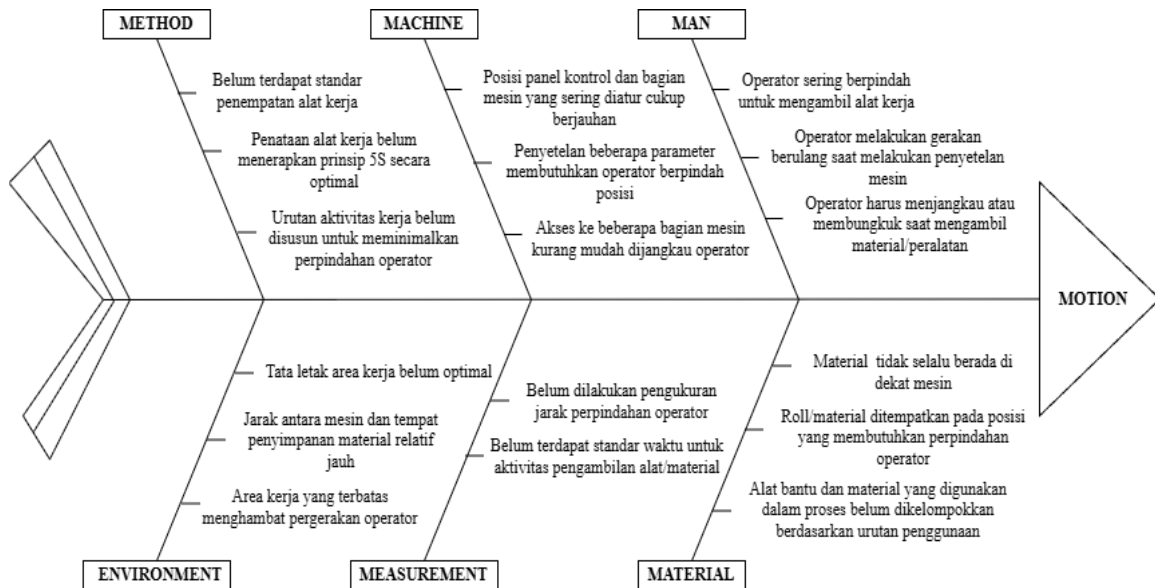
No	Jenis Waste	Jumlah Waktu (detik)	Persentase
1	<i>Inventory</i>	60	1.47%
2	<i>Defects</i>	350	8.58%
3	<i>Motion</i>	770	18.87%
4	<i>Transportation</i>	390	9.56%
5	<i>Overprocessing</i>	370	9.07%
6	<i>Waiting</i>	340	8.33%
	Total	2280	55.88%

Tabel 4 hasil identifikasi *seven waste* dari keseluruhan waktu proses sebesar 4.080 detik. Pemborosan terbesar berasal dari *motion* dengan waktu 770 detik (18,87%), yang disebabkan oleh aktivitas penyetelan mesin, pengaturan *tension*, serta pergerakan operator selama proses produksi. Selanjutnya, *transportation* menyumbang 390 detik (9,56%), *overprocessing* 370 detik (9,07%), *defects* 350 detik (8,58%), *waiting* 340 detik (8,33%), dan *inventory* 60 detik (1,47%). Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemborosan yang paling dominan berasal dari aktivitas yang berkaitan dengan pergerakan operator (*motion*), sedangkan *inventory* merupakan pemborosan dengan kontribusi paling kecil. Oleh karena itu, usulan perbaikan difokuskan pada pengurangan aktivitas *motion*, *transportation*, *overprocessing*, *defects*, dan *waiting* untuk meningkatkan efisiensi proses *dry lamination*.

3. Analisis Fishbone Diagram

Pada tahap berikutnya, analisis akar masalah dilakukan menggunakan diagram tulang ikan (*fishbone diagram*). Pemetaan aktivitas proses menunjukkan bahwa dari total waktu proses sebesar 4.080 detik, hanya 45,59% yang digunakan untuk aktivitas bernilai tambah. Sisanya, yaitu 54,41%, mencakup aktivitas yang diperlukan namun tidak memberikan nilai tambah serta aktivitas yang sama sekali tidak memberikan nilai tambah. Bagian-bagian ini berpotensi menimbulkan pemborosan (*waste*). Diagram tulang ikan digunakan untuk mengidentifikasi penyebab pemborosan pada aspek manusia, mesin, metode, material, pengukuran, dan lingkungan. Hal ini membantu merumuskan gagasan perbaikan yang terarah dengan menggunakan metode 5W+1H dan Kaizen. Analisis tersebut menunjukkan bahwa pemborosan dalam proses *dry lamination* berasal dari beberapa faktor yang saling berkaitan

seperti manusia, mesin, cara kerja, material yang digunakan, sistem pengukuran, dan lingkungan kerja sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Fishbone Diagram

