

Penerapan Konsep *Lean Manufacturing* untuk Mereduksi *Waste* pada Proses Produksi Simbal Drum

Fikri Ramadhan*, Endang Prasetyaningsih, Chaznin R. Muhammad

Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*fikri.sule@gmail.com, endangpras@gmail.com, chaznin_crm@yahoo.co.id

Abstract. CV Nebulae Cymbals is a company that produces drum cymbals. In the production process, several problems are included in the waste. To achieve good productivity, efforts are needed to reduce waste. In this study, the method used is Lean Manufacturing and several tools is used, including Value Stream Mapping to map the flow of the production process and Process Activity Mapping (PAM) to describe the activities that occur. In identifying waste, the method used is the Waste Assessment Model (WAM). The identified waste is then grouped according to the seven waste categories. The final result of the WAM method produces a ranking of each waste. Based on the waste ranks, then the waste with the 3 highest ranks was chosen, namely the waste in the Motion category with a percentage of 20.20%, the Waiting category waste with a percentage of 17.18%, and waste in the Transportation category with a percentage of 16.46%. Analysis of the root causes of waste is carried out using the Ishikawa diagram based on the 3 highest wastes. Then arrange improvement proposals using 5W+1H. The proposed improvements include arranging goods, rescheduling production, providing and updating facilities, improving layouts, and making Standard Operating Procedures (SOP). After being given recommendations for improvement, it can be described as a Future State Value Stream Mapping which contains an estimate of increasing the Process Cycle Efficiency (PCE) value from 54% to 77% in the hope of increasing company productivity.

Keywords: *Lean Manufacturing, Waste Assessment Model, Process Activity Mapping, 5W+1H.*

Abstrak. CV Nebulae Cymbals merupakan perusahaan yang memproduksi simbal drum. Dalam proses produksinya, terdapat beberapa permasalahan yang termasuk ke dalam *waste* atau pemborosan. Demi tercapainya produktivitas yang baik, diperlukan adanya upaya untuk mereduksi *waste*. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah *Lean Manufacturing*, dan berbagai *tools* yang digunakan, antara lain *Value Stream Mapping*, yang dapat memetakan alur proses produksi dan *Process Activity Mapping (PAM)* untuk menjabarkan aktivitas-aktivitas yang terjadi. Dalam mengidentifikasi *waste*, metode yang digunakan yaitu *Waste Assessment Model (WAM)*. *Waste* yang telah diidentifikasi kemudian dikelompokkan menurut kategori *seven waste*. Hasil akhir dari metode WAM menghasilkan ranking dari setiap *waste*. Berdasarkan ranking *waste* tersebut, kemudian dipilihlah *waste* dengan 3 rank tertinggi yaitu *waste* kategori *Motion* dengan persentase sebesar 20,20%, *waste* kategori *Waiting* dengan persentase sebesar 17,18%, dan *waste* kategori *Transportation* dengan persentase sebesar 16,46%. Analisa akar penyebab *waste* dilakukan dengan menggunakan diagram *Ishikawa* berdasarkan 3 *waste* tertinggi. Kemudian menyusun usulan perbaikan menggunakan 5W+1H. Perbaikan yang diusulkan diantaranya adalah melakukan penataan barang, penjadwalan produksi kembali, penyediaan dan pembaharuan fasilitas, memperbaiki *layout*, dan membuat Prosedur Operasi Standar atau SOP. Setelah diberikan rekomendasi perbaikan, maka dapat digambarkan *Future State Value Stream Mapping* yang berisi perkiraan peningkatan nilai *Process Cycle Efficiency (PCE)* dari 54% menjadi 77% dengan harapan dapat meningkatkan produktivitas perusahaan.

Kata Kunci: *Lean Manufacturing, Waste Assessment Model, Process Activity Mapping, 5W+1H.*

A. Pendahuluan

Saat ini persaingan bisnis di sektor jasa dan manufaktur terjadi sangat ketat. Perusahaan harus mampu bertahan dan bersaing secara sehat. Perusahaan dapat melakukan berbagai upaya, diantaranya yaitu meningkatkan produksi dengan memanfaatkan kemajuan teknologi dan berbagai metode-metode ilmiah sebagai upaya untuk menjaga kualitas produksi maupun peningkatan pelayanan terhadap pelanggan. Selain itu, penggunaan sumber daya yang ada seperti sumber daya manusia, teknologi, material hingga sumber daya secara finansial penting untuk diperhatikan. Dalam penggunaan sumber daya tersebut diperlukan adanya upaya mereduksi bahkan mengeliminasi aktivitas yang termasuk kedalam pemborosan dan tidak bernilai tambah (*non-value added*) bagi perusahaan dengan tujuan mengurangi waktu, tenaga, biaya serta meningkatkan kualitas produksi.

Waste atau pemborosan merupakan suatu tindakan yang sama sekali tidak bernilai tambah (*Non-Value Added*) [2]. Hal tersebut dapat menjadi sesuatu yang menyebabkan target produksi tidak dapat terpenuhi sesuai dengan waktu yang telah direncanakan karena *lead time* yang terlalu lama [1]. *Waste* dapat berpengaruh terhadap kinerja perusahaan yang dapat berpotensi menimbulkan tingginya biaya, tenaga, waktu, serta sumber daya yang dibutuhkan pada proses produksi.

CV Nebulae Cymbals adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi alat musik perkusi yaitu simbal. Produk yang dibuat menggunakan bahan dasar kuningan, tembaga, serta timah. Proses produksi yang terjadi yaitu dengan cara *handmade* dan menggunakan mesin yang kebanyakan dibuat sendiri. Perusahaan manufaktur merupakan perusahaan yang memerlukan bahan baku cukup banyak untuk produksinya dan hal ini dapat berpotensi mengakibatkan perusahaan memiliki *waste* (pemborosan) yang cukup banyak dalam aliran produksinya [3]. *Waste* yang terdapat pada proses produksi suatu perusahaan perlu dikurangi agar perusahaan dapat meningkatkan produktivitas.

