

Identifikasi Waste pada Proses Produksi Paku Menggunakan Metode Waste Assessment Model

Virarey Mayang¹ Lusia Permata Sari Hartanti¹ Julius Mulyono¹

¹ Program Studi Teknik Industri, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

✉ lusia.hartanti@ukwms.ac.id

Prinsip *lean manufacturing* (LM) menekankan pada penggunaan sumber daya secara efektif sehingga mengurangi atau menghilangkan waste. Penelitian ini dilakukan di PT XY yang merupakan produsen olahan kawat beserta turunannya pada bagian proses produksi paku. Tujuan penelitian adalah mengetahui waste kritis dan penyebabnya pada proses produksi paku. Tahapan penelitian adalah menyusun *current value stream mapping*, melakukan identifikasi waste menggunakan *waste assessment model* (WAM) dan menentukan akar permasalahan waste dengan 5-why's. Waste kritis yang teridentifikasi yaitu 4 *sub waste defect*, 4 *sub waste waiting*, dan 2 *sub waste unnecessary motion*. Akar permasalahan timbulnya waste yaitu *raw material*, tenaga kerja, mesin produksi, dan lingkungan perusahaan. Terdapat 6 akar permasalahan yang berisiko menyebabkan *defect* yaitu berasal dari *skill* tenaga kerja, *raw material*, kurangnya regenerasi tenaga kerja, kurangnya sumber daya manusia (SDM), *overcapacity* pada mesin, dan kurangnya penegasan dalam melaksanakan *Standar Operational Procedure* (SOP). Akar permasalahan timbulnya *waiting* adalah kurangnya *preventive maintenance* dan umur mesin yang sudah tua. *Unnecessary motion* diakibatkan oleh kondisi area produksi dan penataan pada area penyimpanan *work in process* (WIP) yang kurang baik.

Kata kunci: *lean manufacturing*, waste, *value stream mapping*, *waste assessment model*

Diajukan: 5 April 2022

Direvisi: 12 Mei 2022

Diterima: 20 Mei 2022

Dipublikasikan online: 23 Mei 2022

Pendahuluan

Lean manufacturing (LM) merupakan filosofi manajemen proses yang berasal dari Toyota Production System (TPS) dengan tujuan untuk meminimalkan jumlah semua sumber daya (termasuk waktu) yang digunakan di berbagai aktivitas. LM digunakan untuk mengidentifikasi hal-hal yang tidak bernilai dan berusaha untuk mengurangi atau menghilangkannya untuk meningkatkan produktivitas dan keuntungan dengan perampingan proses (Palange & Dhatrak, 2021). Konsep *lean* merupakan pendekatan yang sistematis untuk mengidentifikasi dan meminimalkan pemborosan (*waste*) dan aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah (*non-value added activities*).

Perusahaan mengadopsi prinsip dan alat *lean manufacturing* (LM) untuk berbagai tujuan, antara lain persaingan global, kondisi lingkungan pasar yang tidak pasti dan meningkatnya harapan pelanggan (Reda & Divedi, 2022). Menurut Ristyowati et al. (2017), hasil dari penerapan LM yang diharapkan antara lain proses dalam sistem yang lebih baik, kondisi kerja seperti aliran kerja yang lebih baik, dan pemenuhan kebutuhan serta tujuan organisasi seperti *value* dan profit. Prinsip LM

memungkinkan untuk penggunaan sumber daya secara efektif dan meningkatkan daya saing.

Sebuah perusahaan yang telah mengimplementasikan prinsip *lean* akan menciptakan aliran produksi yang lancar dan hal ini akan menguntungkan bagi perusahaan. Terdapat lima prinsip utama dari *lean* untuk diterapkannya di perusahaan (Hines & Taylor, 2020). Pertama, perlu diketahui kebutuhan dan *customer value* dengan mengidentifikasi nilai produk berdasarkan perspektif dari *customer*. Kedua, perlu dilakukan identifikasi *value stream* pada internal perusahaan untuk mengetahui aliran dan tahapan proses dengan tujuan menentukan pemborosan berupa aktivitas yang tidak menambah nilai dari hasil produksi. Ketiga, membuat *value flow* yaitu segala aktivitas yang dapat memberikan nilai tambah disusun dalam suatu aliran tidak terputus, sehingga mengurangi adanya penundaan, menunggu atau adanya proses yang tidak lancar. Keempat, menerapkan konsep *pull system* untuk menghindari adanya waste pada persediaan yang berlebih. Langkah terakhir adalah melakukan perbaikan untuk mencapai *continuous improvement*, sehingga dapat memenuhi kebutuhan *customer* dari segi waktu, kualitas, dan biaya.