Berdasarkan hasil identifikasi terhadap *seven wastes*, *motion* merupakan jenis pemborosan yang paling signifikan, dengan durasi 770 detik atau 18,87% dari total waktu proses sebesar 4.080 detik. Tingginya waktu yang dihabiskan untuk *motion* menunjukkan bahwa pergerakan operator merupakan sumber utama pemborosan dalam proses *dry lamination* karena memakan waktu paling banyak. Oleh karena itu, analisis *fishbone diagram* difokuskan pada pemborosan akibat *motion* untuk mengidentifikasi penyebabnya, khususnya yang berkaitan dengan pengaturan mesin, penyesuaian *tension*, penanganan peralatan atau material, serta pergerakan operator selama proses produksi. Dengan memahami penyebab-penyebab tersebut, usulan perbaikan dapat difokuskan pada pengurangan gerakan yang tidak perlu, sehingga proses menjadi lebih efisien.

Hasil analisis *fishbone diagram* menunjukkan bahwa adanya pemborosan karena gerakan yang disebabkan oleh beberapa faktor, seperti faktor *man*, *method*, *material*, *machine*, *measurement*, dan *environment*. Operator masih sering melakukan tindakan yang sama berulang kali ketika mengambil alat atau mengatur mesin yang termasuk kategori faktor *man*. Faktor *method* muncul karena belum ada aturan yang jelas mengenai cara meletakkan peralatan dan prosedur kerja yang bisa mengurangi gerakan operator. Dalam faktor *machine*, ada komponen yang harus digunakan atau diganti, sehingga operator harus bergerak. Faktor material berkaitan dengan tempat penyimpanan bahan dan peralatan tambahan, yang tidak selalu ditempatkan pada dekat area mesin. Sementara itu, faktor *environment* dipengaruhi oleh susunan tempat kerja dan jarak penyimpanan bahan yang belum sepenuhnya dirancang agar memudahkan pergerakan pekerja dengan lancar. Kemudian, faktor *measurement* menunjukkan bahwa tidak ada cara yang jelas untuk mengukur jarak atau frekuensi gerakan operator, sehingga mempersulit upaya mengontrol gerakan berlebihan dengan data kuantitatif yang tepat.

4. Analisis 5W+1H

Selanjutnya, hasil analisis *fishbone diagram* dilakukan analisis 5W+1H untuk menentukan usulan perbaikan terhadap *waste* pada proses *dry lamination*, yang difokuskan pada *motion*, *transportation*, *overprocessing*, *defects*, dan *waiting*. Analisis ini digunakan untuk menentukan perbaikan berdasarkan aspek *what*, *why*, *where*, *when*, *who*, dan *how*. Informasi diperoleh melalui wawancara dengan supervisor produksi, kepala bagian *dry lamination*, dan manajer QC sebagai dasar penentuan permasalahan dan usulan perbaikan. Berdasarkan hasil analisis tersebut, diperoleh usulan perbaikan yang disusun sesuai dengan akar penyebab *waste* dan kondisi aktual proses *dry lamination*, sebagaimana disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Analisis Waste

A. Analisis Waste Motion

5W+1H	Permasalahan	Perbaikan
<i>What</i>	Pergerakan operator berlebihan saat <i>setting</i> dan penyesuaian mesin.	Menyederhanakan aktivitas <i>setting</i> .
<i>Why</i>	Penempatan peralatan dan parameter belum optimal.	Menata peralatan agar mudah dijangkau.