CV Nebulae Cymbals menargetkan tingkat produksinya rata-rata sebanyak 120 keping simbal per bulan untuk memenuhi permintaan toko. Namun pada kenyataannya target tersebut sering kali tidak tercapai berdasarkan data historis dan wawancara dengan pemilik perusahaan.

Berdasarkan pengamatan awal pada proses produksi simbal, di beberapa stasiun kerja terlihat penumpukan barang yang akan diproses. Hal tersebut dapat berpotensi menimbulkan *bottleneck*. Selain itu terdapat beberapa pemborosan lain, seperti melakukan pekerjaan ulang karena terdapat logo yang perlu ditambah, lokasi antar stasiun kerja terlihat berjauhan dan dengan medan yang menanjak-menurun, serta waktu dalam proses pembuatan simbal yang berbeda-beda di setiap stasiun kerja. Tingginya *inventory* pada beberapa titik lini produksi yang berpotensi mengakibatkan *bottleneck* di beberapa stasiun kerja. Fenomena yang terjadi seperti yang dijelaskan demikian, berpotensi menyebabkan tidak tercapainya target produksi yang telah direncanakan di CV Nebulae Cymbals. Proses produksi yang dilakukan sebagaimana yang telah dijelaskan dapat menjadi indikator bahwa di dalam proses produksi tersebut terjadi banyak pemborosan (*waste*).

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Jenis pemborosan (*waste*) apa saja yang terdapat pada lini produksi simbal drum dan apa penyebab masalah terjadinya *waste* di CV Nebulae Cymbals? serta Bagaimana upaya untuk mereduksi *waste* pada lini produksi simbal drum di CV Nebulae Cymbals?”. Berkaitan dengan masalah yang telah dijabarkan diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menganalisis *waste* yang terjadi pada lini produksi simbal drum serta memberi usulan tindakan perbaikan sebagai upaya yang dapat mereduksi *waste* di CV Nebulae Cymbals.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dengan metode kuantitatif dan analisis kualitatif untuk beberapa data yang berupa hasil observasi atau wawancara langsung dari perusahaan dengan mengacu pada konsep *Lean Manufacturing* dalam menganalisis dampak dari pemborosan yang terjadi serta upaya dalam mengatasinya.

Lean dapat didefinisikan sebagai metode yang sistematis, melalui perbaikan terus menerus untuk mengidentifikasi, mereduksi bahkan mengeliminasi pemborosan (*waste*) serta

beberapa aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value added*) dengan cara mengalirkan produk (bahan, pekerjaan yang sedang berjalan, hasil) dengan menggunakan system tarik (*pull system*) dari luar yaitu konsumen untuk mencapai kepuasan [5].

Tujuan eliminasi pemborosan (*waste*) dapat dicapai apabila mampu mendefinisikan tipe pada aktivitas *Value added activities* (VA) merupakan suatu aktivitas yang dapat memberikan nilai tambah terhadap produk dan layanan, *Non-value added activities* (NVA) merupakan aktivitas yang tidak memiliki penambahan nilai baik terhadap produk ataupun jasa. *Necessary non-value added activities* (NNVA) merupakan aktivitas yang diperlukan namun tidak memberikan nilai tambah kecuali jika ada perubahan besar dalam proses produksi. [9]

Sebagai langkah awal, digunakan suatu alat yaitu *Value Stream Mapping* (VSM) yang merupakan suatu *tool* yang sesuai untuk digunakan dalam melakukan proses perubahan dengan tujuan untuk mendapatkan kondisi *lean manufacturing* [7]. VSM merupakan alat yang digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas bernilai tambah dan tidak bernilai tambah dalam industri manufaktur, sehingga lebih mudah untuk menemukan akar penyebabnya dalam proses tersebut [12].

Dalam tahap identifikasi *waste*, digunakan suatu metode yaitu *Waste Assessment Model* (WAM) untuk mencari persoalan *waste* secara lebih sederhana. WAM dapat mengetahui hubungan yang terjadi antara ketujuh *waste* yang disebabkan oleh dampak dari setiap jenis *waste* yang dapat muncul secara langsung maupun tidak langsung. [11]. WAM terdiri dari dua langkah yaitu menciptakan matriks untuk mengukur kekuatan hubungan tujuh pemborosan mulai dari yang paling lemah sampai paling kuat dengan *Waste Relationship Matrix* (WRM). Selanjutnya mengkombinasikan hasil dari WRM dengan hasil kuesioner yang telah disebar menggunakan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ).

Untuk menjabarkan aliran produksi secara lebih detail, digunakan suatu alat yaitu *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) pada proses yang memiliki nilai tambah sehingga penyebab terjadinya pemborosan dapat ditemukan [8]. Di dalam VALSAT terdapat 7 *tools*, namun pada penelitian yang dilakukan oleh Fidaus [4] dari ke-7 *tools* VALSAT tersebut yang cocok digunakan dalam permasalahan *waste* adalah *Process Activity Mapping* (PAM). PAM merupakan suatu alat yang digunakan untuk memetakan seluruh kegiatan secara lebih detail. Manfaat yang didapat yaitu untuk mengeliminasi pemborosan, ketidak konsistenan, ketidak-rasionalan di lingkungan kerja sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas, pelayanan yang mudah didapatkan, proses yang lebih cepat dan terwujudnya pengurangan biaya. PAM dalam memetakan aktivitas terdiri dari *Operation* (O), *Transportation* (T), *Inspection* (I), *Delay* (D) dan *Storage* (S) yang kemudian dikategorikan ke dalam tipe aktivitas yang bernilai tambah (*value added activity*), tidak bernilai tambah (*non-value added activity*), atau diperlukan namun tidak bernilai tambah (*necessary non-value added activity*) (8).