Cara mensitasi artikel ini:

Mayang, V., Hartanti, L.P.S., Mulyono, J. (2022) Identifikasi Waste pada Proses Produksi Paku Menggunakan Metode Waste Assessment Model. *Buletin Profesi Insinyur* 5(1) 001-008

Kegiatan manufaktur maupun proses produksi yang telah berjalan cukup lama dan sudah menjadi rutinitas perusahaan tidak menutup kemungkinan timbulnya permasalahan yang diakibatkan pemborosan sepanjang *value stream*. Sehingga perlu dilakukan evaluasi dan peninjauan ulang proses produksi agar dapat berjalan lebih efektif dan efisien serta dapat meningkatkan produktivitas. Cara yang dilakukan dapat dengan mengeliminasi proses, tahapan, atau hal lain yang tidak semestinya terjadi.

Waste yang sering terjadi selama proses produksi akan menurunkan produktivitas perusahaan. Produktivitas sangatlah penting yang dilakukan dengan cara meningkatkan *output* yang dihasilkan perusahaan dengan menghemat *input*. *Output* dapat meningkat dengan cara meminimalkan kegiatan yang dirasa tidak perlu atau kegiatan yang termasuk *waste*. Kegiatan yang termasuk *waste* terbagi menjadi tujuh jenisnya yaitu *defects* (D), *overproduction* (O), *unnecessary inventory* (I), *inappropriate processing* (P), *excessive transportation* (T), *waiting* (W), dan *unnecessary motion* (M). Abhishek Dixit et al. (2015) berpendapat bahwa pemborosan merupakan segala aktivitas yang tidak menambah *value* dan akan berdampak pada hasil akhir produk. Hal yang sama diungkapkan oleh Ristyowati et al. (2017), *waste* adalah sebuah kegiatan yang menyerap atau memboroskan sumber daya, namun tidak menambah *value* produk. Perusahaan perlu melakukan identifikasi dengan pendekatan LM untuk dapat meningkatkan kegiatan *value added*. LM merupakan sebuah konsep dan metode yang ideal berfokus untuk meminimalkan *waste* dengan cara mengukur, menganalisis, dan memberikan solusi perbaikan dengan mengurangi pemborosan dan meningkatkan *value added*.

Dalam penerapan *lean* pada perusahaan, hal yang terpenting adalah menentukan proses yang tidak menambah *value* dengan tujuan dapat diminimalkan atau dihilangkan, sehingga *value stream* berjalan lancar dan efisien. Hines dan Taylor (2000) menyatakan terdapat tiga tipe aktivitas dalam organisasi yaitu *value adding activity* (VA), *non-value adding activity* (NVA) dan *necessary non value adding activity* (NNVA)

Waste Assesment Model (WAM) merupakan suatu metode yang dapat menyederhanakan proses pencarian pemborosan yang terjadi di suatu organisasi, sehingga memudahkan proses identifikasi dan eliminasi *waste* yang muncul. WAM dikembangkan oleh Rawabdeh yang mampu menunjukkan keterkaitan atau hubungan antar *waste* dan dapat menunjukkan bobot dari *waste* kritis. Alfiansyah & Kurniati (2018) menyatakan bahwa metode WAM dapat meminimalisir subjektivitas responden yang mana merupakan ahli di bidangnya. Terdapat tiga langkah untuk menerapkan metode ini yaitu *Seven Waste Relationship* (SWR), *Waste Relationship Matrix* (WRM), dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ).