5W+1H	Permasalahan	Perbaikan
<i>Where</i>	Area <i>unwinding</i> , <i>coating</i> , <i>laminating</i> , dan <i>rewinding</i> .	Menata area kerja setiap stasiun.
<i>When</i>	Saat <i>setting</i> , pergantian <i>roll</i> , dan koreksi parameter.	Menggunakan <i>checklist setting</i> .
<i>Who</i>	Operator <i>dry lamination</i> .	Memberikan standardisasi dan pelatihan kerja.
<i>How</i>	Mengurangi pergerakan yang tidak diperlukan.	Menerapkan <i>standardized work</i> dan penataan peralatan.
B. Analisis <i>Waste Transportation</i>		
5W+1H	Permasalahan	Perbaikan
<i>What</i>	Perpindahan material antar proses masih cukup sering.	Mengurangi perpindahan material yang tidak diperlukan.
<i>Why</i>	Jarak antar area kerja dan penempatan material belum optimal.	Menata alur dan lokasi material.
<i>Where</i>	Area <i>WIP</i> , mesin <i>dry lamination</i> , dan <i>finished goods</i> .	Mendekatkan lokasi material dengan proses terkait.
<i>When</i>	Saat pemindahan material sebelum dan setelah proses laminasi.	Menentukan jalur pemindahan yang lebih efisien.
<i>Who</i>	Operator dan petugas <i>material handling</i> .	Menetapkan standar pemindahan material.
<i>How</i>	Mengurangi jarak dan frekuensi perpindahan.	Menerapkan penataan material dan standar aliran material.
C. Analisis <i>Waste Overprocessing</i>		
5W+1H	Permasalahan	Perbaikan
<i>What</i>	Penyetelan parameter dan inspeksi dilakukan berulang.	Mengurangi penyetelan dan inspeksi yang tidak diperlukan.
<i>Why</i>	Belum terdapat standar parameter dan prosedur yang konsisten.	Menetapkan standar parameter proses.
<i>Where</i>	Area <i>coating</i> , <i>laminating</i> , dan <i>rewinding</i> .	Menetapkan standar kerja pada setiap stasiun.
<i>When</i>	Saat <i>setting</i> , koreksi parameter, dan pemeriksaan hasil.	Melakukan pemeriksaan sesuai standar yang ditetapkan.
<i>Who</i>	Operator dan petugas QC.	Menyamakan prosedur kerja operator dan QC.
<i>How</i>	Menstandarkan parameter dan metode inspeksi.	Menggunakan <i>standardized work</i> dan <i>checklist inspeksi</i> .
D. Analisis <i>Waste Defects</i>		
5W+1H	Permasalahan	Perbaikan
<i>What</i>	Ditemukan produk yang tidak sesuai standar kualitas.	Mengurangi terjadinya <i>defect</i> .
<i>Why</i>	Parameter proses dan kondisi material belum stabil.	Menstandarkan parameter proses dan pemeriksaan material.
<i>Where</i>	Pada proses <i>coating</i> , <i>drying</i> , dan <i>laminating</i> .	Memperketat pengendalian pada setiap tahapan proses.
<i>When</i>	Saat <i>setting</i> , <i>trial</i> awal, dan proses produksi.	Memperketat pengendalian pada setiap tahapan proses.
<i>Who</i>	Operator <i>dry lamination</i> dan bagian QC.	Meningkatkan koordinasi operator dan QC.
<i>How</i>	Mengendalikan parameter dan melakukan inspeksi berkala.	Menerapkan <i>standardized setting</i> , <i>checksheet</i> , dan inspeksi proses.
E. Analisis <i>Waste Waiting</i>		
5W+1H	Permasalahan	Perbaikan
<i>What</i>	Terjadi waktu tunggu selama proses produksi.	Mengurangi waktu tunggu yang tidak diperlukan.
<i>Why</i>	Proses masih membutuhkan waktu stabilisasi dan persetujuan sebelum dilanjutkan.	Menetapkan standar waktu dan prosedur proses.

5W+1H	Permasalahan	Perbaikan
<i>Where</i>	Pada proses <i>coating, drying, laminating</i> , dan pergantian <i>roll</i> .	Mengoptimalkan alur kerja pada setiap stasiun.
<i>When</i>	Saat stabilisasi proses, pergantian <i>roll</i> , dan menunggu persetujuan operator.	Melakukan persiapan sebelum proses dimulai.
<i>Who</i>	Operator <i>dry lamination</i> dan pihak terkait proses produksi.	Meningkatkan koordinasi antar bagian.
<i>How</i>	Mengurangi waktu tunggu melalui persiapan dan standardisasi proses.	Menerapkan <i>checklist</i> , standar waktu, dan koordinasi kerja.