Diagram *Ishikawa* atau sering juga disebut *Cause and Effect Diagram* (*Fishbone*) merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi berbagai potensi penyebab masalah dan menganalisis masalah melalui *brainstorming*. Diagram *Ishikawa* dapat membantu menganalisis proses dan mengetahui dengan tepat apa yang terjadi dalam proses (Imamoto, dkk. 2008). Masalah akan dipecah menjadi beberapa kategori terkait. Kategori yang paling umum digunakan adalah: (1) *Man* (orang), yaitu semua orang yang terlibat dalam proses; (2) *Methods* (metode), yaitu bagaimana proses dilakukan, seperti prosedur, peraturan dan lain sebagainya. ; (3) *Bahan*, yaitu semua bahan yang diperlukan untuk melaksanakan proses; (4) *Mesin*, yaitu semua mesin, peralatan, komputer, dan mesin lain yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan; (5) *Pengukuran*, yaitu bagaimana Mengambil data dari proses untuk menentukan kualitas proses; (6) *Environment*, yaitu kondisi di sekitar tempat kerja, seperti suhu, tingkat kebisingan, kelembaban dan lain sebagainya.

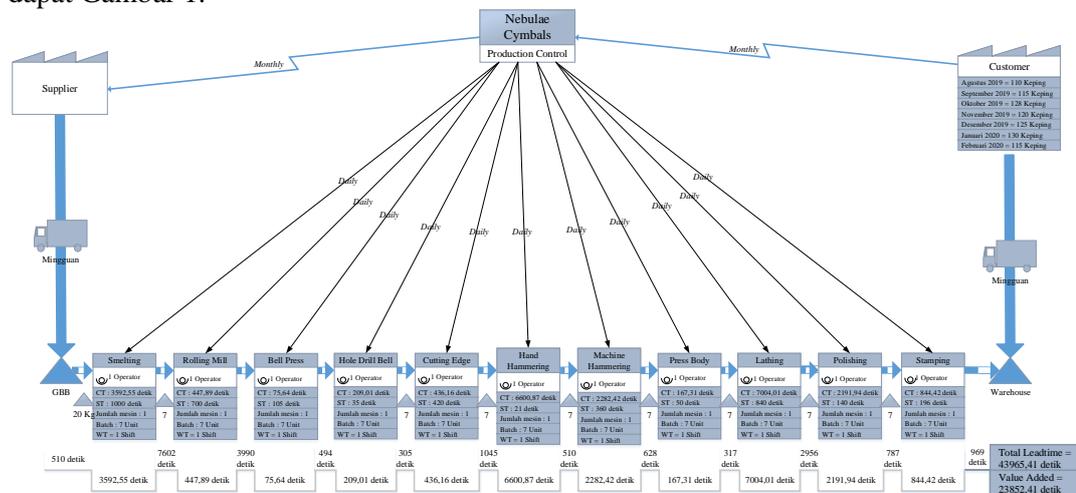
5W+1H merupakan suatu alat yang didalamnya berisi pertanyaan-pertanyaan. Dalam penelitian ini yang membahas mengenai *waste*, 5W+1H digunakan untuk mengetahui *waste* apa yang terjadi (*what*), sumber terjadinya *waste* (*where*), penanggung jawab (*who*), waktu terjadinya pemborosan (*when*), alasan terjadi (*why*), serta saran perbaikan yang perlu dilakukan (*how*). Di dalam 5W+1H terdapat keterangan mengenai perbaikan apa yang perlu dilakukan

terhadap masing-masing penyebab masalah dan juga penjelasan mengenai bagaimana perbaikan tersebut dapat dilaksanakan.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil penelitian terdiri dari pengolahan data yang dilakukan sehingga diperoleh *Current State Value Stream Mapping* untuk memetakan aliran *stream*, menganalisis aktivitas menggunakan *Process Activity Mapping*, mengetahui *waste* dengan *rank* tertinggi menggunakan *Waste Assessment Model*, mencari akar penyebab masalah menggunakan diagram *Ishikawa* dan memperoleh hasil usulan perbaikan menggunakan *5W+1H*.

Dalam memetakan aliran *stream* pada kondisi saat ini, maka dibuat *Current State Value Stream Mapping* yang didalamnya terdapat informasi mengenai seluruh proses yang terjadi, informasi nama stasiun kerja, waktu siklus atau *cycle time*, *setup time*, jumlah operator per mesin, jumlah unit per *batch*, *working time*, dan data *work in process*. Hasil pemetaan kondisi saat ini dapat Gambar 1.



Gambar 1. *Current State Value Stream Mapping* Proses Produksi Simbal

Berdasarkan gambar *Current State Value Stream Mapping* dapat diketahui bahwa di CV Nebulae Cymbals terdapat 11 stasiun kerja dan 1 operator pada masing-masing stasiun kerja. Proses produksi simbal yang terjadi dapat dikatakan termasuk kedalam sistem produksi yang bersifat *job shop*, karena material harus melewati setiap stasiun kerja secara berurutan. *Cycle time* setiap stasiun kerja, dapat dihitung jumlahnya yaitu sebesar 23.852,41 detik yang merupakan *Value Added Time*, sedangkan waktu *Lead time* adalah total waktu tunggu dari order diterima hingga produk dikirim mencapai konsumen yang terdiri dari waktu *value added*, *non-value added*, dan *necessary non-value added*, maka total *lead time* dapat diketahui sebesar 43965,41 detik. Sehingga dapat ditentukan nilai *Process Cycle Efficiency (PCE)* sebagai berikut:

$$PCE = \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Leadtime}} \times 100 = \frac{23.852,41}{43.965,41} \times 100 = 54\%$$

