

PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* DALAM PENINGKATAN PRODUKTIVITAS ALUMINIUM BAKING TRAY

Sadiq Ardo Wibowo*

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Batam
The Vitka City Complex, Jl. Gajah Mada, Tiban, Sekupang, Batam, Kepulauan Riau

*email: sadiq@iteba.ac.id

Abstract

Along with the rapid growth of the manufacturing industry, companies are required to create advantages in order to survive and compete with competing companies. Competition between companies requires every manufacturer to make improvements for the better. One of the industry players who are expected to make improvements is TS. aluminum. Where the improvements made focus on the production process line related to the company's productivity. The production process often arises in the form of a series of wastes such as waiting time (waiting time), work in process (WIP) and transportation that is too long. A number of these wastes can result in disruption to performance and decreased productivity. Through this research, efforts were made to reduce waste by using lean manufacturing, VSM, and FMEA. The results showed that there was a decrease in the set up time to 2135 seconds, the waiting time between cutting and filing operations to 256.8 seconds, the turning waiting time to 262.31 and the loss of transportation distance by 22 m in the finishing polishing operation which resulted in the time required reduced to 123.94 seconds. In addition, the company experienced an increase in labor productivity of 5.18, capital productivity of 28.52, productivity of raw materials 4.3, productivity of other components by 33.65 and total productivity of the company by 2.04.

Keywords: *Waste, FMEA, Craig-Harris Methode, Lean manufacturing*

1. Pendahuluan

Pembangunan nasional suatu negara bisa dilihat dari perkembangan industri manufaktur dikarenakan besarnya nilai kapitalisasi dari modal yang ditanamkan, daya serap sumber daya manusia (pekerja) dan kemampuan untuk memberikan aktivitas nilai tambah (value added activity) yang bersumber pada input atau material agar mampu diproses. Melihat sejumlah data terjadi pertumbuhan industri yang dialami pada industri menengah dan industri besar baik manufaktur ataupun jasa (Publikasi BPS, 2020). Sehingga memunculkan reaksi dari sejumlah manufaktur dengan menciptakan perbaikan kinerja dan produktivitas yang lebih unggul agar mampu berkompetisi dengan pesaing yang berasal dari pasar global (Kementrian KUKM, 2021).

Lean manufacturing dianggap sebagai alternatif metode yang bisa dimanfaatkan oleh perusahaan untuk memperbaiki produktivitas dan efisiensi pada berbagai aspek perusahaan (Henao et al., 2019). Pendekatan *lean manufacturing* dianggap sebagai pendekatan yang sistematis dalam menentukan dan menghilangkan

pemborosan (*waste*) melalui sejumlah kegiatan perbaikan (Herrera et al., 2019). Perusahaan dapat menggunakan *lean manufacturing* dalam agar mencapai kinerja terbaik melalui pemanfaatan sumber daya yang secara optimal serta meminimalkan pemborosan u menaikan kualitas dan produktivitas (Ananthukrishna, 2019).

Dalam *lean manufacturing* salah satu tools penting yang bisa dimanfaatkan yaitu *value stream mapping* (VSM). VSM dimanfaatkan dalam mengidentifikasi aliran bahan dan aliran informasi mulai bahan mentah hingga menjadi produk atau layanan yang memiliki pertambahan nilai (Meudt et al., 2017). Apabila aliran informasi ini dimanfaatkan dengan tepat dapat dilakukan penurunan pemborosan yang berimbas pada peningkatan efisiensi perusahaan (Kale & Parikh, 2019). Analisis Aliran Nilai (VALSAT) adalah alat untuk pemetaan rinci rantai nilai dengan fokus pada proses penciptaan nilai. Dengan bantuan pemetaan rinci aliran proses individu, penyebab pemborosan yang terjadi di perusahaan ditentukan.

Peningkatan kinerja dan kualitas suatu perusahaan perlu dilakukan pengukuran produktivitas (Novia et al., 2020). Ada beberapa jenis metode yang bisa menjadi alternatif untuk mengukur tingkat produktivitas seperti Objective Matix, Produktivitas Parsial, Multifactor Productivity Measurement Model dan juga Craig Harris (Taher-Ghahremani & Omidvari, 2018). Dalam penelitian ini dipilihlah metode Craig Harris dalam pengukuran produktivitas melihat waktu siklus yang dibutuhkan cenderung lebih panjang. Craig Harris adalah suatu metode dalam pengukuran produktivitas secara menyeluruh guna memberikan gambaran tingkat efisiensi dan juga perkembangan perusahaan secara total agar dapat mencapai tujuan yang diinginkan perusahaan berupa laba yang dimaksimalkan (Ardianto & Jakaria, 2021).

TS Alumunium adalah salah satu pelaku industri pada bidang manufaktur yang memproduksi berbagai jenis peralatan memasak khususnya *baking tray*. Berdasarkan tinjauan awal sering terjadi permasalahan dikarenakan adanya pemborosan (*waste*) waktu yang mengakibatkan kinerja menjadi kurang optimal dan berdampak pada menurunnya produktivitas perusahaan tersebut yang diperoleh dari penyebaran kuisioner dan juga data-data perusahaan.

Merujuk pada permasalahan yang terjadi maka dilaksanakan penelitian agar mampu mengukur kinerja dan produktivitas supaya meningkatkan daya saing perusahaan memanfaatkan teknik (VSM) *Value Stream Mapping* dan dengan *tools* (VALSAT) *Value Stream Analysis Analysis Tools* dalam mengidentifikasi pemborosan. Selain itu digunakan juga pendekatan Craig Harris agar dapat melaksanakan perbaikan ditinjau menggunakan Failure Mode Effect Analysis (FMEA). Pada akhirnya peneliti mampu memberikan dampak peningkatan produktivitas agar dapat menguntungkan perusahaan.

