



## Analisis Lean Manufacturing Pada Aktivitas Proses Produksi di PT. Mandala Logam Utama

Yusuf Mauluddin<sup>1</sup>, Ibna Faizal Rahman<sup>2</sup>

Jurnal Kalibrasi  
Sekolah Tinggi Teknologi Garut  
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia  
Email : [jurnal@sttgarut.ac.id](mailto:jurnal@sttgarut.ac.id)

<sup>1</sup>yusuf.mauluddin@sttgarut.ac.id

<sup>2</sup>1503016@sttgarut.ac.id

**Abstrak** – Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pemborosan (*waste*) yang ada pada aktivitas proses produksi. Pendekatan yang dilakukan adalah dengan konsep *Lean Manufacturing*, *tools* yang digunakan adalah *Value Stream Mapping* (VSM), *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ), *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT), *waste* dengan persentase terbesar direkomendasikan diperbaiki sesuai *tools* yang terpilih di VALSAT. Setelah hasil analisa dengan VALSAT langkah selanjutnya adalah analisa dengan TOC (*theory of Constraints*) sebagai alat analisa pendukung. Dari hasil penelitian ini diperoleh *waste* yaitu *waiting* yang menyebabkan *overproduction* pada stasiun kerja proses pendinginan, setelah terdapat hasil analisa dengan VALSAT dan TOC maka dapat ditentukan usulan perbaikan yaitu dengan membuat gudang pendinginan khusus yang dilengkapi alat pendingin seperti AC (*air conditioner*) ataupun kipas angin, hal tersebut akan membantu perusahaan mengurangi *waste* pada aktivitas proses produksi.

**Kata Kunci** –Lean Manufacturing; VSM; Waste; WRM; WAQ; VALSAT; TOC.

### I. PENDAHULUAN

PT Mandala Logam Utama merupakan suatu perusahaan yang bergerak dibidang produksi pembuatan produk yang bahan dasar dari karet, dan salah satu produk yang sering di buat adalah produk *out sol sandal*. di dalam pembuatan produk tersebut bahan di *supply* dari perusahaan Perkebunan Nusantara karet (PT PN) dan masyarakat setempat untuk memenuhi kebutuhan produksi. Produk yang sering dibuat oleh PT Mandala Logam Utama adalah produk *out sol sandal*, karena produk ini dibuat untuk memenuhi permintaan pasar dan dari perusahaan besar yaitu PT Maspion dimana produk *out sol sandal* tingkat pemesanannya tinggi, dimana perusahaan hanya memproduksi jika ada pesanan, sehingga perusahaan memfokuskan memproduksi *out sol sandal*.

Dengan tipe perusahaan yang tergantung pada pesanan pelanggan, tidak jarang terjadi penumpukan distasiun kerja tertentu yang mengakibatkan proses produksi tidak optimal karena terjadinya pemborosan (*waste*). Usaha yang nyata dalam suatu produksi produk adalah mengurangi *waste* yang *Non-Value Added* (NVA) atau biasa disebut tidak mempunyai nilai tambah dalam berbagai hal termasuk penyediaan bahan baku, pemindahan bahan, pergerakan alat dan mesin, pergerakan operator, proses menunggu, kerja ulang dan perbaikan. Ide yang utamanya adalah pencapaian secara menyeluruh efisiensi produksi dengan mengurangi *waste* yang ada pada proses produksi seperti *overproduction*, *defects*, *unnecessary inventory*, *inappropriate processing*, *excessive transportation*, *waiting*, dan *unnecessary motions* yang akhirnya adalah akan meningkatkan keuntungan untuk perusahaan. Dari hasil pengamatan ditemukan *waste* pada saat proses produksi yaitu terjadinya waktu tunggu (*waiting*) yang menyebabkan *overproduction* pada stasiun kerja tertentu. Dengan waktu tunggu yang lama

