

LEAN SUPPLY CHAIN UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI SISTEM MANUFAKTUR PADA PT. XYZ

Iveline Anne Marie¹⁾, Dedy Sugiarto²⁾, Dara Mustika¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti

Alamat e-mail : iveline.annemarie@trisakti.ac.id

²⁾Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti

Alamat e_mail :dedy@trisakti.ac.id

ABSTRACT

There were wastes in the supply chain flow of PT. XYZ which leads to long lead time in the delivery of customer orders. The result is that the company's planned delivery targets are not fulfilled. The objective of this research is to identify waste and cause of waste and to propose improvement to eliminate waste in PT XYZ supply chain so as to reduce lead time and achieve delivery target as an effort to improve company performance with Lean Supply Chain approach. In this research we use VALSAT to minimize waste and non value added activities in supply chain flow. Based on Value Stream Mapping and analysis of waste we proposed improvements that is application of acceptance sampling method on raw material inspection, application of p control chart on assembling process and store warehouse, 2 days battery storage time limit with kanban card proposed and also change of process sequence of lead part casting. Based on the projection, we got the decrease of manufacturing lead time and the increase of process cycle efficiency from 51.47% to 73.69%.

Keywords: Lean Supply Chain, waste, Value Stream Mapping, VALSAT

1. PENDAHULUAN

PT. XYZ sebagai perusahaan yang menghasilkan komponen otomotif yang handal dan kompetitif, ingin menghasilkan *storage battery* yang memenuhi kebutuhan pasar dalam aspek kualitas, harga dan ketepatan waktu. Oleh karena itu, PT XYZ terus berusaha mengantisipasi kebutuhan masa depan untuk meningkatkan efektifitas perusahaan. Sebagai upaya meningkatkan efektifitas perusahaan, PT XYZ ingin meminimasi permasalahan berupa masih banyak ditemukan pemborosan di aliran rantai pasok. Hal ini terlihat dari pengiriman aktual yang tidak sesuai dengan pengiriman yang telah direncanakan. Tidak tercapainya pengiriman yang direncanakan ini disebabkan oleh *lead time* yang panjang sehingga belum terpenuhi secara maksimal permintaan *customer* atas pesanan yang dikirim. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk meminimasi pemborosan di

aliran rantai pasok agar dapat mencapai target pengiriman.

Pemborosan yang terjadi di PT XYZ berupa produk cacat, terjadi kendala pada transportasi dan *material handling*, keterlambatan bahan baku ataupun bahan pembantu, adanya tambahan *order* dan produksi yang tidak terpenuhi. Banyaknya pemborosan yang terjadi mengakibatkan bertambahnya *lead time* di aliran rantai pasok. Oleh karena itu, dibutuhkan *Lean Supply Chain* sebagai usaha untuk menghilangkan pemborosan, kegiatan tidak bernilai tambah yang terdapat di aliran rantai pasok. *Lean Supply Chain* merupakan strategi rantai pasok yang didasarkan pada pengurangan waktu proses rantai pasok keseluruhan untuk meningkatkan efektifitas. Sehingga dengan penerapan *Lean Supply Chain* dapat berkurangnya pemborosan dan kegiatan-kegiatan yang tidak bernilai tambah untuk meningkatkan kinerja rantai pasoknya.

Salah satu metode yang akan membantu dalam aplikasi *Lean Supply Chain* adalah *Value Stream Mapping (VSM)*. *Value Stream Mapping (VSM)* digunakan sebagai alat untuk mengidentifikasi pemborosan dari aliran keseluruhan dalam rantai pasok untuk mencari akar permasalahan. Analisa detail dari hasil identifikasi pemborosan dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Value Stream Analysis Tool (VALSAT)* sehingga dapat membantu menghilangkan pemborosan, kegiatan tidak bernilai tambah yang terdapat di aliran keseluruhan dalam rantai pasok [1].

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi pemborosan dan penyebab terjadinya pemborosan serta memberikan usulan perbaikan untuk mengeliminasi pemborosan yang terjadi di aliran rantai pasok PT XYZ sehingga mengurangi *lead time* dan mencapai target pengiriman sebagai upaya meningkatkan efisiensi dan performansi perusahaan dengan pendekatan *Lean Supply Chain*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Lean Supply Chain*

Lean Supply Chain merupakan sebuah strategi rantai pasok yang didasarkan pada biaya dan pengurangan waktu proses rantai pasok keseluruhan untuk meningkatkan efektivitas. *Lean Supply Chain* memfokuskan pada pengoptimalan proses dari semua rantai pasok, mencari penyederhanaan, mengurangi pemborosan (*waste*) dan mengurangi kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah/*non value added activity* [2]. *Seven wastes* menurut Imai dan Heymans (2000) adalah : *excessive transportation, unnecessary inventory, unnecessary motion, waiting, inappropriate processing, overproduction* dan *defects* [3].