2. Landasan Teori

2.1 Lean Manufacturing

Lean adalah kegiatan/usaha secara berkelanjutan (*continuous improvement efforts*) dengan maksud agar meminimasi pemborosan (*waste*), memberikan berupa nilai tambah (*value added*) pada produk dan layanan meningkatkan *value* pada konsumen. *Lean Manufacturing* adalah metode untuk memaksimalkan produksi melalui kegiatan penghilangan pemborosan agar

mampu meningkatkan kepuasan pelanggan secara menyeluruh (Buer et al., 2021).

Pada Pelaksanaannya *lean manufacturing* berfokus pada optimalisasi penggunaan sumber daya (input) pada setiap aspek perusahaan dan berusaha untuk memperbaiki juga meningkatkan secara berkelanjutan pada setiap aspek yang berpengaruh pada kepuasan pelanggan. Perlu adanya kegiatan identifikasi dalam *mereduksi* aktivitas atau proses yang tidak bisa menyumbangkan nilai tambah (*non value added activities*). Segala bentuk aktivitas akan mengalami perbaikan dimulai dari desain, proses produksi hingga manajemen perusahaan.

Pada dasarnya pendekatan lean akan secara sistematis mengidentifikasi dan meminimalisir aktivitas-aktivitas yang dianggap sebagai pemborosan dikarenakan tidak memberikan nilai tambah (Alefari et al., 2020). Penelusuran pemborosan dilihat pada aliran produk (materi, *produk setengah jadi (WIP)* dan *output produk*) dan aliran informasi dapat juga melalui sistem tarik (*pull system*) dari dalam dan luar agar dapat mencari aspek terbaik (sempurna dan unggul). Faktor-faktor kunci untuk memastikan keberhasilan penerapan *lean manufacturing* memerlukan dukungan dan keterlibatan secara aktif dari setiap pihak yang ada mulai dari *top management* hingga operator pelaksana.

2.2 Pemborosan (Waste)

Pemborosan memiliki makna suatu kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah jika diperhatikan dari sudut pandang pelanggan (Wicaksono & Karningsih, 2017). Pemborosan dapat dikategorikan menjadi dua macam, yaitu pemborosan tipe 1 (*type one waste*) dan pemborosan tipe II (*type two waste*). Urgensi untuk segera dihilangkan biasanya berasal dari pemborosan tipe 1 karena apabila dibiarkan dampaknya akan sangat terasa oleh perusahaan. Secara detail pemborosan akan di kelompokkan kembali kedalam 9 jenis pemborosan yang paling sering terjadi pada perusahaan, yaitu :

- Enviromental, berkaitan dengan Kesehatan dan Keselamatan Lingkungan kerja (K3L). pemborosan ini terjadi disebabkan akibat kecerobohan dan kelalaian untuk menangani masalah K3L yang bisa saja menyebabkan kerusakan atau yang terburuk menyebabkan kematian.
- Defect adalah pemborosan yang terjadi pada proses manufaktur, buruknya kinerja

pengiriman dan bahkan kegagalan pemenuhan kualitas produk.

- c) *Overproduction* dimaksudkan untuk kegiatan produksi yang terlalu berlebihan atau kesalahan aliran informasi menyebabkan produk dihasilkan melebihi kapasitas (stock).
- d) *Waiting* merupakan masa dimana tidak ada kegiatan yang dilaksanakan oleh manusia, informasi atau material dengan durasi cukup panjang. Sehingga bisa memberikan dampak pada terhentinya aliran dan memperlama waktu pengiriman produk kepada pelanggan.
- e) *Not utilizing employee knowledge skill and abilities* merupakan sumber pemborosan yang berawal dari sumber daya manusia disebabkan oleh penempatan pegawai sesuai dengan kemampuan, keterampilan dan pengetahuan yang dimilikinya.
- f) *Transportation* disebabkan karena proses perpindahan bahan, produk informasi dan tenaga kerja yang tidak optimal. Pemborosan ini menimbulkan waktu kerja yang lama, tenaga kerja berlebihan dan tingginya biaya produksi.
- g) *Inventory* diakibatkan dari kesalahan informasi produk menyebabkan *stock* yang dimiliki disimpan dalam jumlah banyak. Dampak yang dirasakan adalah peningkatan biaya dan pelayanan pelanggan yang buruk.
- h) *Motion* adalah aktivitas yang tidak perlu dilakukan yang dikarenakan oleh pengaturan tata letak fasilitas yang kurang baik. Sehingga menimbulkan tingkat ergonomi yang rendah.
- i) *Over-processing* adalah pemborosan disebabkan oleh suatu metode kerja yang menerapkan sistem dan prosedur yang kurang tepat dengan kapasitas operasi kerja.

2.3 Value Stream Mapping (VSM)

Value stream mapping merupakan suatu alat yang digunakan dalam rantai pasok yang dibutuhkan untuk merancang, memesan dan menentukan spesifikasi atau nilai suatu produk baik itu barang ataupun jasa (Jamil et al., 2020). Melalui *value stream mapping* dapat diidentifikasi kegiatan yang mempunyai nilai tambah dan tidak bernilai tambah dalam proses manufaktur sehingga memudahkan penelusuran penyebab

masalah dalam sebuah proses (Sudhakara et al., 2020), *Value stream mapping* metode yang jitu untuk menentukan arah perbaikan sehingga proses menjadi efektif dan efisien.

Value stream mapping akan memberikan metode dan kinerja yang lebih optimal terlihat dari *future state mapping* yang akan diusulkan sehingga secara visual aliran informasi dan bahan mengalami perbaikan (Sudhakara et al., 2020). Perbaikan yang dapat terjadi akan mengurangi waktu pengiriman dan meningkatkan persentase aktivitas yang memiliki nilai tambah pada keseluruhan sistem produksi.