PT XY merupakan perusahaan manufaktur penghasil olahan kawat dan turunannya dan telah beroperasi kurang lebih hampir 40 tahun. Sebelum menjadi paku, *wire rod* sebagai bahan baku diubah menjadi kawat dengan ukuran paku yang akan dihasilkan. Pengamatan awal menunjukkan bahwa adanya *waste* dalam proses

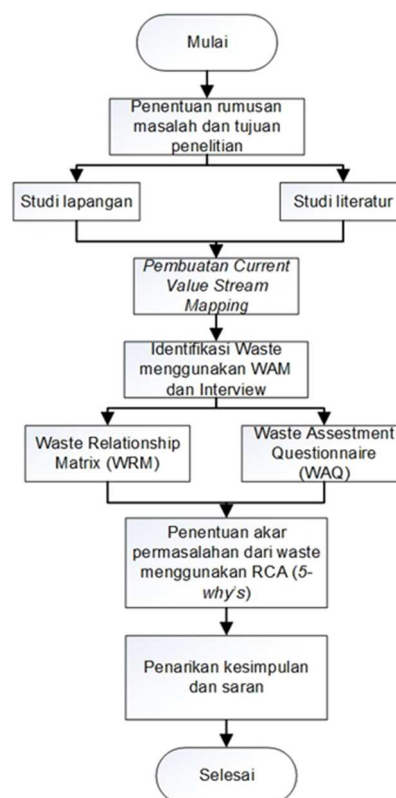
produksi paku seperti kawat putus, kawat beret dan oval yang terjadi di stasiun kerja *drawing*. Pada stasiun kerja pembuatan paku ditemukan *defect* berupa kepala paku tidak tengah, ujung tidak sempurna, badan bengkok, dan lainnya. Selain *defect*, *waste* yang teridentifikasi diawal penelitian antara lain *waiting* dan *inappropriate processing*. Untuk itu, diperlukan penelitian yang lebih dalam untuk mengetahui *waste* kritis beserta penyebab terjadinya sehingga dirumuskan solusi perbaikan untuk mengatasi *waste* kritis tersebut.

Metode

Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Secara garis besar, tahapan penelitian terbagi menjadi 4 tahap yaitu tahap awal untuk menentukan masalah serta tujuan penelitian, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisis, dan tahap akhir berupa penarikan kesimpulan dari penelitian untuk menjawab tujuan penelitian.

Pada tahap pengumpulan data diawali dengan membuat *current value stream mapping* dengan tujuan memperdalam mengenai proses produksi paku 2"×12 dan proses bisnis paku 2"×12 dengan membuat peta pengamatan dan pencatatan waktu menggunakan *stopwatch time study*. Selanjutnya, dilakukan identifikasi *waste* kritis menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM) dan wawancara dengan pihak ahli dari perusahaan. Narasumber sebanyak empat orang ditentukan dengan persyaratan yaitu memiliki pengalaman praktis minimal 3 tahun dan merupakan fungsionalis perusahaan.

Waste yang telah diidentifikasi menggunakan WAM selanjutnya akan dianalisis menggunakan *Root Causes Analysis* (RCA) dengan *5-Why's tool*.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

Hasil Kerja

Current Value Stream Mapping (CVSM)

Value Stream Mapping (VSM) banyak digunakan dan dapat dibuktikan untuk mampu memetakan dan menganalisis aliran proses produksi dan membantu untuk *improvement* (Meudt et al., 2017). Proses divisualisasikan dalam VSM sebagai peluang untuk meminimalkan proses dan membuat menjadi lebih sederhana dengan sejumlah tindakan minimal yang diperluka, nilai tambah dalam keseluruhan proses tercipta ketika pekerjaan yang tidak memiliki nilai berkurang, dan kecepatan *output* proses meningkat (Gunaki et al., 2021).

Terdapat dua pemetaan yang digambarkan pada VSM yaitu *current state map* dan *future state map*. *Current state map* merupakan kondisi nyata atau aktual dari proses produksi di sebuah perusahaan dan bertujuan untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi, sehingga mengetahui prioritas untuk dilakukannya perbaikan. CVSM dibuat untuk membantu penggambaran aliran informasi maupun aliran material dari bahan baku (*wire rod*) hingga menjadi produk jadi (paku 2"×12). Dengan CVSM maka dapat diketahui adanya peluang terjadinya aktivitas pemborosan. Dalam menyusun CVSM perlu diketahui waktu proses setiap stasiun kerja dari proses produksi paku. Waktu proses masing-masing stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 1-Tabel 5.