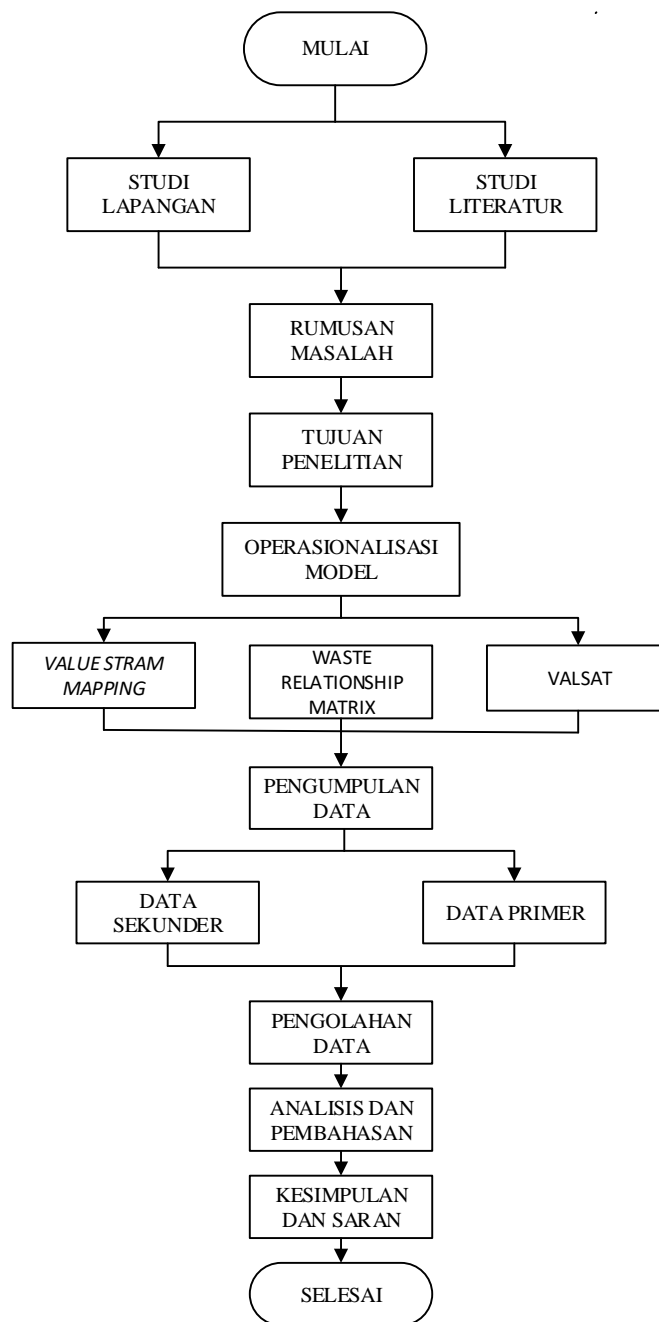
material dari mesin A tidak bisa langsung dialirkan ke mesin B hal ini menyebabkan *overproduction* pada proses di stasiun kerja tertentu karena produksi tidak bisa dihentikan sementara untuk menunggu proses selesai yang disebabkan mesin tidak bisa di set ulang jika produksi dihentikan sementara.

Pada penelitian sebelumnya mengenai analisis *Lean Manufacturing* dengan judul “Penerapan *Lean Manufacturing* Pada Produksi ITC CV. MANSGROUP Dengan Menggunakan *Value Stream Mapping* Dan 5s”. penelitian ini menggunakan *value stream mapping* sebagai alat dari *lean manufacturing* dan menambah prinsip 5s (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke) sebagai alat perbaikan [1] kemudian penelitian yang berjudul “Minimasi *Waste* Pada Aktivitas Proses Produksi Dengan Konsep *Lean Manufacturing*”. Penelitian ini menemukan/mengidentifikasi produk cacat sehingga produk harus diolah kembali yang mengakibatkan terjadinya waktu tunggu (pemborosan) akibat *cycle time* yang berbeda [2]. Selanjutnya penelitian yang berjudul “Penerapan *Lean Manufacturing* Menggunakan WRM, WAQ, Dan VALSAT Untuk Mengurangi *Waste* Pada Proses Finishing”. Penelitian ini melakukan *maintenance* dengan membuat *checklist* awal mesin, penerapan 5s, dan penambahan fasilitas kerja untuk saran perbaikan [3]. Penelitian lain yang berjudul “Rancangan Proses Produksi Untuk Mengurangi Pemborosan Dengan Menggunakan Konsep *Lean Manufacturing* Di Pt. Mizan Grafika Sarana”. Penelitian ini menggunakan diagram SIPOC yang bertujuan untuk menunjukkan aktifitas interaksi dari *supplier*, *input*, *process*, *output* sampai ke *customer* [4]. Penelitian lain yang berjudul “Analisis Penerapan *Lean Manufacturing* Untuk Menghilangkan Pemborosan Di Lini Produksi Adi Satria Abadi”. Penelitian ini menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM) yang digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan [5]. Dan penelitian lain yang berjudul “*Process Optimazation By Using Lean Manufacturing Technique (Six Sigma) – A Case Study In Manufacturing Industry*” penelitian ini mengoptimalkan dengan *six sigma* DMAIC yang bertujuan untuk menghilangkan cacat pada proses apapun agar berkurangnya biaya tambahan yang akan dikeluarkan [6].