2.4 Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

Failure mode effect analysis (FMEA) suatu langkah terstruktur agar dapat mengurangi kegagalan sebanyak-banyaknya dengan mengidentifikasi penyebab kegagalan tersebut (Jain, 2017). Kegagalan dalam hal ini bisa berarti cacat akibat desain, ketidaksesuaian dengan spesifikasi dari yang telah ditentukan dan perubahan yang mempengaruhi fungsionalitas produk (Doshi & Desai, 2017). Kegagalan ini jika dihilangkan akan dapat meningkatkan keandalan produk dan layanan sehingga meningkat juga kepuasan pelanggan terhadap produk.

FMEA dianggap sebagai salah satu tools terbaik pada aplikasi lean agar dapat memperbaiki kualitas dari produk suatu perusahaan (Dedimas & Gebeyehu, 2019). Untuk melaksanakan FMEA terlebih dahulu perlu diketahui dan dievaluasi potensi kegagalan dan dampak yang akan ditimbulkan. Setelah mengetahui hal ini dapat ditentukan langkah terbaik untuk menghapuskan atau mengurangi potensi kegagalan tersebut. FMEA dapat memberikan manfaat positif seperti penghematan biaya karena dapat melakukan tindakan pencegahan yang diperlukan sebelum masalah terjadi. Selain itu juga dapat mengurangi waktu karena fokus yang dilakukan adalah pada kegiatan yang tepat.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Objek Penelitian.

Untuk penelitian ini objek yang digunakan adalah pada TS Aluminium berada di jalan Singoranu, Sorousutan, Umbulharjo, Yogyakarta. Untuk objek pada penelitian ini dengan mengukur tingkat produktivitas total perusahaan. Pelaksanaan dalam penelitian dilakukan selama 1 bulan setengah.

3.2 Metode Pengolahan Data.

langkah pengolahan data, informasi di dikumpulkan dari pengamatan yang terjadi pada penelitian dilakukan uji dan divalidasi agar dapat mengetahui:

a) Uji Kecukupan Data

Uji dilaksanakan untuk menentukan total pengamatan yang diperlukan dalam kegiatan studi waktu menggunakan stopwatch dengan formulasi khusus dalam memperhitungkan level kepercayaan (*confidence level* = 95%) dan tingkat akurasi (*degree of accuracy/precision* = 5%) yang telah ditentukan.

b) Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data guna memperoleh informasi mengenai homogenitas data yang digunakan untuk menentukan waktu baku. Uji ini dilakukan dengan visual atau melalui penerapan peta kendali. Peta kendali merupakan alternatif pengujian yang tepat dalam melaksanakan pengujian konsistensi data hasil pengamatan bahkan untuk data-data yang sangat ekstrim atau menyimpang dari tren rata-rata.

c) Model Craig Harris

Model Craig O Harris produktivitas dapat diukur dengan rumus:

$$P_t = \frac{Q_t}{L+C+R+Q}$$

Dimana:

P_t = Produktivitas

L= Faktoral masukan tenaga kerja

C= Faktoral masukan modal

R= Faktoral masukan bahan mentah dan alat

Q= Faktoral masukan lain pada barang dan jasa

Q_t= Keluaran Total

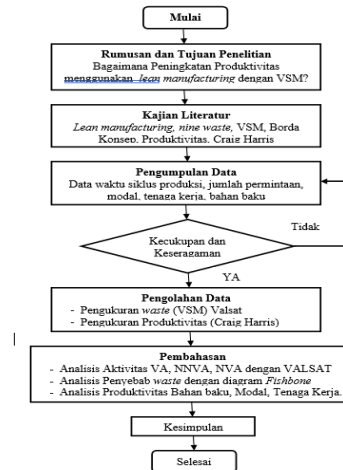
3.3 Metode Analisa Data

Tahapan ini dilaksanakan untuk mengevaluasi lebih mendalam terhadap gambaran permasalahan yang terjadi didasarkan pada rumusan masalah yang akan diajukan. Analisis yang dilaksanakan akan menawarkan solusi yang optimal untuk setiap permasalahan yang terjadi di perusahaan berupa pengurangan pemborosan

yang terjadi selama proses. Penentuan kesimpulan dan saran dimaksudkan untuk menarik jawaban akhir dari analisis yang bisa digunakan sebagai masukan oleh perusahaan menjadi lebih baik.

3.4 Diagram Alir Penelitian.

Alur penelitian yang dilaksanakan untuk mengatasi permasalahan-permasalahan yang terjadi terlihat di diagram alir penelitian berikut ini:



Gambar 1. Diagram Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Penelitian

a) Produk

TS Alumunium Putra 2 merupakan salah satu UKM yang beroperasi pada proses peleburan alumunium yang berlokasi di Jalan Singoranu, No.69 RT. 46/ RW. 12, Sorosutan, Umbulharjo, Yogyakarta. Bapak Rohadi merupakan pemilik sekaligus pendiri TS Alumunium Putra pada tahun 2010. Kemudian TS Alumunium melakukan ekspansi perusahaan menjadi TS Putra 2.

Produk alumunium yang dihasilkan oleh TS Putra 2 dengan berfokus dari hasil cetakan dengan beberapa macam bentuk produk yang dihasilkan. Produk yang dibuat adalah berupa Cetakan diantaranya Ikan Campur, Leker TPS, Leker TBL, kue Cere, Kuwuk TBL, Lumpur 9 TP, Coro KCL TPS, Coro TB, Apera dan cetakan dan berbagai jenis produk yang diproduksi untuk memenuhi permintaan pelanggan.