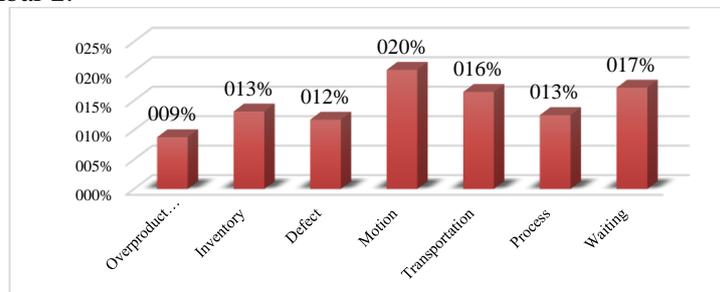
Nilai *PCE* merupakan nilai yang menjadi ukuran seberapa efisien suatu proses produksi berjalan yang ditunjukkan dalam persen. Semakin besar nilai *PCE*, dapat dikatakan bahwa proses produksi berjalan semakin efisien. Nilai *PCE* yang terdapat pada *current state value stream mapping* dengan nilai sebesar 54% menunjukkan bahwa efisiensi pada proses produksi masih dapat lebih ditingkatkan lagi.

Berdasarkan perhitungan *Waste Assessment Model (WAM)* yang telah dilakukan dengan menentukan nilai *Waste Relationship Matrix (WRM)* dan *Waste Assessment Questionnaire* melalui beberapa persamaan atau rumus, maka didapat *final result* untuk tiap *waste* yang merupakan akhir dari hasil perhitungan *WAM* dan menunjukkan *waste* manakah yang memiliki *rank* tertinggi. *Final result* untuk setiap *waste* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Final result* untuk setiap *waste*

Jenis <i>Waste</i>	O	I	D	M	T	P	W
<i>Score (Y_j)</i>	0,61	0,52	0,53	0,52	0,53	0,58	0,55
<i>P_j factor</i>	105,23	186,54	162,63	286,99	228,00	159,44	229,59
<i>Final Result (Y_j Final)</i>	64,62	96,84	86,60	148,92	121,33	92,31	126,66
<i>Final Result (%)</i>	8,76%	13,13%	11,75%	20,20%	16,46%	12,52%	17,18%
<i>Rank</i>	7	4	6	1	3	5	2

Peringkat *waste* yang didapat kemudian diurut dari yang tertinggi hingga terendah diantaranya yaitu *waste* kategori *Motion* memiliki *final result* sebesar 20,20%, *waste* kategori *Waiting* memiliki *final result* sebesar 17,18%, *waste* kategori *Transportation* memiliki *final result* sebesar 16,46%, *waste* kategori *Inventory* memiliki *final result* sebesar 13,13%, *waste* kategori *Process* memiliki *final result* sebesar 12,52%, *waste* kategori *Defect* memiliki *final result* sebesar 11,75%, dan *waste* kategori *Overproduction* memiliki *final result* sebesar 8,76%. Agar lebih mudah melihat peringkat *waste*, maka dibuatkan kedalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Peringkat *Waste*

Berdasarkan *waste* yang telah diketahui diatas, maka selanjutnya identifikasi penyebab pemborosan yang dilakukan pada penelitian ini berfokus pada tiga pemborosan dengan *rank* tertinggi yaitu *waste* kategori *Motion*, *Waiting*, dan *Transportation*.

Untuk mengetahui aktivitas yang dilakukan dalam proses produksi secara lebih detail, maka digunakan *tool* dari VALSAT yaitu *Process Activity Mapping (PAM)*. Dalam PAM ini, terdiri dari aktivitas Operasi (O), Transportasi (T), *Inspection* (I), *Delay* (D) dan *Storage* (S).

Dalam pelaksanaan produksi simbal, terdapat aktivitas Operasi sebanyak 30, aktivitas Transportasi sebanyak 31, aktivitas Inspeksi sebanyak 5, aktivitas *Storage* sebanyak 13 dan aktivitas *Delay* sebanyak 29. Tabulasi Perhitungan PAM dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabulasi Perhitungan PAM

No	Aktivitas	Jumlah	Waktu (detik)
1	<i>Operation</i>	30	31.245,41
2	<i>Transportasi</i>	31	1.834
3	<i>Inspeksi</i>	5	1.156
4	<i>Storage</i>	13	201
5	<i>Delay</i>	29	9.544

Jumlah aktivitas *Delay* dan *Transportation* lebih banyak dibandingkan jumlah aktivitas Operasi. Aktivitas *delay* dan *transportation* merupakan aktivitas yang termasuk kedalam *non-value added*, sehingga banyaknya aktivitas tersebut dapat menjadi penyebab terjadinya *waste*.

Persentase klasifikasi PAM pada keseluruhan aktivitas *value added* terdiri dari 11 proses operasi dengan total waktu sebesar 23.852,41 detik atau 54% dari total *lead time*. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*Non-Value Added / NVA*) yaitu terdiri dari 31 proses dengan total waktu 9.544 detik atau sebesar 22% dari total *lead time*. Aktivitas yang penting tetapi tidak memberikan penambahan nilai (*Necessary but Non-Value Added / NNVA*) yaitu terdiri dari 66

proses diantaranya 31 proses transportasi, 5 proses inpeksi dan 13 proses *storage*. Total waktu NNVA sesesar 10.569 detik atau sebesar 24% dari total *lead time*. Proporsi dari ketiga klasifikasi PAM dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Presentase Klasifikasi PAM

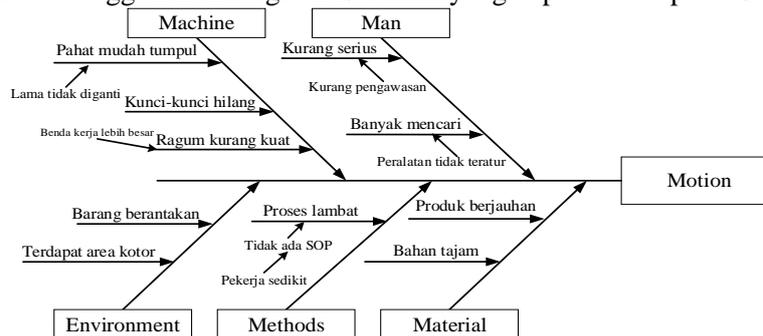
No	Klasifikasi	Jumlah	Waktu (detik)	Persentase (%)
1	<i>Value Added</i>	11	23.852,41	54%
2	<i>Non-Value Added</i>	31	9.544	22%
3	<i>Necessary Non-Value Added</i>	66	10.569,00	24%
Total Lead time		108	43.965,41	100%