Hasil analisis 5W+1H menunjukkan bahwa, pemborosan pada proses *dry lamination* meliputi *motion, transportation, overprocessing, defects*, dan *waiting*. Permasalahan tersebut ditandai dengan pergerakan operator yang berlebihan, perpindahan material antar proses, penyetelan parameter dan inspeksi berulang, ketidaksesuaian hasil proses, serta waktu tunggu selama stabilisasi proses dan pergantian *roll*. Usulan perbaikan diarahkan pada standardisasi parameter dan metode kerja, penataan area dan aliran material, penggunaan *checksheet*, pengaturan waktu proses, serta peningkatan koordinasi operator dan QC. Selain itu, persiapan material dan parameter sebelum produksi dilakukan untuk mengurangi waktu tunggu dan aktivitas yang tidak diperlukan. Penerapan perbaikan secara bertahap melalui konsep Kaizen diharapkan dapat mengurangi *waste*, mengoptimalkan aktivitas NNVA, memperpendek waktu proses, serta meningkatkan efisiensi proses *dry lamination*. Hasil usulan tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar penyusunan *future state mapping* untuk menggambarkan kondisi proses setelah perbaikan.

E. Rekomendasi Perbaikan Kaizen

Rekomendasi perbaikan melalui pendekatan Kaizen difokuskan pada pengurangan *motion, transportation, overprocessing, defects*, dan *waiting* yang menjadi sumber pemborosan pada proses *dry lamination*. Usulan tersebut diharapkan mampu mengurangi aktivitas yang tidak bernilai tambah dan meningkatkan efisiensi proses yang dijabarkan dalam tabel 6.

Tabel 6. Rekomendasi Perbaikan Kaizen

No	Jenis Waste	Permasalahan Utama	Rekomendasi Perbaikan Kaizen	Hasil yang Diharapkan
1	<i>Motion</i>	Pergerakan operator berlebihan saat <i>setting</i> dan penyesuaian mesin.	Menata peralatan pada <i>point of use</i> , membuat <i>checksheet setting</i> , dan menerapkan <i>standardized work</i> serta meningkatkan efisiensi aktivitas kerja [13].	Memudahkan pergerakan operator dengan lancar diharapkan mampu meningkatkan efisiensi.
2	<i>Transportation</i>	Perpindahan material antar proses masih menambah waktu proses.	Menata area <i>WIP</i> dan membuat aliran material yang lebih pendek dan terarah [16].	Mengurangi jarak dan waktu perpindahan material.
3	<i>Overprocessing</i>	Penyetelan parameter dan inspeksi dilakukan berulang.	Menetapkan standar parameter proses dan metode inspeksi menggunakan <i>checksheet</i> [14].	Mengurangi aktivitas berulang dan waktu proses.
4	<i>Defects</i>	Terdapat ketidaksesuaian hasil proses terhadap standar kualitas.	Melakukan standardisasi parameter mesin, pemeriksaan material, dan inspeksi berkala [8].	Mengurangi <i>defect</i> dan meningkatkan konsistensi kualitas.
5	<i>Waiting</i>	Waktu tunggu terjadi pada stabilisasi proses, pergantian <i>roll</i> , dan persetujuan operator.	Melakukan persiapan material dan parameter sebelum proses serta menetapkan standar waktu stabilisasi [11].	Mengurangi waktu tunggu dan memperpendek <i>lead time</i> .

Rekomendasi perbaikan Kaizen pada tabel 6, perbaikan difokuskan pada pengurangan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah melalui standardisasi kerja, penataan aliran material, pengendalian parameter, dan peningkatan koordinasi antarbagian. Perbaikan dilakukan secara bertahap dan berkelanjutan agar proses *dry lamination* menjadi lebih efisien, stabil, dan konsisten. Selanjutnya, rekomendasi tersebut digunakan sebagai dasar penyusunan *future state mapping* untuk menggambarkan kondisi proses setelah perbaikan.