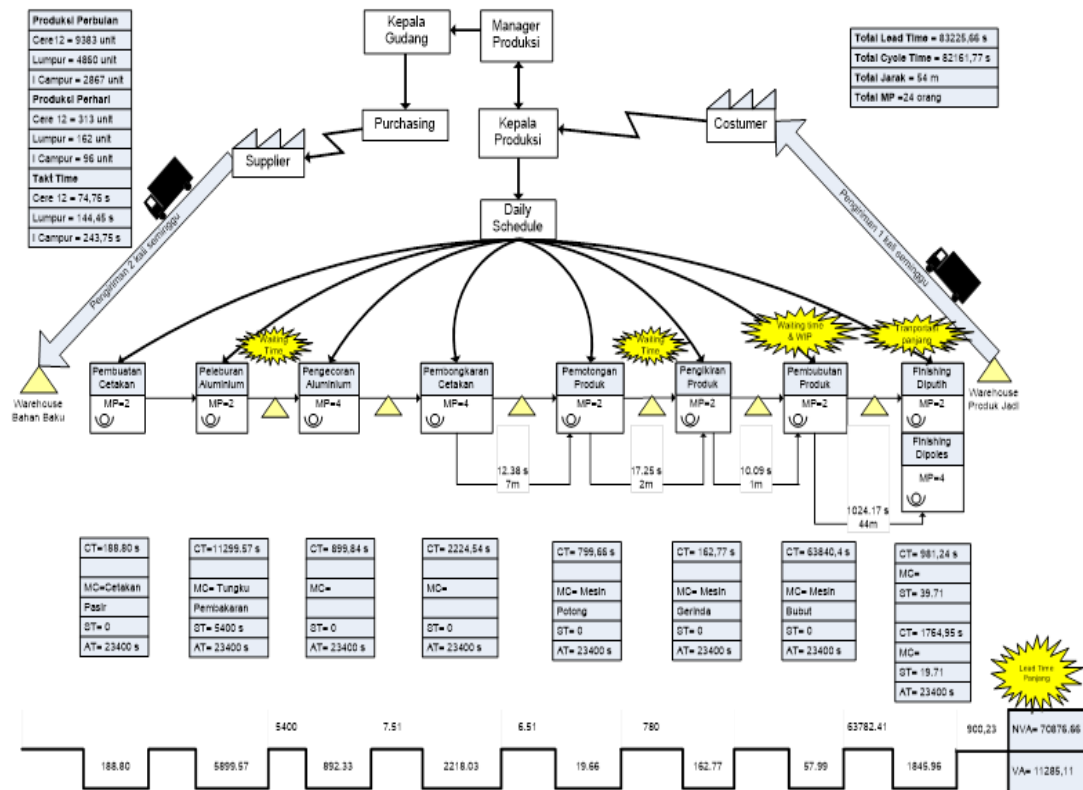
Gambar 2. Data Historis Permintaan Pelanggan

Namun, penelitian ini akan berfokus hanya untuk produk berdasarkan data masa lalu yang menunjukkan jika produk yang bersangkutan memiliki tingkat permintaan tertinggi dan umumnya terlaris di pasar. Berdasarkan informasi ini produk yang digunakan adalah cere 12,

lumpur, dan Ikan Campur dengan jumlah permintaan dari konsumen. terlihat pada grafik pada gambar 2.

b) Current State Value Stream Mapping

Pemetaan menggunakan *current state value stream mapping* berdasarkan dari sejumlah data yang dipakai sebagai bahan untuk dilakukan pengukuran tentang aliran informasi dan aliran material selama proses pembuatan produk cere 12, Lumpur, dan Ikan Campur. Data dan informasi yang dibutuhkan untuk menghasilkan *current state value stream mapping* didapatkan dari pengamatan, pengukuran dan perhitungan. Berikut ini adalah *current state value stream mapping* terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3. Current State Value Stream Mapping (CSVSM)

Berdasarkan gambaran dari CSVSM terdapat waktu siklus (cycle time) dan lead time masing-masing proses. Waktu siklus pada proses pembuatan cetakan pasir sebesar 188,80 detik, untuk proses peleburan sebesar 11299,57 detik, proses pengecoran sebesar 899,84 detik, proses pembongkaran sebesar 2224,54 detik, proses pemotongan sebesar 799,66 detik, proses pengikiran sebesar 162,77 detik, proses

pembubutan sebesar 63840,4 detik, proses finishing putih sebesar 981,24 detik, dan proses finishing poles adalah sebesar 1764,95 detik.

c) Penyebab Pemborosan dan Usulan Perbaikan

Pemborosan dan ketidakefisienan yang dihasilkan dalam kegiatan produksi dianalisis menggunakan metode FMEA. Terlihat pada tabel

FMEA permasalahan dan penyebab permasalahan jika pemborosan ini dibiarkan (Balaraju et al., 2019). Setelah melakukan wawancara dengan pihak-pihak terkait kemudian disusun kedalam sebuah tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel FMEA