2.2 *Value Stream Mapping*

Value Stream Mapping merupakan suatu *mapping tool* yang digunakan untuk menggambarkan jaringan *supply chain*. *Value Stream Mapping* tidak hanya memetakan aliran material tetapi juga aliran informasi yang menandakan dan mengontrol aliran material. Jalur aliran material dari suatu produk ditelusuri balik dari operasi akhir dan

perjalanannya ke lokasi penyimpanan *raw material*

2.3 *Value Stream Analysis Tool*

Menurut Hines and Rich (1997), terdapat 7 macam *detailed mapping tools* yang paling umum digunakan, yaitu : *Process Activity Mapping (PAM)*, *Supply Chain Response Matrix (SCRM)*, *Production Variety Funnel (PVF)*, *Quality Filter Mapping (QFM)*, *Demand Amplification Mapping (DAM)*, *Decision Point Analysis (DPA)* dan *Physical Structure (PS)* [4].

1. *Process Activity Mapping (PAM)* dipergunakan untuk mengidentifikasi *lead time* dan produktivitas baik aliran produk fisik maupun aliran informasi, tidak hanya dalam ruang lingkup perusahaan maupun juga pada area lain dalam *supply chain*.
2. *Supply Chain Response Matrix (SCRM)* merupakan grafik yang menggambarkan hubungan antara inventori dan *lead time* pada jalur distribusi, sehingga dapat diketahui adanya peningkatan maupun penurunan tingkat persediaan pada waktu distribusi pada tiap area *supply chain*.
3. *Production Variety Funnel (PVF)* merupakan teknik pemetaan visual dengan memetakan jumlah variasi produk pada tiap tahapan proses manufaktur.
4. *Quality Filter Mapping (QFM)* merupakan *tool* yang digunakan untuk mengidentifikasi letak permasalahan cacat kualitas pada rantai suplai yang ada.
5. *Demand Amplification Mapping (DAM)* adalah peta yang digunakan untuk memvisualisasikan perubahan *demand* disepanjang rantai suplai.
6. *Decision Point Analysis (DPA)* Menunjukkan berbagai pilihan sistem produksi yang berbeda, dengan *trade off* antara *lead time* masing-masing pilihan dengan tingkat inventori yang diperlukan untuk meng-cover selama proses *lead time*.
7. *Physical Structure (PS)* merupakan sebuah *tool* yang digunakan untuk memahami kondisi rantai suplai di lantai produksi.

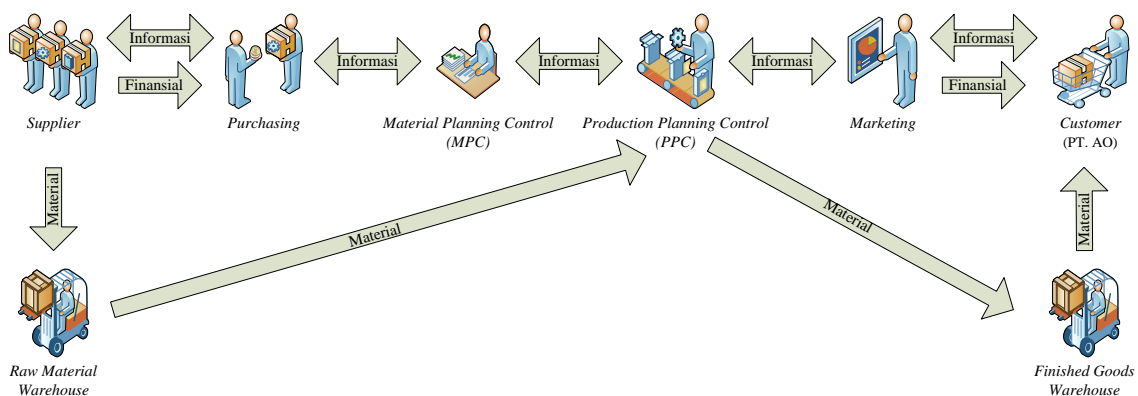
3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian dibagi menjadi tiga tahapan utama, yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan dan pengolahan data, serta tahap analisa dan kesimpulan. Tahap persiapan ini merupakan tahap pengumpulan informasi awal untuk mengidentifikasi, merumuskan, dan menentukan tujuan dari pemecahan masalah dengan mempertimbangkan pengetahuan berdasarkan literatur yang ada. Pada penelitian ini, tahap persiapan terdiri dari identifikasi permasalahan, perumusan masalah dan tujuan penelitian, studi lapangan dan studi literatur. Tahap pengumpulan dan pengolahan data dilakukan untuk memperoleh bahan penelitian sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Tahap pengumpulan dan pengolahan data berdasarkan kondisi perusahaan saat ini. Tahap akhir ini terdiri dari tahap analisa dan perbaikan untuk perusahaan serta tahap kesimpulan dan saran. Pada tahap ini akan diberikan usulan untuk mengeliminasi waste yang terjadi di aliran rantai pasok.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Supply Chain PT XYZ