F. Penyusunan Future State Mapping

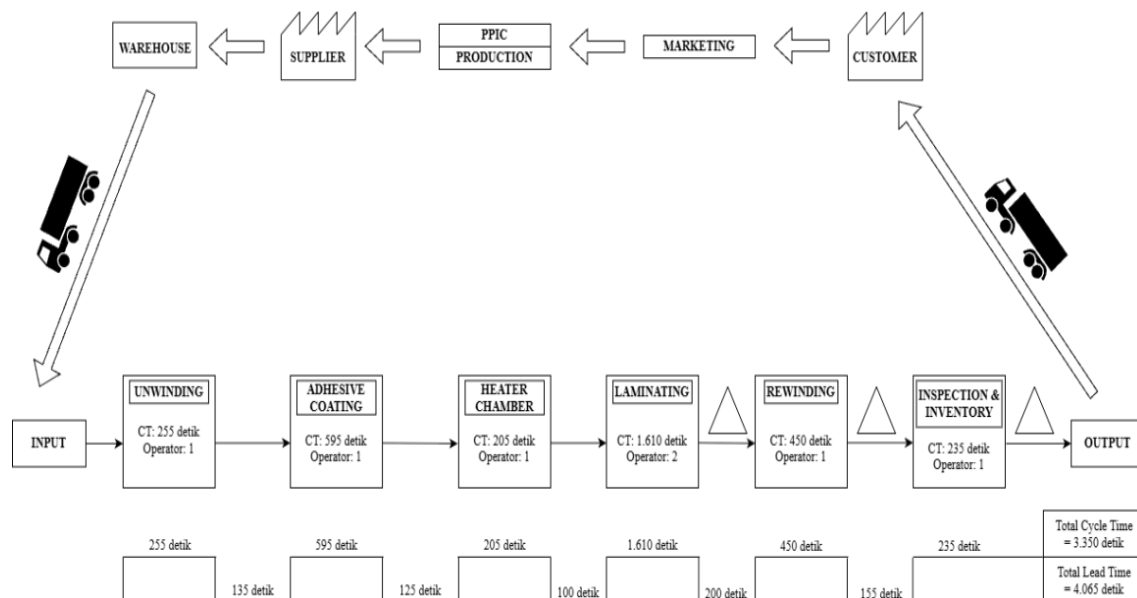
Setelah usulan perbaikan Kaizen ditetapkan, dilakukan penyusunan *process activity mapping* kondisi setelah perbaikan untuk mengetahui perubahan aktivitas dan waktu proses pada *dry lamination*. Pemetaan ini digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi pengurangan aktivitas yang tidak bernilai tambah dan peningkatan efisiensi proses sesuai tabel 7.

Tabel 7. *Process Activity Mapping* Setelah Perbaikan

No	Jenis Aktivitas	Waktu (detik)	O	T	I	D	S	Kategori
1	Material dipindahkan dari area WIP ke mesin	20		•				NNVA
2	Memasang <i>roll</i> material pada <i>shaft unwinder</i>	60	•					NNVA
3	Mengunci <i>chuck</i> dan posisi <i>roll</i>	35	•					NNVA
4	Mengatur <i>tension</i> material	60	•					NNVA
5	Menjalankan material menuju <i>coating unit</i>	45		•				NNVA
6	Pemeriksaan posisi material	25			•			NNVA
7	Menunggu persetujuan operator	10				•		NVA
8	Menyiapkan <i>adhesive</i> pada <i>tank</i>	70	•					NNVA
9	Memompa <i>adhesive</i> menuju <i>coating roll</i>	50		•				NNVA
10	Pelapisan <i>adhesive</i> pada <i>film</i>	280	•					VA
11	Pemeriksaan ketebalan <i>coating</i>	90			•			NNVA
12	Penyesuaian <i>coating weight</i>	60	•					NNVA
13	Menunggu stabilisasi <i>coating</i>	45				•		NVA
14	Material memasuki ruang <i>heater</i>	25		•				NNVA
15	Proses pengeringan <i>adhesive</i>	120	•					VA
16	Pemeriksaan temperatur <i>heater</i>	30			•			NNVA
17	Penyesuaian suhu bila diperlukan	15	•					NNVA
18	Menunggu temperatur stabil	15				•		NVA
19	Penyatuan dua lapisan <i>film</i>	760	•					VA
20	Penekanan menggunakan <i>nip roll</i>	420	•					VA
21	Pengaturan <i>tension</i> kedua material	180	•					NNVA
22	<i>Monitoring bubble</i> dan <i>blushing</i>	120			•			NNVA
23	Koreksi parameter mesin	60	•					NNVA
24	Menunggu hasil laminasi stabil	70				•		NVA
25	Perpindahan material menuju <i>rewinder</i>	60		•				NNVA
26	Material masuk ke <i>rewinder</i>	40		•				NNVA
27	Penggulungan hasil laminasi	230	•					VA
28	Pengaturan <i>tension rewinding</i>	70	•					NNVA
29	Pemotongan akhir <i>roll</i>	50	•					VA
30	Pemeriksaan <i>visual</i> hasil gulungan	20			•			NNVA
31	Menunggu pergantian <i>roll</i>	10				•		NVA
32	Pemeriksaan kualitas akhir	90			•			NNVA
33	Pemberian label identitas hasil jadi	30	•					NNVA
34	Pemindahan ke area <i>finished goods</i>	30		•				NNVA
35	Penyimpanan di area <i>rack inventory</i>	40					•	NNVA
36	Menunggu proses penurunan berikutnya	15				•		NVA
Total		3350	16	7	6	6	1	36