Item / Komponen	Identifikasi jenis Kegagalan yang Sering terjadi (Potential Failure Mode)	Identifikasi Akibat Kegagalan (Potential Effect of Failure)	S	Penyebab Kegagalan (Potential Cause of Failure)	O	Control	D	RP N
Manusia	Kurang Teliti, Kurang Tanggapan Terhadap Masalah	Munculnya Defect (cacat produksi) sehingga menyebabkan produksi gagal terpenuhi	5	karena error pekerja yang kurang, terlalu terburu-buru dan tidak tenang dalam melakukan pekerjaan.	4	Perbaikan pada kegiatan produksi produk cere 12, lumpur dan ikan campur. Selain dengan memberikan motivasi agar pekerja lebih bersemangat, juga perlu dilakukan pengukuran dan penjadwalan kerja yang baik.	4	80
Manusia	Kegagalan dalam melakukan peramalan	Jumlah Persediaan menjadi berlebihan sehingga biaya penyimpanan menjadi tinggi	6	Perhitungan estimasi permintaan yang tidak tepat, juga karena permintaan konsumen tidak pasti dan sulit diprediksi.	4	pemberian training/ pelatihan mengenai forecasting dengan penggunaan software untuk peramalan.	4	96
Manusia	Pekerja yang Jenuh dan Stress	Aktivitas yang dilakukan tidak memberikan nilai tambah justru menambah waktu produksi menjadi lebih panjang	5	Pekerja yang sering berjalan-jalan membawa peralatan dan terkadang meletakkan peralatan waktu produksi tempat yang semestinya	5	Perlu adanya manajemen stress dari pihak perusahaan, agar pekerja merasa termotivasi dan lebih bersemangat dalam bekerja.	4	100
Mesin	Pemindahan produk dari proses satu ke yang lainnya masih menggunakan peralatan manual	Proses Produksi kurang maksimal dan target produksi pun kurang maksimal	5	Perusahaan menggunakan kualitas peralatan yang sederhana seperti gerobak dorong yang hanya memiliki kapasitas angkut yang kecil, sehingga harus membutuhkan waktu lama untuk transportasi.	4	Penggunaan alat angkut lebih modern yang memiliki kapasitas besar untuk mengurangi waktu proses transportasi.	3	60
Mesin	Kemampuan penggunaan alat yang kurang	Minimnya pengetahuan membuat proses produksi menjadi terkendala	4	Penggunaan alat yang digunakan masih manual serta kesalahan dalam menset-up mesin tungkun pembakaran	5	Memberikan pelatihan kepada pekerja tentang penggunaan peralatan	6	120
Mesin	Penggunaan alat kerja yang berisiko	Meningkatkan Resiko kecelakaan kerja	4	belum adanya kesesuaian ukuran alat kerja dengan pekerja	4	Penerapan nilai-nilai ergonomi di perusahaan.	5	80
Material	Kualitas bahan baku yang kurang baik	Produk yang dihasilkan banyak memiliki kecacatan sehingga gagal memenuhi ekspektasi pelanggan	6	Pemilihan supplier bahan baku yang kurang tepat dan pihak perusahaan kurang teliti dalam pemilihan bahan baku, selain itu perusahaan kurang memperhatikan kondisi bahan baku saat melakukan penyimpanan.	5	Perusahaan harus lebih memperhatikan bahan baku selama penyimpanan dengan melakukan secara berkala dan menentukan supplier yang dapat dipercaya yang mampu memberikan bahan baku sesuai dengan kriteria dari perusahaan.	5	150
Material	Menyediakan produk dalam	Adanya penumpukan produk	4	Melakukan produksi dalam	4	Menerapkan material requirement	5	80

Item / Komponen	Identifikasi jenis Kegagalan yang Sering terjadi (Potential Failure Mode)	Identifikasi Akibat Kegagalan (Potential Effect of Failure)	S	Penyebab Kegagalan (Potential Cause of Failure)	O	Control	D	RP N
Lingkungan	jumlah banyak	jadi dan setengah jadi	5	jumlah banyak dan berlebih tidak menyesuaikan dengan kebutuhan permintaan	4	planning agar dapat meminimalisir terjadinya penyimpanan yang tidak diperlukan serta melakukan pemulan permintaan dengan tepat.	5	100
Lingkungan	alur proses produksi yang belum teratur	Proses produksi menjadi lebih lama	5	tata letak pabrik dan produksi yang belum optimal, jarak antar stasiun kerja yang sangat jauh sehingga aliran WIP maupun perpindahan yang dilakukan menjadi berlebih	4	perbaikan tata letak fasilitas pabrik maupun lantai produksi yang sesuai agar alur proses produksi menjadi lebih optimal	5	100
Lingkungan	Kondisi lingkungan yang tidak sehat dan bersih	Gangguan Kesehatan pada pekerja	4	pencemaran udara, asap, debu, serta polusi suara akibat dari proses pengikisan	5	kesadaran untuk menjaga kebersihan lingkungan serta mencegah pencemaran, membuat SOP yang jelas tentang K3.	3	60
Metode Kerja	Metode kerja yang tidak konsisten dalam proses produksi	Proses produksi melibatkan kegiatan yang tidak dibutuhkan	5	Belum terdapatnya SOP dari perusahaan, serta tidak ada instruksi kerja yang pasti.	4	diperlukan adanya SOP dengan jelas dari perusahaan agar pekerja melakukan pekerjaan dengan benar.	3	60

d) Matriks Valsat

Valsat mempunyai sejumlah besar alat yang dapat dimanfaatkan untuk pemetaan terperinci proses produksi yang berjalan diperusahaan. Kesimpulan dari tabel matriks Valsat terlihat sebagai berikut:

Tabel 2. Matriks VALSAT

Waste/Structure	MAPPING TOOLS							
	Robot	Process Activity Mapping	Supply Chain Response Matrix	Product Variety Mapping	Quality Filter mapping	Demand Amplification Mapping	Decision Point Analysis	Physical Structure
Overproduction	9,52	L	M		L	M	M	
Waiting	15,87	H 142,83	H 142,83	L	9,52	M 28,36	M 47,61	28,36
Transport	17,46	H 157,14		15,87				L 17,46
Inappropriate Processing	7,93	H			L		L	
Unnecessary Inventory	15,87	M 47,61	H 142,83	M 47,61	7,93	H 142,83	M 47,61	7,93
Unnecessary Motion	9,52	H	L					L 15,87
Defect	19,04	H 85,68	9,52		H 171,36			
Environmental	1,58	H			L	M		
Not Utilizing	3,17	M 14,22			1,58	4,74		
		9,52			28,36			
Total		556,92	323,74	64,38	218,92	223,74	131,71	33,33