Rantai pasok PT XYZ dimulai dari customer yaitu PT. AO yang memberikan informasi berupa order kepada Marketing. Kemudian Marketing akan melakukan input data process order dan melakukan forecast. Process order dan forecast kemudian diberikan pada Production Planning Control (PPC). Production Planning Control (PPC) akan melakukan kalkulasi kapasitas dan merencanakan produksi. Data tersebut kemudian diberikan kepada Material Planning Control (MPC) untuk dilakukan input data Material Requirement Planning (MRP) dan membuat perencanaan order bahan baku untuk diberikan pada Purchasing. Purchasing akan melakukan pembelian bahan baku kepada supplier sesuai data yang diberikan oleh Material Requirement Planning (MRP). Supplier akan mengirimkan barang ke raw material warehouse dan dikirimkan ke Plant untuk diproses menjadi barang jadi berupa aki baterai. Kemudian aki baterai akan dikirim ke finished goods warehouse untuk dikirim ke customer dengan pengiriman yang dilakukan secara bertahap.



Gambar 1 Konfigurasi rantai pasok PT XYZ.

4.2 Value Added, Non Value Added dan Necessary Non Value Added

Klasifikasi aktivitas dibagi menjadi 3 klasifikasi yaitu value added (VA), non value added (NVA) dan necessary but non value added (NNVA). Klasifikasi aktivitas non value added (NVA) yang menyebabkan pemborosan terjadi di sepanjang rantai pasok.

Total value added time, total non value added time dan total necessary but non value added time. Total value added time adalah 1.116.053,22 detik, total non value

added time adalah 525.678,72 detik, sedangkan total necessary but non value added time adalah 526.825,5 detik sehingga total supply chain lead time adalah 2.168.557,44 detik.

4.3 Current State Value Stream Mapping

Value Stream Mapping adalah sebuah tool grafik dalam Lean yang membantu melihat aliran material dan informasi melalui keseluruhan proses bisnis yang memberikan nilai dari supplier sampai ke customer.

Current State Value Stream Mapping adalah grafik *Value Stream Mapping* dengan kondisi saat ini atau sebelum dilakukan penelitian dan evaluasi.

Rata-rata jumlah hari kerja PT XYZ per bulan adalah 28 hari. Produk *Motorcycle Battery (MCB)* VRLA tipe GTZ5S memiliki rata-rata permintaan sebesar 264.000 unit/bulan atau 9.429 unit/hari. *Availability/shift* yaitu 8 jam/shift dan 1 hari terbagi menjadi 3 shift sehingga total *available time/hari* adalah 86.400 detik.

4.4 Perhitungan Metrik *Current State Value Stream Mapping*

Manufacturing lead time adalah total waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk, tidak termasuk *lead time* pembelian bahan baku dan *lead time* pengiriman barang jadi ke *customer*. *Manufacturing lead time* didapat dari total *cycle time* dan *changeover time*. Berikut ini merupakan perhitungan *manufacturing lead time*.

$$\begin{aligned} \text{Total cycle time} &= 1.116.058,72 \text{ detik} \\ \text{Total changeover time} &= 11.940 \text{ detik} \\ \text{Total manufacturing lead time} &= \\ \text{Total cycle time} + \text{Total changeover time} & \quad (1) \\ &= 1.116.058,72 \text{ detik} + 11.940 \text{ detik} \\ &= 1.127.998,72 \text{ detik} \end{aligned}$$

Takt time adalah waktu yang tersedia untuk memproduksi suatu produk yang diminta pelanggan. *Takt time* didapat dari waktu yang tersedia di rantai produksi dibagi dengan jumlah permintaan dalam periode waktu tertentu. *Takt time* menentukan seberapa cepat proses produksi dijalankan untuk memenuhi permintaan pelanggan.

$$\begin{aligned} \text{Available time/hari} &= 86.400 \text{ detik} \\ \text{Jumlah permintaan/hari} &= 9.429 \text{ unit} \\ \text{Total takt time} &= \frac{\text{Available Time/hari}}{\text{Jumlah permintaan/hari}} \\ & \quad (2) \\ &= \frac{86.400 \text{ detik}}{9.429 \text{ unit}} \\ &= 9,16 \text{ detik} \end{aligned}$$