Melihat kondisi perusahaan dengan permasalahan yang ada, tentunya perusahaan harus melakukan penanganan terhadap *waste* agar perusahaan menghasilkan proses yang efektif dan efisien. Hal yang dilakukan pada penelitian ini adalah *value stream mapping* sebagai langkah awal visualisasi aliran material dan aliran informasi dalam suatu proses produksi, *Waste relations matrix* dibuat berdasarkan hasil dari pembobotan pada kuesoner dan selanjutnya akan digolongkan menggunakan *waste matrix value*, kemudian melakukan penilaian *waste* dengan *waste assessment questionnaire* (WAQ), Analisa pengaruh *waste* dilakukan dengan menggunakan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) dan menggunakan *Theory Of Constraints* (TOC) sebagai alat analisa pendukung untuk menangani kendala yang mengakibatkan *waste* pada aktivitas proses produksi berkurang.

## II. URAIAN PENELITIAN

Tahapan penelitian yang dilakukan oleh penulis dilihat pada Gambar 1:



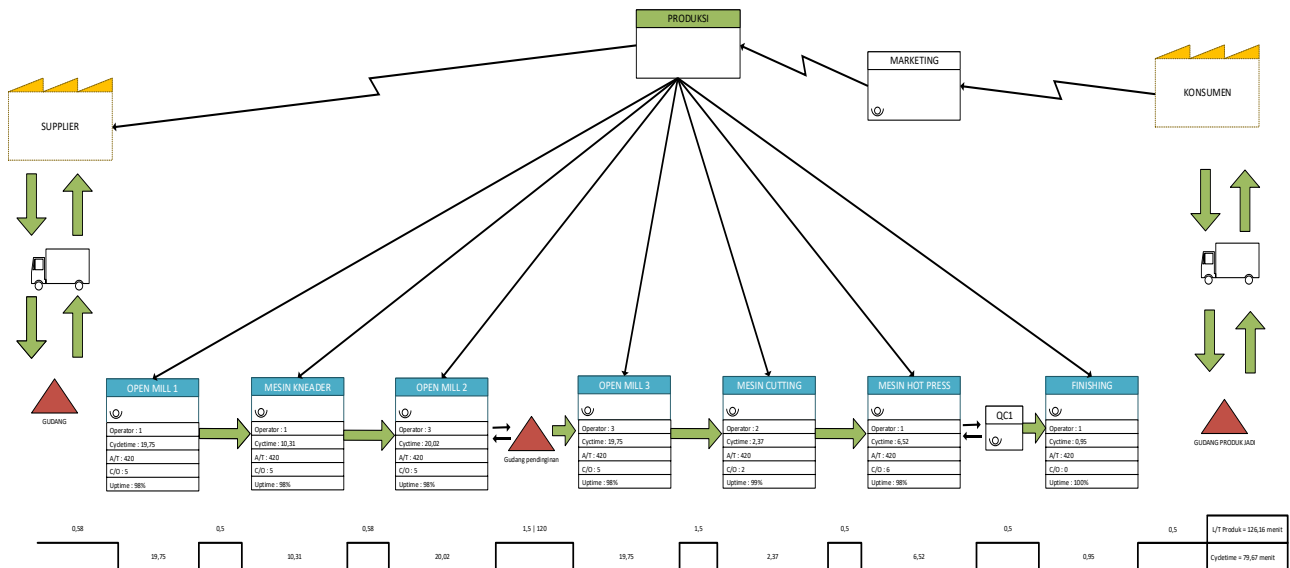
Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian berawal dari studi lapangan dan studi literatur agar penelitian yang dilakukan sesuai dengan teori keilmuan dan metode berdasarkan permasalahan yang ada dilapangan. Kemudian menentukan rumusan masalah yang selanjutnya dibuat tujuan dari penelitian. Hal selanjutnya adalah operasionalisasi model untuk menentukan tahapan metode yang akan dilakukan pada pengolahan data, setelah operasionalisasi model dilakukan selanjutnya adalah pengolahan dengan *Value Stream Mapping* (VSM), *Waste Relations Matrix* (WRM), *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ), Analisa pengaruh waste dilakukan dengan menggunakan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) dan *Theory Of Constraints* (TOC). Usulan perbaikan diberikan berdasarkan hasil dari analisis yang sudah dilakukan dengan metode analisa yang sudah ditentukan sebelumnya. Kesimpulan didapat dari hasil keseluruhan analisis dan pembahasan yang sudah dilakukan untuk menjawab tujuan yang sudah ditetapkan pada penelitian.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Identifikasi Awal Menggunakan Value Stream Mapping