Aktivitas yang termasuk kedalam klasifikasi *non-value added* merupakan aktivitas yang tidak bernilai tambah terhadap produk. Terlihat pada Tabel 3, nilai NVA dan NNVA yang bisa dikatakan masih besar nilainya dapat menurunkan tingkat efisiensi proses produksi. Oleh karena itu, perlu adanya upaya mereduksi bahkan menghilangkan aktivitas *non-value added* yang termasuk kedalam pemborosan (*waste*).

Dalam mengidentifikasi lebih lanjut penyebab terjadinya pemborosan (*waste*) digunakan diagram *Ishikawa*. Melalui diagram *Ishikawa* atau sering juga disebut *cause and effect diagram* dapat menunjukkan akar penyebab masalah pemborosan yang terjadi di lantai produksi CV Nebulae Cymbals.

Diagram *Ishikawa* untuk *waste* kategori *Motion*

Waste kategori *Motion* adalah pemborosan yang terjadi karena gerakan-gerakan operator maupun mesin yang tidak perlu dan tidak memberikan nilai tambah. Akar penyebab pemborosan *Motion* ditunjukkan menggunakan diagram *Ishikawa* yang dapat dilihat pada Gambar 3.

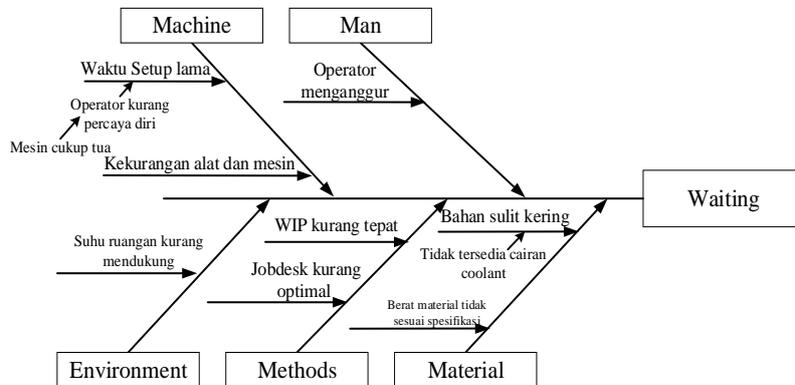


Gambar 3. Diagram *Ishikawa* *waste* *Motion*

Berdasarkan gambar diagram *Ishikawa* untuk *waste* kategori *Motion*, dapat dilihat bahwa faktor penyebab pemborosan terdapat pada; (1) Manusia (*Man*), kurangnya pengawasan dari manager. Operator banyak melakukan aktivitas pencarian alat. Terdapat banyak barang yang tidak diperlukan tersimpan disekitar alat-alat. (2) Mesin (*Machine*), pisau pahat lama tidak diganti sehingga mudah tumpul mengakibatkan proses pengasahan pahat berkali-kali. Kunci-kunci yang hilang mengakibatkan operator melakukan banyak aktivitas pencarian. Ragum yang kurang kuat dikarenakan ragum telah usang menyebabkan proses pemasangan benda kerja pada mesin menjadi berulang-ulang. (3) Lingkungan (*Environment*), terdapat barang-barang berantakan di area stasiun kerja dan mesin mengakibatkan operator banyak melakukan aktivitas pemindahan. Banyak area kotor mengakibatkan operator harus melakukan aktivitas pembersihan area. (4) Metode (*Methods*), tidak ada Prosedur Operasi Standar (SOP) dikarenakan manager menganggap pekerja sedikit tidak perlu menggunakan SOP yang menyebabkan operator lalai sehingga proses menjadi lambat. (5) Bahan (*Material*), produk berjauhan dikarenakan penyimpanan tidak dalam satu tempat. Hal tersebut mengakibatkan kesulitan operator dalam menjangkau benda kerja.

Diagram Ishikawa untuk waste kategori *Waiting*

Waste kategori *Waiting* adalah pemborosan yang terjadi salah satunya bisa karena bahan baku menunggu untuk dikerjakan. Akar penyebab pemborosan *Waiting* ditunjukkan menggunakan diagram *Ishikawa* yang dapat dilihat pada Gambar 4.