Gambar 2 merupakan pemetaan aktivitas proses produksi paku yang terjadi di PT XY. Sepanjang *value stream* terjadi beberapa *non-value added* (NVA) antara lain berupa *internal setup*, pemberhentian mesin, menunggu pemindahan barang *work in process* (WIP), akibat *material handling equipment* (MHE) yang sedang digunakan di area lain, adanya *bottle neck* antara stasiun kerja *drawing* dengan stasiun kerja pembuatan paku, barang WIP menunggu untuk diproses, dan sistem *approving* barang WIP yang cukup lama.

Waste Assessment Model (WAM)

Metode WAM diawali dengan menyusun SWR yang berfokus untuk melihat hubungan antar *waste*. SWR memperlihatkan sifat interdependen setiap *waste* yang berarti setiap *waste* saling bergantung dan akan memiliki dampak terhadap munculnya *waste* yang lain. Menurut Rawabdeh (2005), berbagai jenis hubungan antar *waste* tidak memiliki bobot yang sama dan terdapat 31 hubungan dari ketujuh *waste* yang dapat dilihat pada Gambar 3.

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data SWR adalah kuesioner, yang dibagikan kepada empat responden yang memahami proses produksi antara lain staf departemen *drawing*, karyawan departemen *nails*, staf departemen *Quality Control* (QC), dan staf departemen *packaging* dan *warehouse finished goods*. Tabel 6 merupakan hasil kuesioner SWR yang menunjukkan skor kumulatif yang akan

dikonversikan ke simbol berupa huruf untuk membentuk WRM.

Tabel 1 Waktu Proses Stasiun Kerja *Drawing*

No.	<i>Drawing</i> (detik)	No.	<i>Drawing</i> (detik)
1	19,459	6	20,065
2	20,079	7	19,324
3	20,003	8	18,221
4	19,663	9	18,819
5	18,769	10	19,879
Rata-rata		19,428 detik	

Tabel 2 Waktu Proses Stasiun Kerja *Nails*

No.	<i>Nails</i> (detik)	No.	<i>Nails</i> (detik)
1	50,527	6	50,577
2	50,580	7	50,521
3	50,679	8	50,743
4	50,571	9	50,534
5	50,803	10	50,565
Rata-rata		50,610 detik	

Tabel 3 Waktu Proses Stasiun Kerja Pemolesan

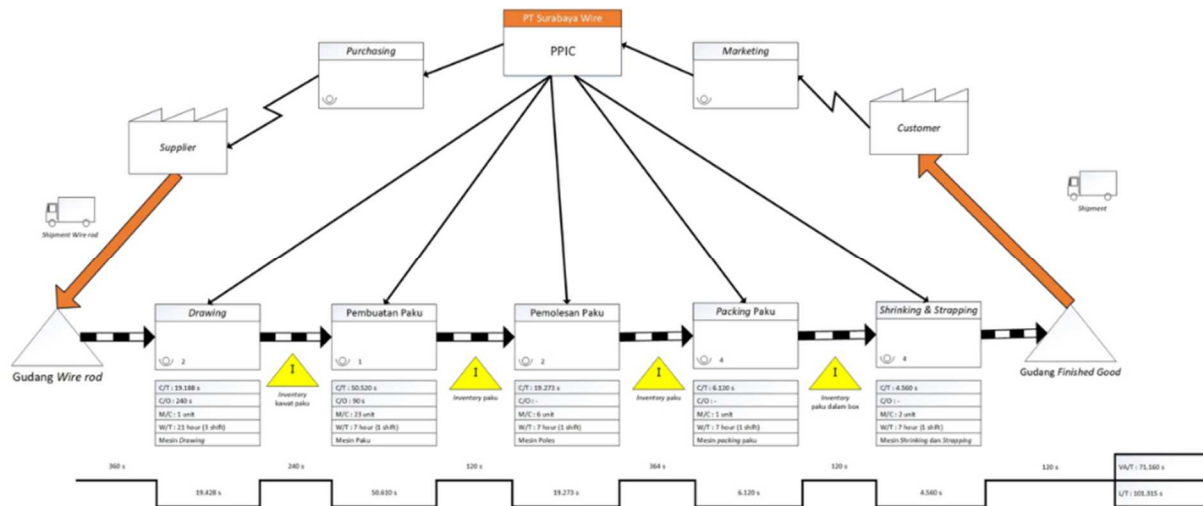
No.	Pemolesan (detik)	No.	Pemolesan (detik)
1	19,319	6	19,488
2	18,919	7	19,290
3	19,267	8	18,900
4	19,378	9	19,513
5	19,410	10	19,245
Rata-rata		19,273 detik	