Berdasarkan hasil dari tabel matriks valsat, untuk pemilihan detailed mapping tools yang dianggap mewakili yang terbaik dari tools-tools yang ada, maka dipilih salah satu metode yang memiliki nilai total yang terbesar yaitu PAM (process activity mapping). PAM dalam penelitian ini juga dapat mengakomodir dan mengevaluasi jenis pemborosan (nine waste) yang terjadi pada proses produksi diperusahaan (Setiyawan et al., 2013). Oleh sebab itu, maka tools ini jika dibandingkan dengan yang lain PAM dapat mewakili dari kebutuhan penelitian.

e) Perhitungan Menggunakan Craig-Harris

Pengukuran produktivitas pada sebelum lean manufacturing dilaksanakan menggunakan pendekatan Craig Harris, dimana metode produktivitas secara menyeluruhan yang difokuskan pada keuntungan maksimum yang akan diperoleh perusahaan. Pengukuran produktivitas total dilaksanakan melalui cara membagi total output dan total input, jenis input yang dipakai dalam perhitungan yaitu adalah terkait dengan tenaga kerja, modal, bahan baku dan lain-lain. Rumus produktivitas adalah berikut ini:

$$P_t = \frac{Q_t}{L+C+R+Q}$$

$$= \left[\frac{132.042.900}{42.164.842 + 8.555.000 + 56.730.000 + 7.252.145} \right]$$

$$= \text{Rp} \left[\frac{132.042.900}{114.701.987} \right] = 1,15$$

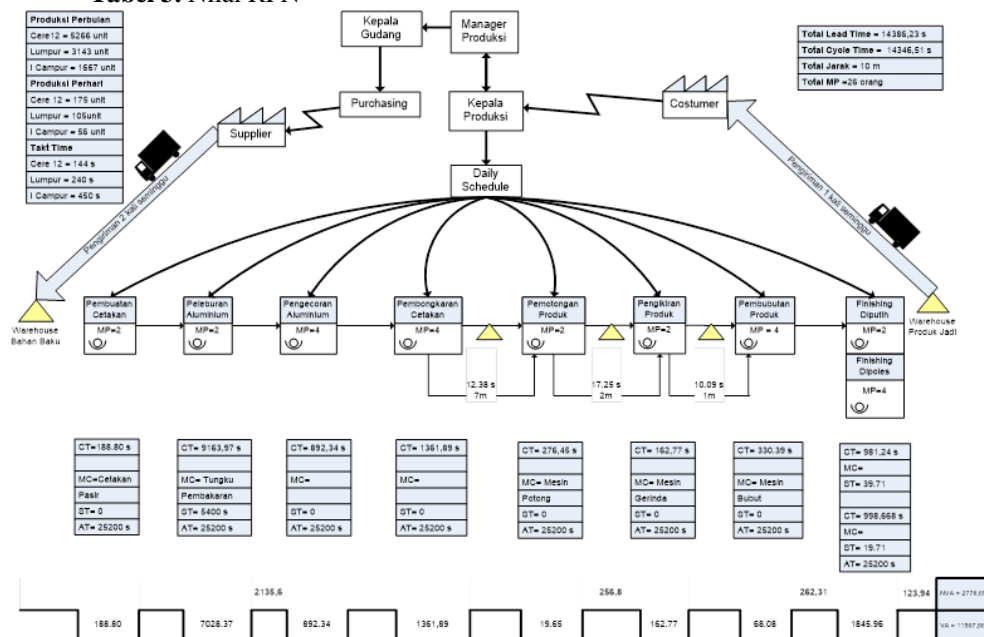
4.2 Pembahasan

Hasil pengolahan FMEA di atas diketahui beberapa faktor yang berpotensi mengalami kegagalan. Untuk lebih jelas memahami potensi kegagalan dari tertinggi ke terendah, hasil FMEA dapat diklasifikasikan sehingga upaya perbaikan lebih lanjut dapat dilakukan. Di bawah ini adalah urutan mode kegagalan yang mungkin berdasarkan nilai RPN:

No	Potential Failure Mode	RPN
1	Kurang Teliti, Kurang memahami Mesin .	80
2	Kegagalan dalam melakukan peramalan	96
3	Pekerja yang Jenuh dan Stress Proses pemindahan Finish	100
4	Good pada antar proses masih konvensional menggunakan peralatan manual	60
5	Kemampuan penggunaan alat yang kurang	120
6	Penggunaan alat kerja yang berisiko	80
7	Kualitas bahan baku yang kurang baik	150
8	Menyediakan produk dalam jumlah banyak	80
9	Alur proses produksi yang belum teratur	100
10	Kondisi lingkungan yang tidak sehat dan bersih	60
11	Metode kerja dalam proses produksi belum konsisten	60

Dilihat dari hasil analisis identifikasi pemborosan yang terjadi di proses *activity mapping* dijadikan dasar memberikan saran peningkatan yang bisa diterapkan. Melalui alat-alat ini dimungkinkan untuk memperoleh kategori untuk setiap jenis kegiatan selama proses produksi, yaitu proses *operation*, *transportation*, *inspektion*, *storage* dan *waiting*.