Supply Chain Lead Time

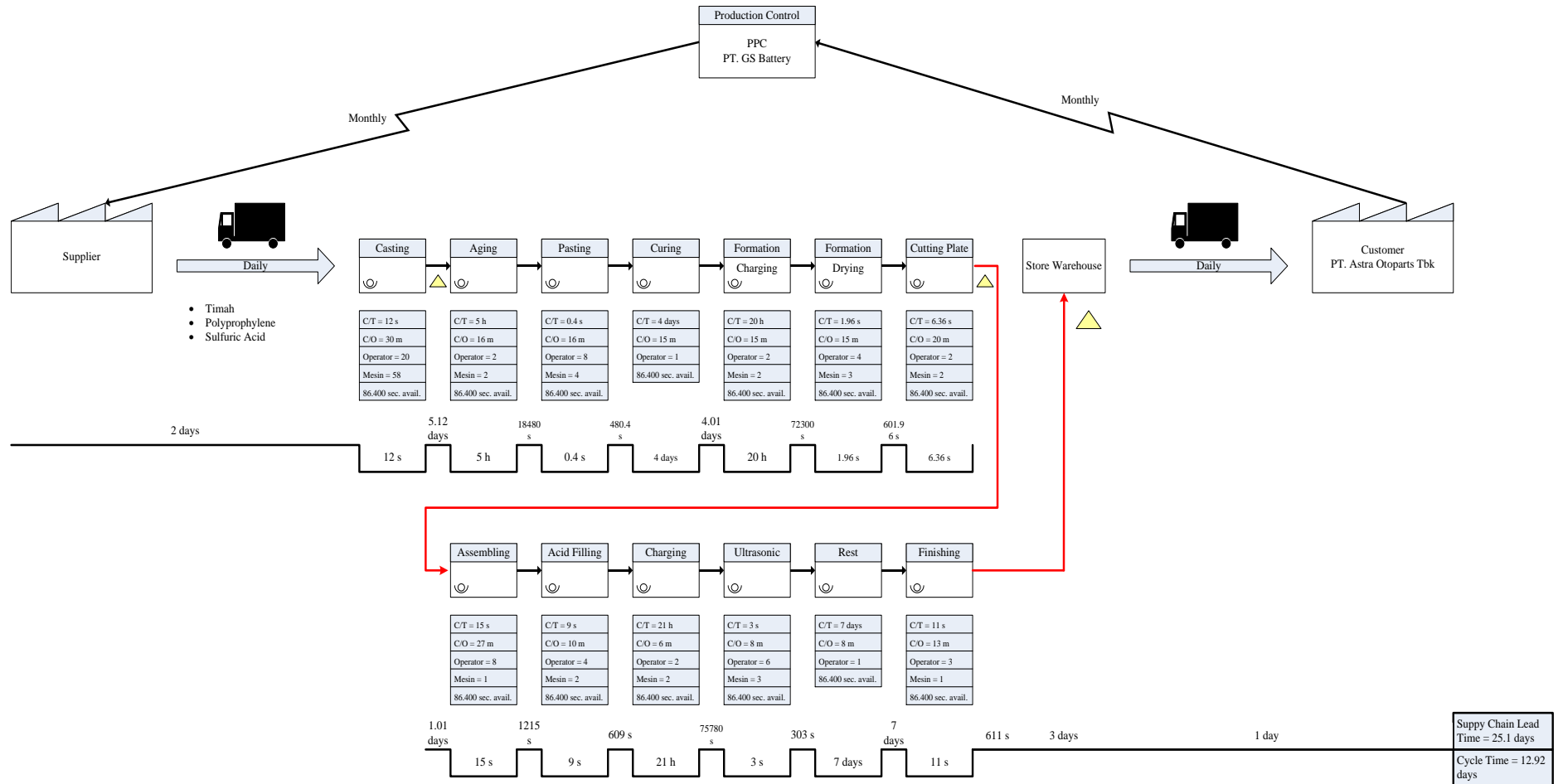
Supply chain lead time adalah total waktu sepanjang rantai pasok yang dibutuhkan perusahaan dari pembelian bahan baku dan bahan pembantu sampai pengiriman barang jadi. Dalam penelitian ini, *supply chain lead time* dimulai dari *customer*

melakukan *order* sampai *customer* menerima produk. *Supply chain lead time* dapat dilihat pada *Current State Value Stream Mapping*. Total *supply chain lead time* untuk produk *Motorcycle Battery (MCB)* VRLA tipe GTZ5S di PT XYZ adalah 2.168.557,44 detik atau 25,1 hari.

Process Cycle Efficiency

Process cycle efficiency adalah persentase nilai tambah dari suatu proses produksi. Dalam perhitungan ini, *process cycle efficiency* didapat dari persentase *value added time* dibagi dengan *supply chain lead time*.

$$\begin{aligned} \text{Total value added time} &= 1.116.053,22 \text{ detik} \\ \text{Supply chain lead time} &= 2.168.557,44 \text{ detik} \\ \text{Process cycle efficiency} &= \frac{\text{Total value added time}}{\text{Supply chain lead time}} \times \\ & \quad 100\% \quad (3) \\ &= \frac{1.116.053,22}{2.168.557,44} \times 100\% = 51,47\% \end{aligned}$$