Tabel 4 Waktu Proses Stasiun Kerja *Packing*

No.	<i>Packaging</i> (detik)	No.	<i>Packaging</i> (detik)
1	6,098	6	6,177
2	6,133	7	6,105
3	6,105	8	6,016
4	6,175	9	6,168
5	6,154	10	6,067
Rata-rata		6,120 detik	

Tabel 5 Waktu Proses Stasiun Kerja *Shrinking & Strapping*

No.	<i>Shrinking & Strapping</i> (detik)	No.	<i>Shrinking & Strapping</i> (detik)
1	4,270	6	4,484
2	4,520	7	4,588
3	4,760	8	4,644
4	4,458	9	4,688
5	4,571	10	4,614
Rata-rata		4,560 detik	



Gambar 2 Current Value Stream Mapping

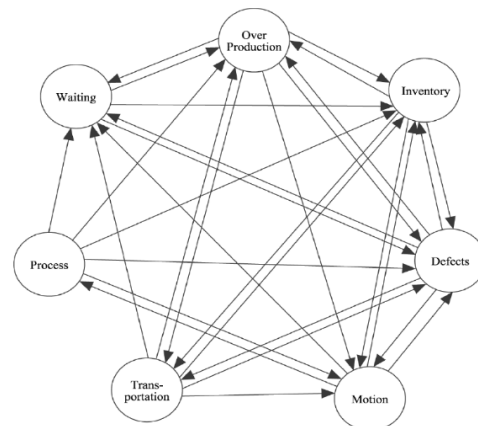
Hasil SWR kemudian dikonversikan berupa huruf seperti yang tertampil pada Tabel 7. Dalam memudahkan pembacaan dan menyederhanakan matriks, maka perlu dikonversikan ke dalam bentuk presentase. WRM dikonversikan ke angka dengan acuan A=10; E=8; I=6; O=4; U=2; dan X=0. Hasil dari konversi tersebut dapat dilihat pada Tabel 8. Tabel 9 menunjukkan hasil akhir WRM.

Tabel 6 Hasil Kuesioner SWR

Jenis pertanyaan	Skor	Jenis pertanyaan	Skor
M_I	15	W_D	13
M_D	14	O_I	15
M_P	11	O_D	9
M_W	13	O_M	7
T_O	4	O_T	10
T_I	11	O_W	9
T_D	11	I_O	11
T_M	8	I_D	8
T_W	13	I_M	6
P_O	10	I_T	12
P_I	7	D_O	13
P_D	18	D_I	12
P_M	14	D_M	17
P_W	17	D_T	15
W_O	11	D_W	17
W_I	14		

Tabel 7 Konversi Huruf

Tipe dari Hubungan	Simbol
Absolutely necessary	A
Especially important	E
Important	I
Ordinary closeness	O
Unimportant	U
No Relation	X



Gambar 3 Hubungan Tujuh Waste

Tabel 8 Konversi Hasil SWR

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	A	E	I	O	I	X	I
I	I	A	O	O	I	X	X
D	E	I	A	A	E	X	A
M	X	E	E	A	X	I	E
T	U	I	I	O	A	X	E
P	I	O	A	E	X	A	A
W	I	E	E	X	X	X	A

Tabel 9 Waste Relationship Matrix

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Score	%
O	10	8	6	4	6	0	6	40	14,39
I	6	10	4	4	6	0	0	30	10,79
D	8	6	10	10	8	0	10	52	18,71
M	0	8	8	10	0	6	8	40	14,39
T	2	6	6	4	10	0	8	36	12,95
P	6	4	10	8	0	10	10	48	17,27
W	6	8	8	0	0	0	10	32	11,51
Score	38	50	52	40	30	16	52	278	100
%	13,67	17,99	18,71	14,39	10,79	5,76	18,71		100

Dari Tabel 9 tersebut terlihat bahwa *waste* berupa produk *defect* dan *inappropriate processing* yang paling mempengaruhi timbulnya atau terjadinya *waste* yang lainnya. Selain itu, pemborosan berupa *defect product* dan *waiting* merupakan pemborosan yang paling banyak muncul karena pengaruh *waste* yang lainnya. Hal ini sesuai dengan yang terjadi di area produksi PT XY, ketika mesin menghasilkan produk yang tidak sesuai, operator maupun *quality control* akan segera mendeteksi kecacatan produk tersebut dan memutuskan untuk memberhentikan mesin serta melakukan *corrective maintenance*. Jika didapati adanya *spare parts* yang rusak dan tidak tersedia di gudang penunjang, maka mesin harus dinonaktifkan sementara karena menunggu tersedianya *spare parts*.