Tahap awal adalah dengan menggunakan value stream mapping sebagai visualisasi aliran material dan aliran informasi dalam suatu proses produksi yang dapat dilihat pada Gambar 2:



Gambar 2 Value Stream Mapping di PT. Mandala Logam Utama

Dari uraian VSM diatas dapat diketahui bahwa wasting time pada Gudang pendinginan adalah penyebab utama terjadinya waste, yang mengharuskan bahan dingin terlebih dahulu sebelum masuk ke proses selanjutnya. Hal tersebut mengakibatkan overproduction distasiun kerja proses pendinginan karena waktu tunggu 2 jam sedangkan mesin open mill 2 (mesin sebelum proses pendinginan) terus beroperasi.

#### B. Waste Relations Matrix (WRM)

Waste relations matrix merupakan kuesoner penilaian yang terbagi dalam dua jenis kelompok pertanyaan yaitu from dan to. From bila waste tersebut dapat mempengaruhi atau menghasilkan waste yang lainnya. Dan to bila waste tersebut dapat dipengaruhi atau dihasilkan waste yang lainnya [7] WRM dibuat berdasarkan hasil dari pembobotan pada kuesoner dan selanjutnya akan digolongkan menggunakan waste matrix value, kemudian melakukan penilaian waste dengan waste assessment questionnaire (WAQ).

Tabel 1 Hasil Waste Relations Mantrix

F/T	O	I	D	M	T	P	W	SKOR	%
O	10	10	2	8	10	0	10	50	20%
I	6	10	2	2	6	0	0	26	10%
D	6	4	10	6	4	0	8	38	15%
M	0	4	6	10	0	10	8	38	15%
T	6	4	2	4	10	0	6	32	13%
P	8	6	6	8	0	10	8	46	18%
W	4	8	4	0	0	0	10	26	10%
SKOR	40	46	32	38	30	20	50	256	100%
%	16%	18%	13%	15%	12%	8%	20%	100%	

Diketahui bahwa nilai dari *from overproduction* memiliki presentase 20% dan *from process* memiliki presentase 18% yang berarti *waste overproduction* dan *process* memiliki pengaruh yang cukup besar yang menyebabkan terjadinya *waste* lain.

Pada nilai *to waiting* memiliki persentase nilai yang paling besar yaitu 20% hal ini menunjukkan bahwa *waste waiting* merupakan *waste* yang paling banyak diakibatkan oleh *waste* lain. Di *from waiting* hanya menunjukkan *waste* dengan presentase 10%.

### C. Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Waste Assesment Questionnaire (WAQ) memiliki fungsi untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi pada proses produksi [8].

Tabel 2 Tabel Rekapitulasi Waste Assessment Questionnaire (WAQ).

	O	I	D	M	T	P	W
skor (Yi)	0,110411	0,104831	0,073413	0,075266	0,115838	0,082581	0,084481
Pj factor	305,2539	182,5752	185,5	220,2256	146,5	140,3457	198,4248
Final result (Yjfinal)	33,70352	19,13945	13,6182	16,57539	16,97025	11,58991	16,76322
Final result (%)	26,26%	14,91%	10,61%	12,91%	13,22%	9,03%	13,06%
rank	1	2	6	5	3	7	4

Keterangan:

- O = *Overproduction*
- I = *Inventory*
- D = *Defect*
- M = *Motion*
- T = *Transportation*
- P = *Process*
- W = *Waiting*.