Tabel 3. Nilai RPN



Gambar 4. Future State Mapping

Dari hasil PAM (*process activity mapping*) dilaksanakan bisa didapatkan informasi jika *lead time* yang lama disebabkan karena kegiatan yang tidak ada nilai tambah (NVA) dan proses yang harus dikerjakan tetapi tidak ada nilai tambah (NNVA) misalnya pada aktivitas peleburan aluminium dengan kegiatan yang dapat meminimalkan durasi *setup time* yang memakan waktu yaitu 5400 detik kemudian disarankan untuk meningkatkan *setup time* selama proses manufaktur belum dilakukan hingga tidak mengambil waktu proses utama atau waktu siklus produk juga waktu yang diperlukan sebesar 2135,6 detik.

Pada proses pengecoran dan pembukaan hasil cor ditemukan kegiatan pengangkutan dimana alat tidak harus dipindahkan jauh dari tempat kerja, walaupun waktu yang dibutuhkan dalam waktu 7,51 dan 6,51 detik tidak terlalu lama, namun kegiatan ini tidak dianggap memberikan nilai tambah. Disarankan untuk menyiapkan alat atau tempat yang dekat dengan tempat kerja agar proses produksi tidak memakan waktu lama. Dengan pengurangan waktu ini, waktu produksi pada proses pengecoran terjadi penurunan sebesar 892,33 detik dan pembukaan hasil cor 1361,89 detik

Dalam proses *cutting* diketahui jika waktu tunggu (*waiting time*) karena adanya kegiatan menunggu proses pengikiran (selanjutnya), kegiatan ini semula 780 detik, mampu dikurangi hingga 256,8 detik artinya memangkas waktu tunggu proses *cutting* menurun sebesar 276,5 detik

Dalam proses *turning* ditemukan pemborosan berupa transportasi, WIP dan waktu tunggu mengakibatkan *lead time* terlampaui lama. Kegiatan WIP tersebut dapat dikurangi melalui penambahan operator pada proses pembubutan yang semula yang awalnya mempunyai 2 tenaga kerja bertambah jadi 4 orang. Melalui bertambahnya operator ini perusahaan dituntut mempunyai kebijakan terbaik supaya produk bisa dihasilkan pada waktu yang sama. Karena pengurangan waktu tersebut waktu siklus selama proses pembubutan menurun menjadi 330,39 detik.

Untuk proses *finishing poles* rute pengangkutan telampau jauh sebesar 22 m hingga membutuhkan durasi yang cukup lama yaitu 52,67 detik. Rute yang jauh tersebut diakibatkan oleh letak gudang pembubutan dan finishing poles telampau panjang diletakkan pada *section 3 warehouse* atau berada disisi *building* produksi (*Turning*). Hingga dapat menyebabkan proses transportasi antara produk setengah jadi dan

produk jadi memakan durasi waktu yang panjang, mulai pada proses *turning* hingga *finishing* produk hingga ke *warehouse FG*. Rute yang memakan waktu dapat diminimalisir dengan memperbaiki desain fasilitas *workstation* atau bengkel, merancang tata letak fasilitas sehingga proses transportasi bisa dihapuskan dari 176,95 detik sebesar 998.668 detik dan total waktu siklus sebesar 185,96 detik.

Perbandingan hasil usulan dilaksanakan agar dapat diketahui perbedaan hasil sebelum dan sesudah saran diterapkan. Output total perusahaan setelah lean manufacturing didapatkan dari hasil produksi berdasarkan usulan perbaikan dengan membandingkan total aktivitas perbulan sebesar 14346,51 detik atau 48,87 total aktivitas dengan total produksi sebelumnya sebesar 17.100. Usulan peningkatan yang diberikan seperti persentase, waktu atau angka produktivitas. Hasil kenaikan pertama nilai VA (Value Added) juga persentase kenaikan 11,3%, NNVA (*No Necessary Added Value*) persentase kenaikan 55,7% dan (*No Added Value*) sebesar 66, 9%. Dengan PCE (*Process Cycle Efficiency*), suatu dimensi ukuran yang menampilkan efisiensi proses terjadi perbaikan yang sangat baik yaitu sebesar 66,85%, hal ini dikarenakan nilai NVA turun, tetapi nilai VA dan NNVA meningkat yaitu, saran yang dianjurkan secara spesifik memberikan pengaruh dalam PCE.

Terjadi juga transformasi peningkatan total *cycle time* dari semula 82161,77 detik berubah jadi 136,51 detik, disebabkan adanya minimasi aktivitas NPV atau dihilangkannya proses yang tidak bernilai tambah. Peningkatan pada *cycle time* yang terlaksana sangat mempengaruhi hasil produktivitas dari TS Aluminium, produktivitas dari tenaga kerja meningkat 5,18 dari 3,13 berubah jadi 8,31. Produktivitas modal dapat meningkat sebesar 28,52, produktivitas bahan baku sebesar 4,3 produktivitas lainnya sebesar 33,65 dan produktivitas secara keseluruhan (total) sebesar 2,04 turun dari 1,15 sesudah peningkatan jadi 3, 19.

5. Kesimpulan

Penelitian ini dilaksanakan bermaksud untuk memberikan suatu usulan untuk meningkatkan produktivitas dengan pendekatan *lean manufacturing tools* VSM di TS Aluminium. Dari hasil pelaksanaan penelitian yang dilaksanakan dapat meningkatkan produktivitas perusahaan, saran perbaikan yang disarankan merupakan penghapusan dan meminimalkan 9 macam pemborosan berasal dari dalam kegiatan produksi.

Pengurangan *lead time* yang lama dengan meminimasi waktu perakitan dari 500 detik menjadi 2135,6 detik, menghilangkan proses perakitan pahat di departemen pengecoran dan pembongkaran, mengurangi waktu tunggu diantara proses pemotongan dan pengarsipan, pada waktu sebelumnya 780 detik berubah jadi 256,8 detik. Kegiatan yang tidak perlu pada proses penyimpanan dan pengangkutan WIP dihilangkan dan meminimasi waktu tunggu pembubutan dari 59,12 detik jadi 262,31 detik. Penghapusan jalur *transportation* 22m selama proses aktivitas finishing pemolesan, hingga durasi yang diperlukan bisa berkurang hingga 123,94 detik.