Perhitungan dari WRM akan menjadi *input* untuk tahapan selanjutnya dalam WAM yaitu WAQ. WAQ berupa kuesioner yang berisi 68 pertanyaan yang bertujuan untuk menentukan *waste* kritis yang perlu menjadi fokus eliminasi. Kuesioner ini dibagikan kepada empat responden yang sama dengan 2 kategori pertanyaan berbeda yaitu kategori A untuk pengelompokan pertanyaan yang berdampak pada pemborosan dan kategori B untuk pertanyaan yang tidak berdampak pada pemborosan. Pilihan jawaban berupa “selalu”, “sering”, “jarang”, dan “tidak” dengan masing-masing memiliki bobot yang berbeda-beda disetiap kategorinya. Setelah hasil kuesioner dan *input* dari WRM telah diolah, didapatkan hasil seperti pada

Tabel 10. Didapatkan 3 *waste* kritis yang akan dibahas dan dianalisis penyebabnya lebih lanjut yaitu *defect*, *waiting*, dan *unnecessary motion*.

Tabel 10 Hasil *Waste Assessment Questionnaire*

<i>Waste</i>	O	I	D	M	T	P	W
Pj Factor	196,68	194,09	349,88	207,03	139,74	99,37	215,31
Y(j) Final	76,43	58,81	213,30	107,62	96,16	29,61	121,72
Hasil Akhir (%)	10,86	8,36	30,31	15,29	13,67	4,21	17,30

Keterangan:

Probabilitas pengaruh antar jenis *waste* (P_i)

Indikator awal untuk tiap *waste* (Y_i)

Root Causes Analysis (5-Why's Tool)

5-why's tool membantu dalam penelitian untuk mencari potensi penyebab *waste* kritis hingga ke akarnya. Langkah awal dari metode ini adalah merumuskan poin-poin sub *waste* kritis melalui pengamatan secara langsung pada area produksi serta *brainstorming* dengan tenaga ahli perusahaan yang telah mengenal proses produksi dan proses bisnis paku 2”x12 secara detail. Menurut Benjamin et al., (2015), *5-Why's tool* memiliki fokus pada *corrective action* maupun *preventive action* serta memiliki kedalaman dan keluasan dalam menemukan akar permasalahan. Oleh sebab itu, metode ini dijadikan sebagai lanjutan dari WAM. *Sub waste* dan *root causes analysis* dapat dilihat pada Tabel 11–13.

Tabel 11 5-Why's Dari Defect

Letak Waste	Sub waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5	
Proses drawing	Kawat putus	Kualitas bahan baku yang rendah	Bahan baku terlalu kaku maupun terlalu lunak	Tensile strength wire rod tidak sesuai standar atau bahan keropos	Tidak adanya incoming inspection saat penerimaan wire rod		
		Terlalu memaksakan saat penarikan kawat	Pengecilan diameter kawat tidak sesuai	Penempatan dies pada masing-masing blok yang tidak sesuai dengan standar			
	Kawat beret dan oval	Kawat keluar dari rol dead block ataupun rol guide	Ketidaktahuan operator karena adanya pekerjaan lain		Kurangnya motivasi kerja dari operator akibat sistem kerja		
		Drum terlalu panas sehingga mempengaruhi kualitas kawat	Air pendingin tidak keluar dengan normal		Terdapat permasalahan pada saluran air pendingin (tersumbat, pompa air mati, dll)		
	Dies aus	Ketidaktahuan operator karena adanya pekerjaan lain					
	Kurangnya pemberian lubricant powder pada masing-masing blok						