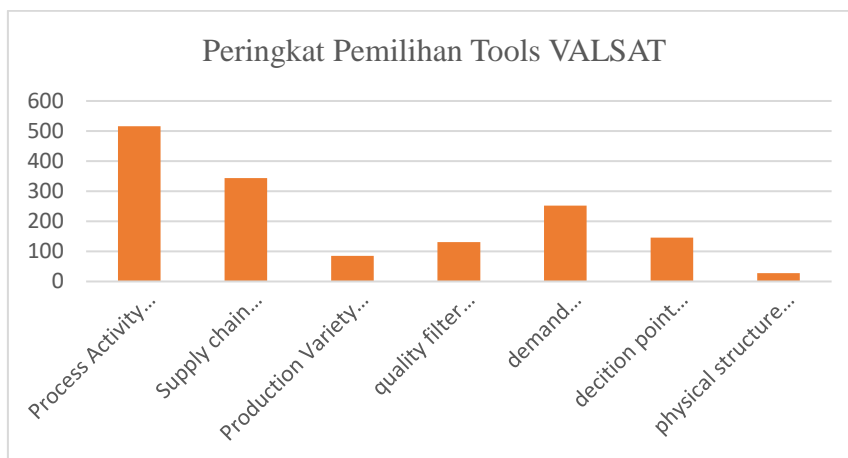
### D. Pemilihan *tools Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

Setelah hasil akhir WRM dan WAQ didapatkan, langkah selanjutnya adalah memilih *detail mapping tools* yang sesuai dengan pemborosan (*waste*) yang terjadi menggunakan VALSAT. Berikut adalah hasil perhitungan dari VALSAT dapat dilihat pada Gambar 3:

Waste	Weight	Mapping Tool						
		Process Activity mapping	Supply chain response matrix	Production Variety tunnel	quality filter mapping	demand amplication mapping	decition point analysis	physical structure mapping
Overproduction	26,26	26,26	78,78	0	26,26	78,78	78,78	0
Inventroy	14,91	44,73	134,19	44,73	0	134,19	44,73	14,91
Defect	10,61	10,61	0	0	95,49	0	0	0
Motion	12,91	116,19	12,91	0	0	0	0	0
Transportatin	13,22	118,98	0	0	0	0	0	13,22
Process	9,03	81,27	0	27,09	9,03	0	9,03	0
Waiting	13,06	117,54	117,54	13,06	0	39,18	13,06	0
Total		515,58	343,42	84,88	130,78	252,15	145,6	28,13

Gambar 3 Hasil VALSAT

Dari hasil matriks seleksi tujuh VALSAT terlihat bahwa *process activity mapping* menunjukkan nilai yang paling besar yaitu 515,58 yang berarti *tools* yang dipilih untuk proses selanjutnya adalah *process activity mapping*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4:



Gambar 4 Peringkat Pemilihan Tools VALSAT

**E. Process Activity Mapping (PAM)**

Diketahui apa saja aktivitas yang paling banyak dilakukan di produksi PT. Mandala Logam Utama. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat di Gambar 5:

Aktifitas	jumlah	waktu (menit)
Operation	8	200,41
Transport	7	6,66
Inspection	3	6,9
Storage	1	5
Delay	4	161
VA	8	85,41
NVA	4	161
NNVA	11	133,56
Total waktu	379,97	
% VA	22%	
% NVA	42%	
% NNVA	35%	

Gambar 5 Hasil Rekapitulasi Pam

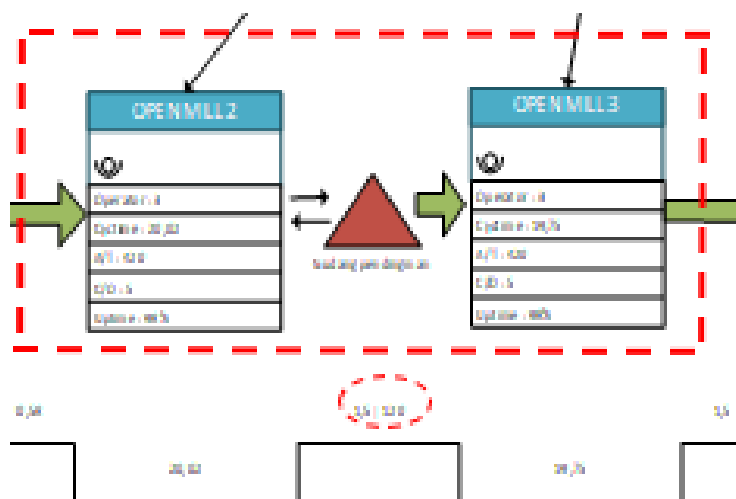
Paling besarnya jumlah yang tidak memberikan nilai tambah sama sekali (NVA) disebabkan oleh lamanya waktu tunggu pada proses pendinginan yang mengakibatkan masalah lain yaitu *overproduction* karena material hasil dari mesin open mill 2 tidak bisa langsung dialirkan ke mesin selanjutnya yaitu mesin open mill 3 untuk mencampuran kimia pematang.