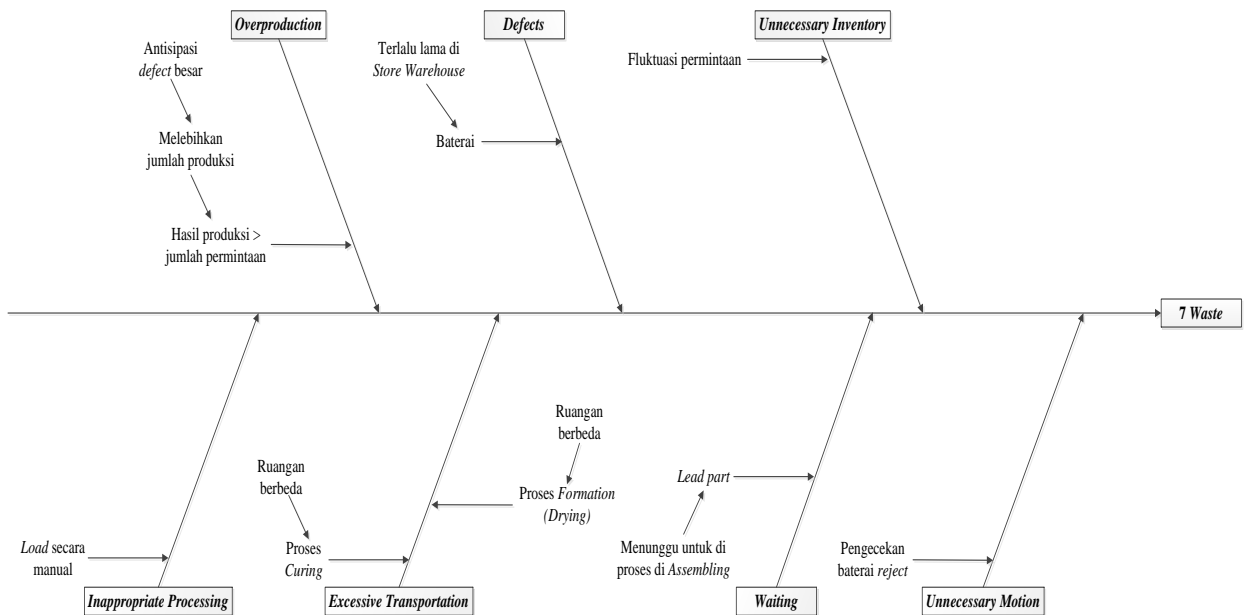


Gambar 2 Current state value stream mapping untuk produk motorcycle battery (mcb) vrla tipe GTZ5S.

4.5 Identifikasi Pemborosan

Pemborosan adalah kegiatan yang memboroskan sumber daya, mengeluarkan biaya dan menambah waktu namun tidak memberikan nilai tambah pada produk. Identifikasi pemborosan dilakukan melalui

pengamatan di lantai produksi juga melalui wawancara yang dilakukan dengan *Head Department* dari *Production Planning Control (PPC)* yang diisi berdasarkan kuisisioner pemborosan.



Gambar 3 Diagram *fishbone* penyebab pemborosan pada rantai pasok PT. XYZ

Tabel 1 Ringkasan pemborosan di rantai pasok PT XYZ

Jenis Pemborosan	Bobot	Pemborosan	Detail Pemborosan
Overproduction	1	Store Warehouse	<i>Overproduction</i> terjadi karena proses <i>finishing</i> menghasilkan baterai lebih banyak dari jumlah <i>order</i> dari <i>customer</i> .
	1	Casting	<i>Defect</i> terjadi berupa <i>grid</i> yang rapuh, patah, miring maupun kelebihan bahan.
	2	Assembling	<i>Defect</i> terjadi pada proses pengecekan yang dilakukan oleh mesin yang membuat <i>half finish battery</i> keluar dari proses apabila terdapat kecacatan.
Defects	3	Supplier	<i>Defect</i> terjadi pada saat penerimaan bahan baku yang cacat.
	3	Cutting Plate	<i>Defect</i> terjadi pada saat pemeriksaan <i>plate</i> yang dilakukan pada akhir proses <i>cutting plate</i> .
	3	Finishing	<i>Defect</i> terjadi setelah pengecekan yang dilakukan sebelum <i>packing</i> .
Unnecessary Inventory	4	Store Warehouse	<i>Defect</i> terjadi pada saat baterai terlalu lama berada di <i>Store Warehouse</i> sehingga membutuhkan <i>rework</i> .
	2	Cutting Plate	<i>Inventory</i> terjadi pada saat <i>plate</i> yang dihasilkan lebih banyak daripada <i>plate</i> yang digunakan di proses <i>assembling</i> sehingga mengakibatkan penumpukan <i>plate</i> .
	4	Store Warehouse	<i>Inventory</i> terjadi pada saat baterai yang diproduksi melebihi permintaan sehingga menimbulkan potensi rusak pada baterai.
Inappropriate Processing	3	Casting	<i>Inappropriate processing</i> terjadi karena proses <i>load</i> ingot dilakukan secara manual karena kecepatan <i>load</i> tidak sesuai dengan waktu proses.
	1	Casting	<i>Excessive transportation</i> terjadi pada saat panel yang telah selesai di proses <i>casting</i> akan dibawa menuju proses <i>aging</i> yang memiliki jarak yang cukup jauh namun masih di ruangan yang sama.
	1	Aging	<i>Excessive transportation</i> terjadi pada saat panel yang telah selesai di proses <i>aging</i> akan dibawa menuju proses <i>pasting</i> yang memiliki jarak yang cukup jauh namun masih di ruangan yang sama.
Excessive Transportation	3	Curing	<i>Excessive transportation</i> terjadi pada saat proses perpindahan dari proses <i>curing</i> ke proses <i>formation (charging)</i> yang memiliki jarak yang jauh karena berbeda ruangan.
	3	Formation (Drying)	<i>Excessive transportation</i> terjadi pada saat proses perpindahan dari proses <i>formation (drying)</i> ke proses <i>cutting plate</i> yang memiliki jarak yang jauh karena berada di ruangan yang berbeda.
	1	Cutting Plate	<i>Waiting</i> terjadi karena <i>plate</i> yang di produksi lebih banyak dari <i>plate</i> yang dibutuhkan pada proses <i>assembling</i> sehingga menyebabkan penumpukan dan membuat <i>plate</i> harus menunggu.
Waiting	3	Casting	<i>Waiting</i> terjadi pada saat <i>lead part</i> harus menunggu untuk digunakan di <i>assembling</i> menyebabkan <i>lead time</i> produksi bertambah lama.
	1	Assembling	<i>Unnecessary motion</i> terjadi pada saat operator harus memeriksa baterai yang cacat.