Hasil pemetaan setelah perbaikan pada tabel 7 menunjukkan bahwa, waktu proses setelah perbaikan menunjukkan penurunan dibandingkan kondisi sebelum perbaikan. Hal ini menunjukkan bahwa usulan perbaikan mampu mengurangi *waste* dan aktivitas yang tidak diperlukan, sehingga proses *dry lamination* menjadi lebih efisien. Dengan waktu proses yang lebih optimal, produktivitas dan peluang peningkatan *output* produksi juga dapat meningkat. Pada tahap selanjutnya adalah menyusun *future state mapping* untuk menggambarkan kondisi aliran proses *dry lamination* setelah penerapan usulan perbaikan. Pemetaan ini menunjukkan perubahan aliran proses yang lebih optimal melalui pengurangan aktivitas yang tidak bernilai tambah, penyederhanaan proses, serta peningkatan efisiensi waktu. Kondisi aliran proses setelah perbaikan ditunjukkan pada Gambar 4, yang menggambarkan kondisi proses yang diharapkan setelah penerapan usulan perbaikan.

Gambar 4 menampilkan *future state mapping* yang menguraikan bagaimana proses *dry lamination* akan berjalan setelah dilakukan perbaikan. Peta ini menyoroti upaya untuk mengurangi pergerakan yang tidak perlu, pemindahan barang, langkah-langkah tambahan, kesalahan, serta waktu tunggu. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa total waktu untuk satu siklus adalah 3.350 detik dan *lead time* adalah 4.065 detik, atau sekitar 1,13 jam per *roll*. Perbaikan yang disarankan membantu mengurangi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah serta menjadikan proses produksi dapat lebih efisien dan produktif. Hasil ini menunjukkan bahwa proses berjalan lebih baik setelah perbaikan, dan hal ini dapat dijadikan pedoman untuk mempertahankan kinerja yang lebih baik di masa mendatang



Gambar 4. Future State Mapping

Berdasarkan *future state mapping* proses *dry lamination* dimulai dengan memasukkan material yang akan diproses. Material pertama masuk ke tahap *unwinding*, yang memakan waktu 255 detik. Setelah itu, material melewati tahap *adhesive coating* selama 595 detik. Pada tahap ini, perekat diaplikasikan ke permukaan material. Material kemudian masuk ke ruang pemanas selama 205 detik untuk membantu perekat mengering sebelum proses penyatuan dilakukan. Langkah selanjutnya adalah proses laminasi, yang memakan waktu 1.610 detik. Pada tahap ini, dua lapisan material disatukan menggunakan perekat. Setelah laminasi selesai, material menjalani proses penggulungan ulang *rewinding* selama 450 detik untuk menggulung produk laminasi yang telah jadi secara rapi dan teratur. Berikutnya, dilakukan pemeriksaan dan pengecekan selama 235 detik untuk memastikan produk memenuhi semua standar sebelum disimpan sebagai stok. Setelah seluruh tahapan selesai dihasilkanlah produk akhir dari proses tersebut.

Tabel 8. Hasil Kategori VA, NVA, dan NNVA Setelah Perbaikan

No	Kategori Kegiatan	Jumlah Aktivitas	Waktu (detik)	Persentase
1	Value Added (VA)	6	1860	55.52%
2	Non-Value Added(NVA)	6	165	4.93%
3	Necessary Non-Value Added (NNVA)	24	1325	39.55%
Total		36	3350	100%

Setelah melakukan perbaikan yang disarankan, hasil pemetaan aktivitas proses pada tabel 8 menunjukkan bahwa total waktu proses adalah 3.350 detik. Rinciannya mencakup 6 aktivitas bernilai tambah atau *value added* yang memakan waktu 1.860 detik (55,52% dari total waktu), 6 aktivitas tidak bernilai tambah atau *non-value added* yang memakan waktu 165 detik (4,93% dari total waktu), serta 24 aktivitas yang diperlukan namun tidak bernilai tambah atau *necessary non-value added* yang memakan waktu 1.325 detik (39,55% dari total waktu). Hasil ini menunjukkan peningkatan porsi pekerjaan bernilai tambah dan pengurangan pekerjaan yang tidak memberikan nilai tambah dibandingkan dengan kondisi sebelum perbaikan dilakukan. Dengan demikian, perubahan yang disarankan membantu mengurangi pemborosan dan meningkatkan kinerja proses produksi.