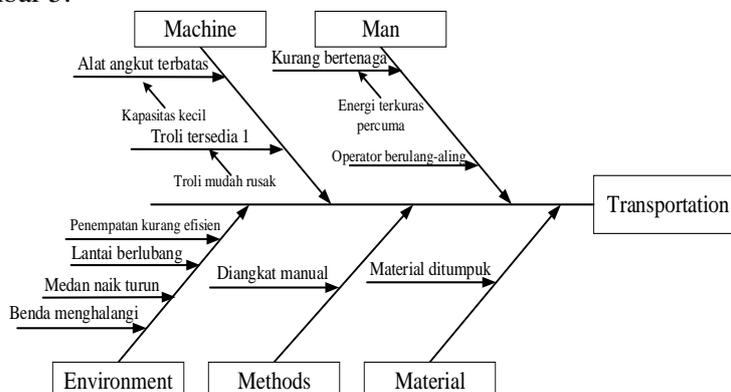


Gambar 4. Diagram *Ishikawa* waste *Waiting*

Berdasarkan gambar diagram *Ishikawa* untuk *waste* kategori *Waiting*, dapat dilihat bahwa faktor penyebab pemborosan terdapat pada; (1) Manusia (*Man*), operator menganggur karena menunggu benda kerja diproses di stasiun kerja sebelumnya. (2) Mesin (*Machine*), *setup* mesin dilakukan cukup lama dikarenakan operator kurang percaya diri dalam memasang benda kerja pada mesin yang cukup tua. Persediaan mesin dan alat terbatas yang mengakibatkan operator saling menunggu untuk menggunakan alat. Kekurangan mesin pada beberapa stasiun kerja mengakibatkan penumpukkan WIP. (3) Lingkungan (*Environment*), suhu ruangan kurang mendukung mengakibatkan lamanya waktu tunggu pendinginan benda kerja. (4) Metode (*Methods*), waktu tunggu WIP di beberapa stasiun kerja dapat disebabkan oleh penjadwalan produksi yang kurang tepat. Pembagian *jobdesk* oleh manager kurang optimal terlihat dari beberapa operator dan mesin yang menganggur. (5) Bahan (*Material*), Bahan sulit kering dikarenakan dalam mendinginkan benda kerja yang bersuhu tinggi tidak tersedia cairan *coolant*. Selain itu, bahan tidak sesuai spesifikasi berat yang mengakibatkan pengerjaan ulang.

Diagram Ishikawa untuk waste kategori *Transportation*

Waste kategori *Transportation* adalah pemborosan yang terjadi karena terdapat usaha berulang atau tambahan pekerjaan yang tidak memberikan nilai tambah, diantaranya seperti pengangkutan ulang, proses pengecekan kembali, dan tata letak yang kurang efisien. Akar penyebab pemborosan *Transportation* ditunjukkan menggunakan diagram *Ishikawa* yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram *Ishikawa* waste *Transportation*

Berdasarkan gambar diagram *Ishikawa* untuk *waste* kategori *Transportation*, dapat dilihat bahwa faktor penyebab pemborosan terdapat pada; (1) Manusia (*Man*), operator kekurangan energi dikarenakan banyak melakukan aktivitas yang tidak perlu sebelumnya. Operator banyak melakukan aktivitas yang berulang aling karena mencari barang dan peralatan pengangkutan seperti troli. (2) Mesin (*Machine*), alat angkut yaitu troli berukuran kecil dan hanya tersedia 1 unit saja dikarenakan troli yang lain mengalami rusak pada bagian roda. Hal ini mengakibatkan operator menjadi beberapa kali memindahkan barang. (3) Lingkungan (*Environment*), penempatan kurang efisien mengakibatkan pemindahan benda kerja menjadi berulang-aling. Lantai berlubang mengakibatkan mobilitas terganggu dan dapat merusak roda troli. Medan naik-turun karena lantai produksi terbagi 3 ruangan yang memiliki ketinggian berbeda. Selain itu, terdapat benda-benda di sekitar yang menghalangi mobilitas. (4) Metode (*Methods*), beberapa barang diangkat secara manual hanya menggunakan alat bantu sarung tangan saja. Pemindahan barang dilakukan dengan berkali-kali. (5) Bahan (*Material*), berat yang berbeda-beda pada setiap benda kerja sulit diambil dikarenakan benda kerja ditumpuk secara tidak teratur.

Hasil usulan perbaikan setelah melalui langkah-langkah penyusunan dalam 5W+1H untuk mengurangi atau menghilangkan pemborosan yang termasuk ke dalam *waste* kategori *Motion*, *Waiting*, dan *Transportation*, kemudian diringkas kedalam bentuk tabel yang hanya ditunjukkan apa penyebab pemborosan (*What*) dan bagaimana perbaikan yang perlu dilakukan (*How*) sehingga usulan perbaikan dapat dikategorikan. Ringkasan usulan perbaikan dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan PAM pembuatan simbol setelah dilakukan perbaikan dengan mengurangi dan menghilangkan aktivitas-aktivitas yang termasuk kedalam *non-value added*, selanjutnya dibuat tabulasi ringkasan perhitungan dari aktivitas O, T, I, S dan D yang membandingkan antara PAM sebelum perbaikan dan setelah perbaikan untuk menunjukkan perubahan yang terjadi. Perbandingan aktivitas PAM sebelum dan setelah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Perbandingan Aktivitas PAM Sebelum Dan Setelah Perbaikan

No	Aktivitas	Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
		Jumlah	Waktu (detik)	Jumlah	Waktu (detik)
1	<i>Operation</i>	30	31.245,41	22	27.024,41
2	<i>Transportation</i>	29	1.834	20	711
3	<i>Inspection</i>	5	1.156	5	2.335,00
4	<i>Storage</i>	13	201	6	152
5	<i>Delay</i>	31	9.544	3	575

Setelah dilakukan perbaikan total waktu *non-value added* yang awalnya sebesar 9.544 detik menjadi sebesar 575 detik dan waktu *necessary non-value added* yang awalnya sebesar 10.569 detik menjadi sebesar 6.370 detik. Maka dari itu, waktu *lead time* pun berkurang yang awalnya sebesar 43.965,41 menjadi 30.797,41 detik. Perbandingan persentase VA, NVA dan NNVA dapat dilihat pada Tabel 6.