4.6 Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Value Stream Analysis Tool (VALSAT) adalah tools yang dapat mempermudah pemahaman terhadap *value stream* yang ada. *Value Stream Analysis Tool (VALSAT)* juga dapat mempermudah untuk membuat perbaikan terhadap pemborosan.

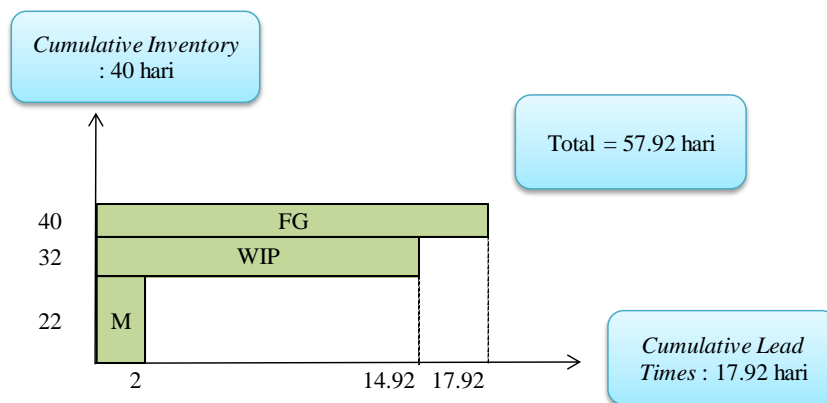
Nilai hasil identifikasi pemborosan akan dikalikan dengan faktor pengali pada *Value Stream Analysis Tool (VALSAT)* untuk melihat korelasi antara pemborosan dengan *mapping tool*.

Tabel 2 Peringkat hasil *value stream analysis tool (VALSAT)*

Peringkat	<i>Value Stream Mapping Tools</i>	Total Bobot	Persentase (%)	Akumulasi Persentase (%)
1	<i>Process Activity Mapping (PAM)</i>	107	33.44	33.44
2	<i>Supply Chain Response Matrix (SCRM)</i>	67	20.94	54.38
3	<i>Demand Amplification Mapping (DAM)</i>	48	15	81.88
4	<i>Quality Filter Mapping (QFM)</i>	40	12.5	66.88
5	<i>Decision Point Analysis (DPA)</i>	27	8.44	90.32
6	<i>Production Variety Funnel (PVF)</i>	24	7.5	97.82
7	<i>Physical Structure (PS)</i>	7	2.19	100

Dari hasil perkalian antara nilai pemborosan dengan faktor pengali dalam *Value Stream Analysis Tool (VALSAT)* akan dijadikan sebagai pemilihan 2 *tools* yang akan digunakan. Berdasarkan hasil perhitungan, terpilih 2 *tools* yang memiliki nilai total tertinggi yaitu *Process Activity Mapping (PAM)* dengan total 107 dan *Supply Chain Response Matrix (SCRM)* dengan total 67.

Dari tabel perhitungan *Supply Chain Response Matrix (SCRM)* diketahui *days physical stock* untuk *material* yaitu 22 hari, untuk *work in process* yaitu 10 hari, sedangkan untuk *finished goods* yaitu 8 hari. Oleh karena itu, total *days physical stock* untuk produk *Motorcycle Battery (MCB) VRLA* tipe GTZ5S di PT XYZ yaitu 40 hari dan total *lead times* yaitu 17.92 *days*.



Gambar 4 *Supply chain response matrix (SCRM)*.