Tabel 9. Perhitungan Presentase Waste Setelah Perbaikan

No	Jenis Waste	Jumlah Waktu (detik)	Persentase
1	Inventory	40	1.19%
2	Defects	255	7.61%
3	Motion	540	16.12%
4	Transportation	270	8.06%
5	Overprocessing	260	7.76%
6	Waiting	165	4.93%
Total		1530	45.67%

Hasil identifikasi *waste* pada tabel 9 setelah perbaikan, total waktu pemborosan yang teridentifikasi sebesar 1.530 detik. *Motion* menjadi pemborosan dengan waktu terbesar sebesar 540 detik (16,12%), diikuti *transportation* sebesar 270 detik (8,06%), *overprocessing* sebesar 260 detik (7,76%), *defects* sebesar 255 detik (7,61%), *waiting* sebesar 165 detik (4,93%), dan *inventory* sebesar 40 detik (1,19%). Hasil tersebut menunjukkan bahwa usulan perbaikan mampu menekan pemborosan.

IV. SIMPULAN

Hasil penelitian mengenai identifikasi dan pengurangan *waste* pada proses *dry lamination* menggunakan pendekatan *lean manufacturing* dan Kaizen, dapat disimpulkan bahwa *waste* dominan yang terjadi meliputi *motion*, *transportation*, *overprocessing*, *defects*, dan *waiting*. Analisis menggunakan *fishbone diagram* dan 5W+1H menunjukkan bahwa penyebab *waste* berasal dari faktor *man*, *machine*, *method*, *material*, *measurement*, dan *environment*, yang mengindikasikan masih terdapat aktivitas dan pengelolaan proses yang belum sepenuhnya sesuai dengan prinsip *lean manufacturing*.

Usulan perbaikan disusun berdasarkan prinsip *lean manufacturing* dan Kaizen melalui penerapan *standardized work*, penataan peralatan berdasarkan konsep *point of use*, perbaikan aliran material, standardisasi parameter mesin, penggunaan *checksheet*, persiapan material sebelum proses, dan pengurangan waktu tunggu. Hasil evaluasi menunjukkan total waktu proses menurun dari 4.080 detik menjadi 3.350 detik, aktivitas *value added* meningkat dari 45,59% menjadi 55,52%, aktivitas *non-value added* menurun dari 8,33% menjadi 4,93%, serta *lead time* pada *future state mapping* menjadi 4.065 detik atau 1,13 jam per *roll*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan *lean manufacturing* dan Kaizen mampu mengurangi *waste* serta meningkatkan efisiensi proses *dry lamination*.

Penelitian ini tidak membahas aspek biaya investasi, biaya operasional, dan analisis keuntungan finansial dari penerapan usulan perbaikan, serta tidak mencakup pengujian implementasi perbaikan dalam jangka panjang. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan kajian dengan menambahkan analisis biaya dan manfaat (*cost-benefit analysis*), mengevaluasi dampak finansial dari setiap usulan perbaikan, serta melakukan pengamatan implementasi secara berkelanjutan untuk mengetahui efektivitas dan keberlanjutan hasil perbaikan pada proses *dry lamination*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan PT XYZ yang telah memberikan dukungan, kesempatan, arahan, serta bantuan dalam penyediaan data dan informasi selama proses observasi, pengumpulan data, analisis, hingga penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