Nilai produktivitas sebagian atau parsial dan total atau menyeluruh TS Aluminium setelah diukur dan ditingkatkan terjadi perubahan yang signifikan. Produktivitas pada TK (tenaga kerja) meningkat dari 5,18 dari 3,13 menjadi 8,31. Produktivitas modal juga meningkat sejumlah 28,52 dari 15,3 jadi 43,95 Produktivitas material meningkat sejumlah 4,3, sebelumnya 2,32 jadi 6,62. Produktivitas lainnya meningkat 33,65 dari 18,20 menjadi 51,85, dan total produktivitas perusahaan jadi 2,04 yang sebelumnya 1,15 peningkatan yang telah dilaksanakan jadi 3,19.

DAFTAR REFERENSI

- Alefari, M., Almani, M., & Salonitis, K. (2020). Lean manufacturing, leadership and employees: the case of UAE SME manufacturing companies. *Production and Manufacturing Research*, 8(1), 222–243. <https://doi.org/10.1080/21693277.2020.1781704>
- Ananthukrishna, A. (2019). The effectiveness of implementing lean manufacturing techniques. *International Journal of Management*, 10(2), 47–51. <https://doi.org/10.34218/IJM.10.2.2019/005>
- Ardianto, R., & Jakaria, R. B. (2021). American Productivity Center (APC) and Craig-Harris Productivity Model method in measuring the productivity of customs companies. *Procedia of Engineering and Life Science*, 1(1). <https://doi.org/10.21070/pels.v1i1.647>
- Balaraju, J., Govinda Raj, M., & Murthy, C. S. (2019). Fuzzy-FMEA risk evaluation approach for LHD machine-A case study. *Journal of Sustainable Mining*, 18(4), 257–268. <https://doi.org/10.1016/j.jsm.2019.08.002>
- Buer, S. V., Semini, M., Strandhagen, J. O., & Sgarbossa, F. (2021). The complementary effect of lean manufacturing and digitalisation on operational performance. *International Journal of Production Research*, 59(7), 1976–1992. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1790684>
- Dedimas, T., & Gebeyehu, S. G. (2019). Application of failure mode effect analysis (FMEA) for efficient and cost-effective manufacturing: A case study at Bahir Dar textile share company, Ethiopia. *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, 12(1), 23–29. <https://doi.org/10.22094/joie.2018.556677.1533>
- Doshi, J., & Desai, D. (2017). Application of failure mode & effect analysis (FMEA) for continuous quality improvement - multiple case studies in automobile SMEs. *International Journal for Quality Research*, 11(2), 345–360. <https://doi.org/10.18421/IJQR11.02-07>
- Henao, R., Sarache, W., & Gómez, I. (2019). Lean manufacturing and sustainable performance: Trends and future challenges. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 208, pp. 99–116). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.116>
- Herrera, M. K. I. F., Portillo, M. T. E., López, R. R., & Gómez, J. A. H. (2019). Lean manufacturing tools that influence an organization's productivity: Conceptual model proposed. *Revista Lasallista de Investigación*, 16(1), 115–133. <https://doi.org/10.22507/rli.v16n1a6>
- Jain, K. (2017). Use of failure mode effect analysis (FMEA) to improve medication management process. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 30(2), 175–186. <https://doi.org/10.1108/IJHCQA-09-2015-0113>
- Jamil, N., Gholami, H., Saman, M. Z. M., Streimikiene, D., Sharif, S., & Zakuan, N. (2020). DMAIC-based approach to sustainable value stream mapping: towards a sustainable manufacturing system. *Economic Research-Ekonomika*

Istrazivanja, 33(1), 331–360.
<https://doi.org/10.1080/1331677X.2020.1715236>

Kale, S. V., & Parikh, R. H. (2019). Lean implementation in a manufacturing industry through value stream mapping. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8(6 Special issue), 908–913.
<https://doi.org/10.35940/ijeat.F1172.0886S19>

Kementrian KUKM. (2021). Perkembangan Data Usaha Mikro, Kecil, Menengah, dan Usaha Besar. *Www.Depkop.Go.Id*, 2000(1), 1.

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*.
<https://doi.org/10.1016/j.cirp.2017.04.005>

Novia, M. A., Semmaila, B., & Imaduddin, I. (2020). Pengaruh kualitas Layanan Dan Kualitas Produk Terhadap Kepuasan Pelanggan. *Tata Kelola*, 7(2), 201–212.
<https://doi.org/10.52103/tatakelola.v7i2.174>

Publikasi BPS. (2020). Publikasi Statistik Indonesia 2020. *PUBLIKASI STATISTIK INDONESIA 2020*, April, 192.

Sudhakara, P. R., Sałek, R., Venkat, D., & Chruzik, K. (2020). Management of non-value-added activities to minimize lead time using value stream mapping in the steel industry. *Acta Montanistica Slovaca*, 25(3), 444–445.
<https://doi.org/10.46544/AMS.v25i3.15>

Taher-Ghahremani, F., & Omidvari, M. (2018). Providing an evaluation model of Green Productivity in paper-making industries. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 15(2), 333–340.
<https://doi.org/10.1007/s13762-017-1370-7>

Wicaksono, I., & Karningsih, P. D. (2017). Evaluasi Performansi Dan Strategi Perbaikan Pada Lini Produksi Press Forming Di Pt Dirgantara Indonesia Dengan Menggunakan Lean Assessment Dan Lean Manufacturing. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 444.
<https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.25444>