## F. Analisa dengan *Theory of Constraints* (TOC)

Metode ini spesifik mengidentifikasi dan mengeliminasi kendala yang ada, yang biasa disebut *the five focusing steps*, langkah tersebut adalah sebagai berikut:

### 1. Mengidentifikasi Sistem Kendala

Langkah awal untuk mengidentifikasi kendala adalah dengan membuat *value stream mapping*, di *value stream mapping* kita dapat melihat stasiun kerja mana yang bermasalah. Seperti terlihat di Gambar 6.



Gambar 6 *Waiting Time* Pada Proses Pendinginan

Stasiun kerja yang bermasalah adalah stasiun kerja proses pendinginan karena ada waktu tunggu yang cukup lama sehingga mengakibatkan masalah lain, yaitu overproduction pada stasiun kerja proses pendinginan karena material yang sudah diolah dimesin open mill2 tidak bisa langsung dialirkan ke mesin open mill3 karena harus melalui proses pendinginan yang cukup lama dan mengakibatkan overproduction pada proses pendinginan.

### 2. Memutuskan Bagaimana Mengeksploitasi Kendala

Pada saat penelitian ini dilakukan PT. Mandala Logam Utama sedang membangun gudang bahan jadi untuk penyimpanan keseluruhan jenis produk yang direncanakan akan rampung pada tahun 2019 akhir. Penulis memberikan masukan dan saran ke perusahaan agar membuat gudang pendinginan khusus yang dilengkapi dengan alat pendingin seperti AC (*air conditioner*) atau kipas angin yang bertujuan untuk mempercepat proses pendinginan material. Masukan dan saran tersebut diterima dengan baik oleh pihak perusahaan karena setelah mencoba membuat *safety stock* sebagai *buffer* agar proses produksi berjalan normal dan ternyata gagal dari hasil wawancara ternyata strategi ini tidak berhasil karena mengakibatkan tidak cukupnya bahan baku untuk produk yang lain, membuat gudang pendinginan khusus akan dapat mengurangi *leadtime* pada perusahaan karena mengurangi waktu tunggu yang semula 2jam setelah ada gudang pendinginan khusus diharapkan akan menjadi 30menit. 30menit adalah waktu yang cukup untuk mendinginkan material dengan alat pendingin karena jika pendinginan kurang atau lebih dari 30menit maka hasil dari pendinginan material tidak akan sesuai dengan yang diharapkan.

### 3. Subordinasi Dan Sinkronasi Kendala

Dibawah ini merupakan waktu proses produksi keseluruhan sebelum dan sesudah adanya gudang pendinginan khusus proses pendinginan:

Tabel 2 Sebelum Ada Gudang Pendinginan

Proses	Lead Time (Menit)	Cycletime (Menit)
Gudang	0,58	
Open Mill 1	0,5	19,75
Kneader	0,58	10,31
Open Mill 2	1,5	20,02
Gudang Pendinginan	120	
Mesin Open Mill3	1,5	19,75
Mesin Cutting	0,5	2,37
Mesin Hot Press	0,5	6,52
Finishing	0,5	0,95
Total	126,16	79,67

Tabel 3 Sesudah Ada Gudang Pendinginan

Proses	Lead Time (Menit)	Cycletime (Menit)
Gudang	0,58	
Open Mill 1	0,5	19,75
Kneader	0,58	10,31
Open Mill 2	1,5	20,02
Gudang Pendinginan Khusus	30	
Mesin Open Mill3	1,5	19,75
Mesin Cutting	0,5	2,37
Mesin Hot Press	0,5	6,52
Finishing	0,5	0,95
Total	36,16	79,67