4.7 Eliminasi Pemborosan

Eliminasi pemborosan dilakukan untuk mengefisienkan *supply chain lead time* PT XYZ untuk memproduksi produk *Motorcycle Battery (MCB) VRLA* tipe GTZ5S. Eliminasi pemborosan ini akan

memberikan rekomendasi perbaikan untuk PT XYZ.

Eliminasi Overproduction

Usulan yang dapat diberikan untuk pemborosan *overproduction* adalah mengadakan pertemuan khusus antara


Production Planning Control (PPC) sebagai pelaku produksi dengan *Marketing* untuk menyatukan persepsi jumlah barang yang harus diproduksi. Pertemuan ini dilakukan apabila terdapat fluktuasi permintaan agar tidak terjadi *overproduction* yang disebabkan produksi baterai secara berlebih atau melebihi permintaan *customer* dan juga mengurangi *unnecessary inventory* pada *Store Warehouse*.

Eliminasi Defects

Dari faktor penyebab *defect* yang terjadi pada *supplier* dapat diberikan usulan berupa memberikan klasifikasi standar bahan baku kepada *supplier* agar dapat menghindari *defect* yang disebabkan oleh *supplier*. Selain itu, usulan yang dapat diberikan untuk pemborosan *defect* yang terjadi di *supplier* adalah penerapan metode *Acceptance Sampling* pada saat inspeksi bahan baku. Penerapan metode *Acceptance Sampling* akan menggunakan metode Dodge-Romig.

Untuk faktor penyebab *defect* yang terjadi pada proses *casting*, *cutting plate*, *assembling* dan *finishing* dapat diberikan usulan berupa melakukan perawatan mesin secara berkala sehingga dapat mengurangi cacat. Upaya perawatan mesin secara berkala dapat dilakukan dengan melakukan *preventive maintenance*. Selain melakukan perawatan mesin secara berkala, usulan yang dapat diberikan untuk pemborosan *defect* yang terjadi di proses *assembling* adalah penerapan peta kendali P yang digunakan untuk mengetahui apakah terdapat cacat yang melebihi batas yang diizinkan.

Usulan yang dapat diberikan untuk *defect* yang terjadi di *Store Warehouse* adalah dengan memberi batas baterai paling lama berada di *Store Warehouse* selama 2 hari dengan menerapkan *Kanban Card* untuk mencegah kerusakan pada baterai dan juga mengurangi *inventory*.

PT. GS BATTERY			
KARAWANG			
Supplier PT. GS BATTERY	Motorcycle Battery MF		Dock Code 20160329-10:10
Arrival Time 31/03/2016-10:10			Progress Line No. 13
Supplier Data 	Unique No. GTZ5S PP CHG		Conveyance No. 3
	Pcs / Kanban 10	Order No. 2016032701	Product Address PT. Astra Otoparts Tbk

Gambar 5 Usulan *kanban card* untuk *store warehouse*.

Selain memberi batas baterai paling lama berada di *Store Warehouse* selama 2 hari dengan menerapkan *Kanban Card*, usulan yang dapat diberikan untuk pemborosan *defect* yang terjadi di *Store Warehouse* adalah penerapan peta kendali P untuk mengendalikan cacat yang terjadi.

Usulan yang dapat diberikan untuk mengatasi pemborosan *defect* ini adalah dengan menerapkan *poka yoke* untuk mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh *human error* dan mencegah terjadinya kerusakan yang diakibatkan oleh mesin atau peralatan maupun kerusakan pada produk. Salah satu bentuk penerapan *poka yoke* yang dapat diterapkan adalah memberikan peringatan (*warning*) untuk produk yang tidak sesuai dengan standar kualitas pada proses *Assembling* dan *Finishing*.

Eliminasi Unnecessary Inventory

Dari faktor penyebab *unnecessary inventory* yang terjadi pada proses *cutting plate* dapat diberikan usulan berupa melakukan penyeimbangan antara aliran *material* dengan cara mengevaluasi aliran *material* dan melakukan perbaikan. Selain itu, usulan yang dapat diberikan untuk pemborosan *unnecessary inventory* yang terjadi pada proses *cutting plate* adalah tidak melakukan penyimpanan *plate* selama 1 hari sehingga dapat mengurangi *unnecessary inventory* dan juga kemungkinan terjadinya kecacatan.

Dari faktor penyebab *unnecessary inventory* yang terjadi pada *Store Warehouse* dapat diberikan usulan berupa mengadakan pertemuan khusus antara *Production Planning Control (PPC)* sebagai pelaku produksi dengan *Marketing* untuk

menyatukan persepsi jumlah barang yang harus diproduksi. Pertemuan ini dilakukan agar tidak terjadi *overproduction* yang disebabkan produksi baterai secara berlebih atau melebihi permintaan *customer* dan juga mengurangi *unnecessary inventory* pada *Store Warehouse*. Selain itu, usulan untuk *unnecessary inventory* yang terjadi pada *Store Warehouse* adalah dengan mengurangi waktu menunggu baterai yang akan dikirim ke *customer*. *Lead time* baterai pada saat berada di *Store Warehouse* yang sebelumnya selama 3 hari, dikurangi menjadi 2 hari untuk persiapan baterai sebelum pengiriman. Usulan lain untuk pemborosan *unnecessary inventory* adalah menentukan *safety stock*.