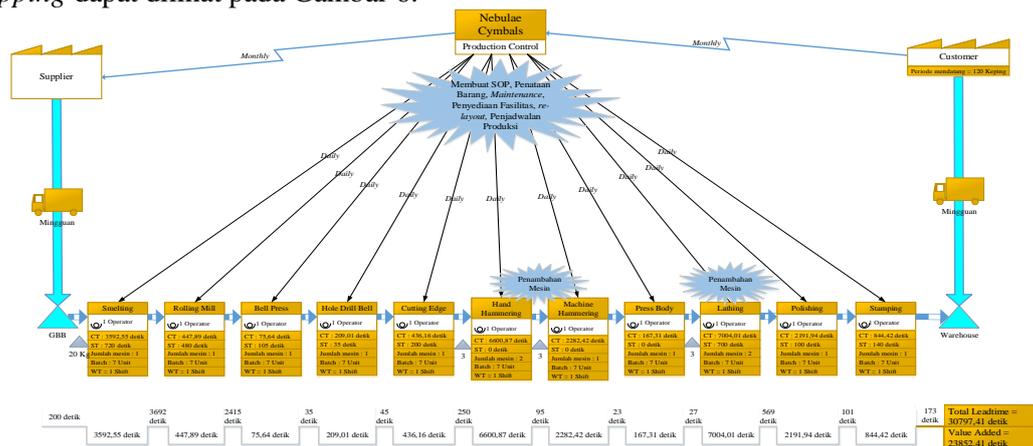
Tabel 5. Perbandingan persentase VA, NVA dan NNVA

No	Klasifikasi	Sebelum Perbaikan			Setelah Perbaikan		
		Jumlah	Waktu (detik)	Persentase (%)	Jumlah	Waktu (detik)	Persentase (%)
1	VA	11	23.852,41	54%	11	23.852,41	77%
2	NVA	31	9.544	22%	3	575	2%
3	NNVA	66	10.569,00	24%	42	6.370,00	21%
Total		108	43.965,41	100%	56	30.797,41	100%

Tabel 6. Ringkasan Usulan Perbaikan Menggunakan 5W+1H

(What) Pemborosan yang terjadi	(How) Bagaimana Usulan perbaikan	Kategori
Operator lambat	Manajer mengadakan brifing dan melakukan pengawasan secara berkala serta kesadaran pribadi operator ditingkatkan.	Membuat SOP
Aktivitas pencarian peralatan	Melakukan penataan barang serta alat yang diperlukan saja dan menyingkirkan barang yang tidak perlu.	Penataan Barang
Pengasahan pisau pahat berkali-kali	Mengganti pisau pahat yang baru dengan kualitas yang lebih baik	Penyediaan Fasilitas
Mencari kunci-kunci	Meletakkan segala sesuatu sesuai posisi yang ditetapkan sehingga siap digunakan pada saat diperlukan	Penataan Barang
Pemasangan benda kerja pada mesin berulang-ulang	Memperbaharui atau <i>maintenance</i> mesin-mesin yang ada	Maintenance
Banyak aktivitas pemilahan	Memisahkan barang-barang yang tidak perlu yang dapat mengganggu produktivitas	Penataan Barang
Membersihkan area	Menjaga kondisi mesin yang siap pakai dan dalam keadaan bersih. Menciptakan kondisi tempat dan lingkungan kerja yang bersih	Maintenance
Proses lambat	Membuat SOP berbentuk visual yang ditempatkan di dinding ruang produksi untuk meningkatkan performa operator	Membuat SOP
Operator sulit menjangkau benda kerja	Menyediakan tempat penyimpanan khusus sebelum dan sesudah pemrosesan yang dekat dengan mesin	Penyediaan Fasilitas
Operator menganggur	Manajer dapat melakukan penjadwalan ulang atau melakukan perhitungan <i>line balancing</i>	Penjadwalan produksi
Setup mesin lama	Perlu dilakukan <i>maintenance</i> terhadap mesin	Maintenance
Operator menunggu menggunakan alat	Penambahan peralatan dan mesin pada stasiun kerja yang membutuhkan	Penyediaan Fasilitas
Waktu pendinginan benda kerja lama	Menyediakan ruangan khusus untuk mendinginkan benda kerja agar lebih cepat	Penyediaan Fasilitas
Waktu tunggu WIP	Manajer dapat melakukan penjadwalan ulang atau melakukan perhitungan <i>line balancing</i>	Penjadwalan produksi
Bahan sulit kering	Menyediakan cairan <i>coolant</i> agar proses pendinginan benda kerja dapat lebih cepat dan meminimisir waktu tunggu	Penyediaan Fasilitas
Pengerjaan ulang	Inspeksi perlu ditingkatkan pada saat melakukan proses <i>Smelting</i> dan <i>Rolling Mill</i> serta komunikasi antar operator lebih ditingkatkan	Membuat SOP
Operator kurang bertenaga	Meminimalisir gerakan-gerakan dan aktivitas-aktivitas yang tidak perlu yang dapat mengakibatkan cepat lelah	Membuat SOP
Operator berulang-aling	Meminimalisir aktivitas-aktivitas yang tidak perlu dan meningkatkan <i>material handling</i>	Membuat SOP
Alat angkut terbatas	Menyediakan alat angkut tambahan dengan kapasitas yang lebih besar	Penyediaan Fasilitas
Troli mudah rusak	Menyediakan alat angkut tambahan dengan kapasitas yang lebih besar serta operator perlu lebih berhati-hati dalam menggunakan fasilitas yang tersedia	Penyediaan Fasilitas
Pemindahan benda kerja berulang-aling	Manajer dapat melakukan perbaikan <i>layout</i> setiap stasiun kerja agar dapat meminimalisir jarak antar mesin	re-layout
Mobilitas terganggu	Manajer dapat melakukan perbaikan <i>layout</i> dan melakukan perawatan terhadap lantai produksi agar mobilitas operator dapat lebih nyaman dan meminimalisir kecelakaan	re-layout
Diangkat manual	Menyediakan peralatan <i>material handling</i> yang lebih baik operator dapat lebih nyaman dan meminimalisir kecelakaan atau kecacatan produk	Penyediaan Fasilitas
Benda kerja sulit diambil	Menyediakan tempat penyimpanan yang lebih ergonomis	Penyediaan Fasilitas

Future State Value Stream Mapping dibuat setelah melalui pengolahan data, menganalisis akar penyebab *waste*, dan menyusun saran perbaikan terhadap proses produksi yang terjadi di lantai produksi CV Nebulae Cymbals. Usulan *Future State Value Stream Mapping* dapat dilihat pada Gambar 6.