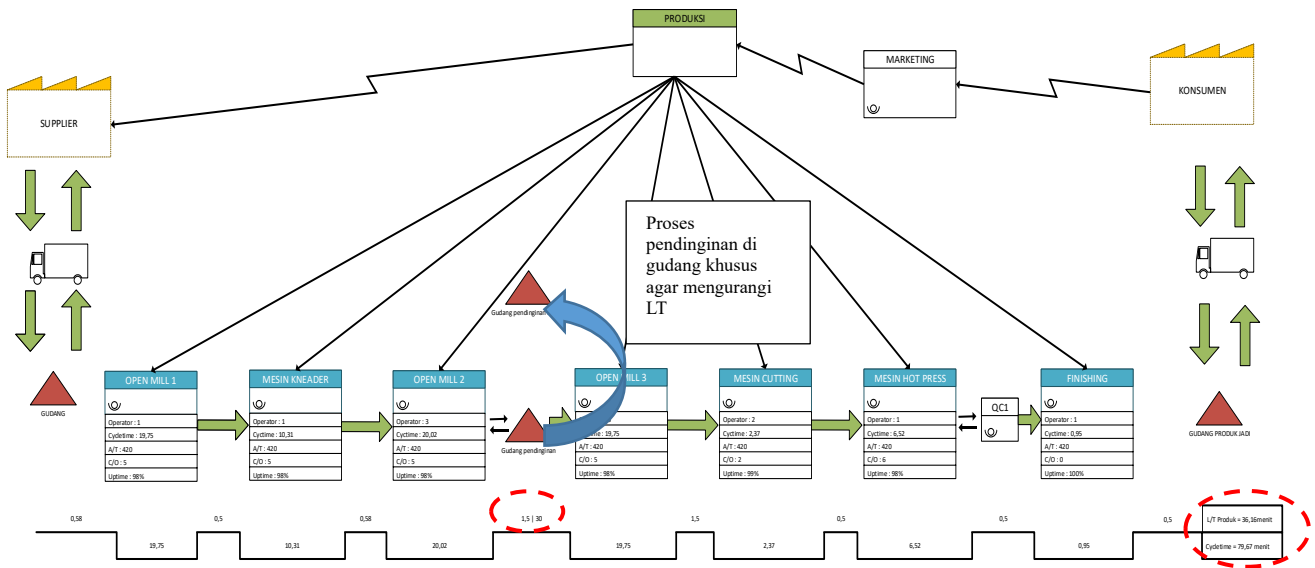
Pada tabel diatas terlihat bahwa sebelum membuat gudang pendinginan khusus *leadtime* pada proses produksi di PT mandala logam adalah 126,16 menit dengan *cycletime* 79,67 menit, berarti waktu tunggu proses lebih lama dari waktu untuk menyelesaikan satu produk dari awal hingga akhir proses. hal ini menunjukkan bahwa banyaknya *waste* pada proses produksi tersebut.

Setelah membuat gudang pendinginan khusus yang dilengkapi dengan alat pendingin seperti AC (*air conditioner*) atau kipas angin *leadtime* pada proses produksi di PT Mandala Logam utama tereduksi menjadi 36,16 menit yang semula 126,16 menit yang berarti *waste* yang tereduksi adalah sebanyak 55%. Dengan tereduksinya *waste* tersebut maka *overproduction* pada proses pendinginan akan ikut tereduksi juga karena waktu tunggu yang semula 120menit dengan kedatangan material setiap 20menit (open mill2) berarti ada 6 material yang tertumpuk, setelah waktu tunggu pendinginan menjadi 30 menit maka tidak ada penumpukan material atau *overproduction* pada proses pendinginan tersebut. Untuk menyeimbangkan waktu proses setiap stasiun kerja adalah dengan cara keseimbangan waktu senggang (*balance delay*) dengan rumus  $d = a_i - t_{max}$ , *d* adalah delay, *a* adalah waktu siklus stasiun *i*, dan *tmax* adalah waktu paling besar pada stasiun kerja.

#### 4. Meningkatkan Kinerja Kendala

Untuk meningkatkan kinerja kendala dapat dilihat pada Gambar 5.3, dari hasil mengubah *layout* dengan membuat gudang pendinginan khusus yang dijabarkan di *value stream mapping* terlihat bahwa gudang pendinginan khusus mengurangi *leadtime* pada perusahaan karena mengurangi waktu tunggu yang semula 2 jam setelah ada gudang pendinginan khusus diharapkan akan menjadi 30 menit.





Gambar 7 Saran Perbaikan Menggunakan Visualisasi Vsm

Dapat dilihat pada Gambar 7, dari hasil mengubah *layout* dengan membuat gudang pendinginan khusus yang dijabarkan di *value stream mapping* terlihat bahwa gudang pendinginan khusus mengurangi *leadtime* pada perusahaan karena mengurangi waktu tunggu yang semula 2jam setelah ada gudang pendinginan khusus diharapkan akan menjadi 30menit.

## 5. Pengulangan Proses

Setelah pengulangan proses dilakukan hasilnya adalah dengan membuat gudang pendinginan khusus dapat mengurangi *leadtime* yang membuat waktu tunggu tidak terlalu lama diproses pendinginan dan *overproduction* pada proses pendinginan dapat terminimasi.

## IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang di dapat dari hasil penelitian di PT. Mandala Logam Utama adalah Jenis *waste* yang ada pada aktivitas produksi di PT. Mandala Logam Utama yaitu *overproduction* pada proses pendinginan dengan persentase 26,26%, kemudian *inventory* 14,91%, *transportation* 13,22%, *waiting* 13,06%, *motion* 12,91%, *Defect* 10,61%. *Overproduction* pada proses pendinginan merupakan pemborosan (*waste*) yang memiliki nilai paling besar dan menyebabkan *waste* lain yaitu *waiting* karena waktu tunggu pendinginan yang lama material dari mesin open mill2 tidak bisa langsung dialirkan ke mesin open mill3 hal ini menyebabkan *overproduction* pada proses pendinginan karena produksi tidak bisa dihentikan sementara untuk menunggu proses pendinginan yang disebabkan mesin tidak bisa di set ulang jika produksi dihentikan sementara.yang berarti bahwa *overproduction* pada proses pendinginan penyebab utama terjadinya *waste*. Rekomendasi saran yang diberikan ke perusahaan adalah agar perusahaan membuat gudang pendinginan khusus yang dilengkapi dengan alat pendingin seperti AC (*air conditioner*) atau kipas angin yang bertujuan untuk mempercepat proses pendinginan material. Pada saat penelitian ini dilakukan PT. Mandala Logam Utama sedang membangun gudang bahan jadi untuk penyimpanan keseluruhan jenis produk yang direncanakan akan rampung pada tahun 2019 akhir. Masukan dan saran tersebut diterima dengan baik oleh pihak perusahaan karena setelah mencoba membuat *safety stock* sebagai *buffer* agar proses produksi berjalan normal dan ternyata gagal karena dengan membuat *safety stock* sebagai *buffer* bahan baku untuk produk lain tidak tercukupi, membuat gudang pendinginan khusus akan dapat mengurangi *leadtime* pada perusahaan karena mengurangi waktu tunggu yang semula 2jam setelah ada gudang pendinginan khusus diharapkan akan menjadi 30menit. 30menit adalah waktu yang cukup untuk mendinginkan material dengan alat pendingin karena jika pendinginan kurang atau lebih dari 30menit maka hasil dari pendinginan material tidak akan sesuai dengan yang diharapkan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis persembahkan jurnal ini dan mengucapkan terimakasih untuk Program Studi Teknik Industri serta Kampus tercinta yaitu Sekolah Tinggi Teknologi Garut yang telah mewedahi proses mencari ilmu dalam jenjang S1, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian serta penyusunan jurnal ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. R. S. Arbelinda, Karina, “Penerapan Lean Manufacturing Pada Produksi Ite Cv . Mansgroup Dengan Menggunakan Value Stream Mapping,” pp. 1–10, 2015.
- [2] T. Ristyowati, A. Muhsin, and P. puji nurani, “MINIMASI WASTE PADA AKTIVITAS PROSES PRODUKSI DENGAN KONSEP LEAN MANUFACTURING (Studi Kasus di PT. Sport Glove Indonesia),” *J. OPSI - Optimasi Sist. Ind.*, vol. 10, no. 1, pp. 85–96, 2017.
- [3] M. dkk Rizky, “Valsat Untuk Mengurangi Waste Pada Proses Finishing (Studi Kasus di PT . Temprina Media Grafika Nganjuk),” pp. 907–918, 2015.
- [4] B. Wijayanto, A. Saleh, and E. Zaini, “RANCANGAN PROSES PRODUKSI UNTUK PENGGUNAAN KONSEP LEAN MANUFACTURING,” vol. 03, no. 01, 2015.
- [5] M. S. A. Khannan and H. Haryono, “Analisis Penerapan Lean Manufacturing untuk Menghilangkan Pemborosan di Lini Produksi PT Adi Satria Abadi,” *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 4, no. 1, p. 47, 2017, doi: 10.26593/jrsi.v4i1.1383.47-54.
- [6] G. Naik, “Process Optimization by using Lean Manufacturing Technique ( Six Sigma ) – A Case Study in Manufacturing Industry,” no. February 2014, 2016.
- [7] T. Kurniawan, F. Teknik, P. Studi, and T. Industri, “Perancangan lean..., Taufik Kurniawan, FT UI, 2012,” 2012.
- [8] I. A. Rawabdeh, “A model for the assessment of waste in job shop environments,” no. August 2005, 2016, doi: 10.1108/01443570510608619.