Tabel 11 Lanjutan 5-Why's Dari Defect

Letak Waste	Sub waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Proses pembuatan paku	Cacat pada paku (kepala macul, ujung cacat, badan bengkok dll)	Ketidaksesuaian kecepatan mesin	Kurangnya pengecekan pada <i>setting</i> awal mesin ketika ingin digunakan			
		Kualitas bahan baku yang rendah	Status <i>Potential Reject</i> (PTR) pada kawat paku	<i>Tensile strength wire rod</i> tidak sesuai standar	Tidak adanya <i>incoming inspection</i> saat penerimaan <i>wire rod</i>	
		Permasalahan pada komponen mesin paku (busing pecah, pisau tumpul, <i>dies</i> kocak, sayap kurang pas dll)	<i>Setting</i> awal mesin yang kurang baik	Kurangnya ketelitian	Beban kerja operator tinggi	Banyak mesin yang harus ditangani
			Ketidaktahuan operator	Adanya pekerjaan lain		
			Kurangnya pelumasan pada mesin paku Terlalu lama mendeteksi munculnya kerusakan pada <i>spare parts</i> mesin yang akan menjalar ke kerusakan komponen yang lainnya	<i>Skill</i> yang dimiliki operator kurang baik dalam penanganan perbaikan secara kompleks	Kurangnya pelatihan berkala dan penegasan SOP saat mengoperasikan mesin	Operator menangani banyak mesin dan kurangnya regenerasi operator
	Scrap masih menempel pada paku		Pengecekan keseluruhan mesin dibebankan pada operator	Pengecekan mesin oleh teknisi hanya untuk pelumasan dan pengecekan kompresor	Banyaknya mesin yang ditangani ketika <i>breakdown</i>	Kurangnya teknisi mesin paku untuk melakukan <i>preventive maintenance</i>
		Durasi pemolesan yang terlalu cepat	Mesin memproduksi diluar kapasitasnya Kurangnya informasi yang jelas terkait waktu baku yang diperlukan untuk pemolesan paku sesuai dengan ukurannya	Jam produksi yang tinggi	Pemenuhan target produksi	
		Kualitas bahan baku yang rendah	Bahan baku terlalu kaku maupun terlalu lunak	Kurangnya penegasan SOP		
			Penambahan grajen yang kurang	Tidak adanya takaran pasti untuk penambahan grajen	<i>Tensile strength wire rod</i> tidak sesuai standar atau bahan keropos	Tidak adanya <i>incoming inspection</i> saat penerimaan <i>wire rod</i>
					Kurangnya ketelitian dalam bekerja	

Tabel 12 5-Why's Dari Waiting

Sub Waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Menunggu pengecekan kualitas	Penjadwalan pengecekan oleh <i>Quality Control</i> (QC) yang sedikit	Kurangnya personil QC			
Menunggu pemberian label produksi	Operator hanya memindahkan boom saja	Menghindari kecurangan operator dalam melakukan penimbangan boom			
		Banyaknya komponen mesin paku yang mengalami kerusakan	<i>Maintenance</i> keseluruhan <i>part</i> mesin mengandalkan operator	Penjadwalan <i>preventive maintenance</i> untuk raturan mesin terlalu sulit	Kurangnya teknisi mesin paku
Menunggu perbaikan mesin cetak paku	Mesin paku berhenti beroperasi	Menunggu tersedianya <i>spare parts</i> untuk mesin paku	Mesin produksi merupakan mesin lama Tipe mesin yang digunakan sangat banyak, sehingga butuh penyesuaian yang berbeda-beda untuk setiap <i>spare parts</i> nya		
	Menunggu penanganan perbaikan dari teknisi	Adanya antrian perbaikan mesin nails	Adanya prioritas penanganan mesin dengan melihat <i>demand</i> produk yang tinggi	Kurangnya teknisi mesin paku	
Menunggu dalam memproses barang pada bagian <i>shrinking</i> dan <i>strapping</i>	Keterlambatan pengiriman pada departemen paku	MHE sedang digunakan pada area produksi yang lain	Kurangnya komunikasi yang efektif untuk operator MHE <i>forklift</i>		
	Mesin berhenti beroperasi	Terdapat komponen mesin yang mengalami kerusakan			

Tabel 13 5-Why's Dari Unnecessary Motion

Sub waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Operator meminjam alat	Operator kesulitan menemukan alat yang dibutuhkan	Peralatan ditempatkan sembarangan	Kondisi area pabrik yang kurang nyaman		
Operator mengalami kesulitan dalam mencari bahan untuk diproses	Bahan WIP tercampur	Penataan yang kurang baik pada tempat persediaan WIP			