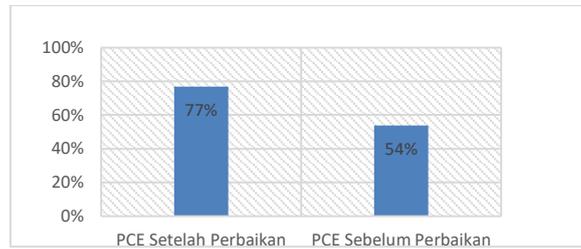
Gambar 6. *Future State Value Stream Mapping*

Dengan usulan *future state value stream mapping* ini, diharapkan dapat mereduksi *waste* yang terjadi di lini produksi CV Nebulae Cymbals. Hasil perbaikan dapat ditentukan dengan mengetahui nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) setelah dilakukan perbaikan sebagai berikut:

$$PCE = \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Leadtime}} \times 100 = \frac{23.852,41}{30.797,41} \times 100 = 77\%$$

Nilai PCE setelah perbaikan terlihat mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan

PCE sebelum perbaikan. Perbandingan tersebut dibuat kedalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Perbandingan nilai PCE sebelum dan sesudah perbaikan

Berdasarkan perbandingan antara *current state mapping* dan *future state mapping* ditemukan perbedaan PCE dikarenakan adanya reduksi *waste* dengan pengurangan aktivitas *non-value added time* berdasarkan perbaikan yang telah disusun menggunakan 5W+1H. Hal ini berarti terdapat penghematan dan pengurangan waktu proses produksi (*lead time*) sebesar 13.168 detik atau peningkatan nilai PCE sebesar 21% untuk memenuhi *demand*. Penghematan ini dapat dipergunakan dengan baik oleh perusahaan yang diharapkan dapat meningkatkan produktivitas perusahaan.

D. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan *Current State Value Stream Mapping*, aktivitas *Value Added* memiliki waktu sebesar 23.852,41 detik. Sedangkan untuk kegiatan *Non-Value Added* memiliki waktu sebesar 20.113 detik. Total *lead time* sebesar 43.965,41 detik sehingga nilai PCE sebesar 54%.
2. Dari hasil identifikasi *waste* dengan menggunakan *Waste Assessment Model* diketahui *waste* yang terjadi di CV Nebulae Cymbals dengan 3 *rank* tertinggi adalah *waste* kategori *Motion*, *Waiting* dan *Transportation*.
3. Berdasarkan analisis dengan menggunakan *tools Process Activity Mapping* dan diagram *Ishikawa*, ditemukan akar penyebab masalah *waste* yang terjadi, kemudian diusulkan rekomendasi perbaikan menggunakan 5W+1H diantaranya berupa penataan barang, penjadwalan produksi, penyediaan dan pembaharuan fasilitas, *re-layout*, serta membuat SOP yang diharapkan dapat mereduksi *waste* yang terjadi.
4. Penerapan *Lean manufacturing* dengan tujuan mereduksi *waste* menghasilkan usulan berupa *Future State Value Stream Mapping* yang diperkirakan dapat memberikan pengurangan *lead time* awal sebesar 43.980,41 detik menjadi 30.797,41 detik yang berarti meningkatnya nilai PCE awal sebesar 54% menjadi sebesar 77%. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas perusahaan dan tercapainya target produksi perusahaan.

Acknowledge

Terimakasih yang sebesar-besarnya peneliti sampaikan kepada seluruh pihak yang membantu dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Aflah, H. N., Prasetyaningsih, E., dan Muhammad, C. R., 2018. Pengurangan Waste Dengan Pendekatan Lean Manufacturing Untuk Memperbaiki Lead Time. *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC*
- [2] Arum, L., 2017. Perbaikan Proses Produksi Dengan Menggunakan Metode Lean Manufacturing di PT. ABC. S2. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [3] Utama, D. M., Dewi, S. K. dan Mawarti, V. I., 2016. Identifikasi Waste Pada Proses Produksi Key Set Clarinet Dengan Pendekatan Lean Manufacturing. S1. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 15 (1), 36.
- [4] Firdaus, D., 2018. Identifikasi Waste Dengan Pendekatan Value Stream Mapping Di Bagian Sanding Balikan Flow Coater Studi Kasus: PT. Yamaha Indonesia. S1. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- [5] Gaspersz, V., 2007. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [6] Gaspersz, V. dan Fontana, A., 2011. Lean Six Sigma for Manufacturing and Engineering. In *Proceedings of International Conference on Industrial Engineering and Operations Management 2011*.
- [7] Goriwondo, William, M., Samson, M. dan Alphonse, M., 2011. *Use of The Value Stream Mapping Tool for Waste Reduction in Manufacturing (Case Study for Bread Manufacturing in Zimbabwe)*. S1. International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- [8] Hines, P. dan Rich, N., 1997. The Seven Value Stream Mapping Tools. *International Journal of Operation and Production Management*, 17 (1), 46-64.
- [9] Hines, P. dan Taylor, D., 2000. *Going Lean*. Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre, Cardiff Business School.
- [10] Imamoto, T., Tobe, T., Mizoguchi, K., Ueda, T., Igarashi, T., dan Ito, H., 2002. Perivesical Abscess Caused by Migration of a Fishbone from The Intestinal Tract. *International Journal of Urology*. 9 (7), 405- 409.
- [11] Rawabdeh, I. A., 2005. A Model for The Assessment of Waste in Job Shop Environments. *International Journal of Operations dan Production Management*, 800-822.
- [12] Williams, M., Douglas, L. dan Tetteh, E. G., 2008. *Value-Stream Mapping to Improve Productivity in Transmission Case Machining*. S1. Industrial Engineering Research Conference J. Fowler and S. Mason.
- [13] Somantri, Arief Rahman, Prasetyaningsih, Endang. (2021). *Reduksi Waste untuk Meningkatkan Produktivitas pada Proses Produksi Bracket Roulette Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing*. *Jurnal Riset Teknik Industri*, 1(2). 131-142