- [1] A. Dahlia and A. Profita, "Penerapan Metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) untuk Menganalisis Risiko Kecacatan pada Produk Plywood," *J. Tek. Ind.*, vol. 2, no. 1, pp. 71–83, 2024.
- [2] A. Johan and D. Soediantono, "Literature Review of the Benefits of *Lean manufacturing* on Industrial Performance and Proposed Applications in the Defense Industries," *J. Ind. Eng. Manag. Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 13–23, 2022.
- [3] H. Hartono and M. Rival, "Implementasi Kaizen Untuk Mengurangi *Waste* Pada Produksi Pembuatan Pintu (Studi Kasus di CV. Romelan Jaya Paint)," *J. Ind. Manuf.*, vol. 8, no. 2, p. 121, 2023.
- [4] D. R. Putri, M. Komaro, and S. K. Puspanikan, "Analisis Penerapan Metode Kaizen Lean Logistic Studi Kasus PT. Ban XYZ," *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 6, no. 01, pp. 39–42, 2025.
- [5] H. C. W. Nur Azmil Qur'ani, "Risk Analysis in Sandwich Panel Production With the Integration of FMEA and FTA Methods," *J. Technol. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 116–127, 2024.
- [6] H. B. Sandy and S. Safirin, "Analisis Faktor Lingkungan Kerja Fisik dan Beban Kerja Fisik dan Mental Bagian Produksi di PT. Karunia Selaras Abadi Sidoarjo," *Briliant J. Ris. dan Konseptual*, vol. 8, no. 3, p. 807, 2023.
- [7] N. Sholikin *et al.*, "Penerapan Lean Six Sigma dalam Upaya Mengurangi *Waste* Produk Cacat pada Proses Produksi Cetak di PT XYZ," vol. 7, no. 01, pp. 85–94, 2025.
- [8] S. Imam, N. Nahdah, and I. Yamin, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk X Menggunakan Lean Six Sigma," *J. Tek. Ind.*, vol. 2, no. 2, pp. 104–112, 2023.
- [9] A. Sidhi Cahyana, I. F. Romadhon, R. B. Jakaria, and H. C. Wahyuni, "Revolutionizing Concrete Quality Through Global Innovations," *Indones. J. Innov. Stud.*, vol. 25, no. 3, pp. 1–14, 2024.
- [10] N. E. Triana and S. A. Lesmana, "Lean Thinking Approach to *Waste* Reduction in the Production Process at Transformer Companies," *Int. J. Adv. Sci. Res. Eng.*, vol. 08, no. 12, pp. 42–47, 2022.
- [11] D. Kiswoyo, A. Z. Muttaqin, and D. Susanto, "Model *Lean manufacturing* With The VSM Method to Reduce *Waste* In The Production Process Box Electrical Panel at PT.DMI," *Tibuna*, vol. 7, no. 01, pp. 65–71, 2024.
- [12] Faisal Afriandi and Joumil Aidil Saifuddin, "Penerapan *Lean manufacturing* Menggunakan Metode *Waste Assessment Model* (WAM) Untuk Mengurangi *Waste* Pada Lini Produksi Steel Structure," *J. Tek. Mesin, Ind. Elektro dan Inform.*, vol. 2, no. 4, pp. 62–75, 2023.
- [13] F. Fahlevil, Elita Amrina, B. Ibramgara, Yosiana Savitri, "Penerapan *Lean manufacturing* Menggunakan Metode VSM dan 5S pada UMKM di Kota Padang," *J. Sains dan Tekno*, vol. 25, no. 1, 2025.

- [14] E. P. Prastyo Utomo, "Analysis of *Waste* in the Production System with the Approach *Lean manufacturing* Method," *J. La Multiapp*, vol. 6, no. 2, pp. 181–192, 2025.
- [15] M. S. Ir. Sritomo Wignjosoebroto, *Pengantar Teknik & Manajemen Industri*, 1st ed. Surabaya: Guna Widya, 2003.
- [16] Adinda Laksmi Pratiwi and Endang Pudji Widjajati, "Analisis Pemborosan Pada Proses Aliran Pergudangan PT. FLSmidth Indonesia dengan Metode Lean Warehousing," *J. Tek. Mesin, Ind. Elektro dan Inform.*, vol. 2, no. 4, pp. 124–135, 2023.
- [17] E. S. Jofan Delfi Piliang, Sanusi, Larisang, "Analisis Penyebab Kegagalan Proses Full Body Painting Pesawat Terbang Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)," *J. Rekayasa Ind.*, vol. 7, no. 1, pp. 50–60, 2025.
- [18] L. H. Sony Kuswandi, Erna Indriastiningsih, Yanti Pasmawati, Sutresna Juhara, Khamaludin, Hayati Mukti Asih, Ansarullah Lawi, Ni Luh Putu Hariastuti, Monita Rahayu, Lukmandono, Yudi Siswanto, Christofora Desi Kusmindari, *Perancangan Teknik Industri*, 1st ed. Padang: PT Global Eksekutif Teknologi, 2023.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.