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari metode WAM, pada proses produksi paku ditemukan 3 waste kritis yaitu *defect* sebesar 30.31% dengan menyebabkan dan atau disebabkan timbulnya waste lain sebesar 18.71%, *waiting* sebesar 17.30% sebagai dampak waste lain sebesar 18.71%, dan *unnecessary motion* sebesar 15.29% dengan menyebabkan dan atau disebabkan timbulnya waste lain sebesar 14.39%. *Defect* terdiri dari 4 sub waste yaitu kawat putus, kawat beret dan oval, cacat pada paku, dan *scrap* masih menempel di paku. *Waiting* terdiri dari 4 sub waste yaitu menunggu pengecekan kualitas, menunggu pemberian label produksi, menunggu perbaikan mesin cetak paku dan

menunggu dalam memproses barang pada bagian *shrinking* dan *strapping*. *Unnecessary motion* terdiri dari 2 sub waste, yaitu operator meminjam alat dan operator mengalami kesulitan dalam mencari bahan untuk diproses. Melalui *brainstorming* dalam 5 *why's tool*, dapat diketahui akar permasalahan dari ketiga waste kritis. Terdapat 6 akar permasalahan yang menimbulkan *defect* antara lain berasal dari *skill* tenaga kerja, *raw material*, kurangnya regenerasi tenaga kerja, kurangnya SDM, *overcapacity* pada mesin, dan kurangnya penegasan SOP. Akar permasalahan timbulnya *waiting* adalah kurangnya *preventive maintenance* dan umur mesin yang sudah tua. Akar permasalahan *unnecessary motion* disebabkan oleh kondisi area produksi dan penataan pada area penyimpanan WIP yang kurang baik.

Referensi

- Abhishek Dixit, Vikas Dave, & Alakshendra Pratap Singh. (2015). Lean Manufacturing: An Approach for Waste Elimination. *International Journal of Engineering Research And*, V4(04).
<https://doi.org/10.17577/ijertv4is040817>
- Alfiansyah, R., & Kurniati, N. (2018). Identifikasi Waste dengan Metode Waste Assessment Model dalam Penerapan Lean Manufacturing untuk Perbaikan Proses Produksi (Studi Kasus pada Proses Produksi Sarung Tangan). *Jurnal Teknik ITS*, 7(1), 1–6.
<https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i1.28858>
- Benjamin, S. J., Marathamuthu, M. S., & Murugaiah, U. (2015). The use of 5-WHYs technique to eliminate OEE's speed loss in a manufacturing firm. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 21(4), 419–435.
<https://doi.org/10.1108/JQME-09-2013-0062>
- Gunaki, P., Devaraj, S., & Patil, S. (2021). Process optimization by value Stream Mapping. *Materials Today: Proceedings*, xxxx.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.08.304>
- Hines, P., & Taylor, D. (2020). Going lean. In *Lean Enterprise Research Center*.
<https://doi.org/10.1097/01.jnn.0000358162.21072.a>
b
- Meudt, T., Metternich, J., & Abele, E. (2017). Value stream mapping 4.0: Holistic examination of value stream and information logistics in production. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 66(1), 413–416.
<https://doi.org/10.1016/j.cirp.2017.04.005>
- Palange, A., & Dhattrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 46, 729–736.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.193>
- Rawabdeh, I. A. (2005). A model for the assessment of waste in job shop environments. *International Journal of Operations and Production Management*, 25(8), 800–822. <https://doi.org/10.1108/01443570510608619>
- Reda, H., & Dvivedi, A. (2022). Decision-making on the selection of lean tools using fuzzy QFD and FMEA approach in the manufacturing industry. *Expert Systems with Applications*, 192(October 2021), 116416.
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.116416>
- Ristyowati, T., Muhsin, A., & Nurani, P. P. (2017). MINIMASI WASTE PADA AKTIVITAS PROSES PRODUKSI DENGAN KONSEP LEAN MANUFACTURING (Studi Kasus di PT. Sport Glove Indonesia). *Opsi*, 10(1), 85.
<https://doi.org/10.31315/opsi.v10i1.2191>