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

(4)

$$= 962,15$$

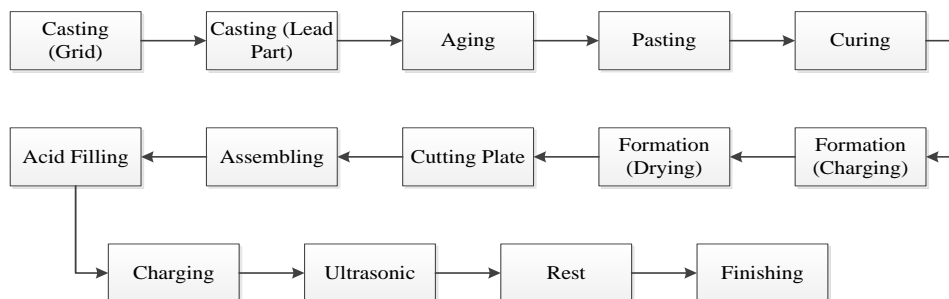
Service Level = 99,99% ; *Safety Factor* = 3,72

$$\text{Standar Deviasi} \quad (5) = \text{Safety Factor} \times$$

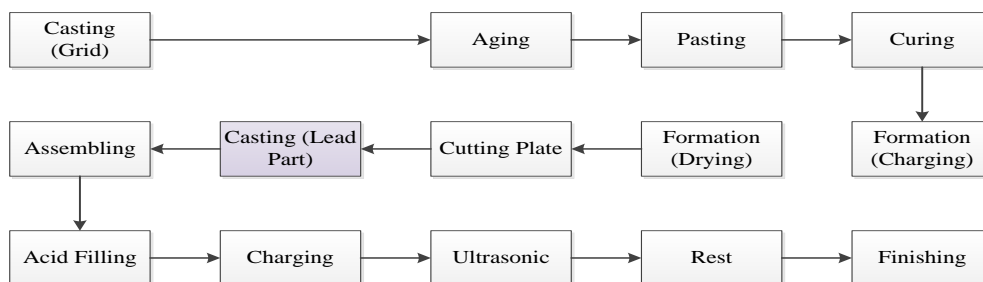
$$= 3,72 \times 962,15 =$$

3.579 unit

Eliminasi Inappropriate Processing



Gambar 6 Aliran proses produksi sebelum perbaikan



Gambar 7 Aliran proses produksi sesudah perbaikan.

Usulan yang dapat diberikan untuk pemborosan *inappropriate processing* ini adalah dengan melakukan *setting* ulang pada mesin *casting* agar waktu *load* dapat disesuaikan dengan waktu proses.

Eliminasi Excessive Transportation

Dari faktor penyebab *excessive transportation* yang terjadi dapat diberikan usulan berupa melakukan evaluasi dan mengatur rute pengangkutan yang efektif agar dapat dilakukan perbaikan transportasi. Usulan lain untuk pemborosan *excessive transportation* adalah dengan melakukan perbaikan tata letak menggunakan metode *Blocplan* untuk meminimasi jarak perpindahan.

Eliminasi Waiting

Dari faktor penyebab *waiting* yang terjadi pada proses *casting* dapat diberikan usulan berupa proses *casting* untuk *lead part* dilakukan setelah proses *cutting plate* sehingga dapat meminimasi waktu tunggu *lead part*. Gambar dibawah ini merupakan aliran proses produksi sebelum dan sesudah diberikan usulan perbaikan untuk produk *Motorcycle Battery (MCB)* VRLA tipe GTZ5S.

Dari faktor penyebab *waiting* yang terjadi pada proses *cutting plate* dapat diberikan usulan berupa penyesuaian *input* dan *output* antar proses sehingga dapat mengurangi jumlah tumpukan dan mengurangi waktu tunggu *plate*.

Eliminasi *Unnecessary Motion*

Pemborosan *unnecessary motion* disebabkan oleh operator yang harus memeriksa baterai yang keluar dari proses karena cacat. Gerakan dari operator ini dilakukan pada saat pemeriksaan baterai dengan menggunakan alat untuk memeriksa kecacatan baterai. *Unnecessary motion* yang terjadi ini tidak dapat dihindari karena apabila terdapat kecacatan di tengah proses, operator harus memeriksa baterai agar tidak terjadi kecacatan pada proses selanjutnya.

4.7 Usulan *Process Activity Mapping (PAM)*

Dari usulan *Process Activity Mapping (PAM)* untuk produk *Motorcycle Battery (MCB)* VRLA tipe GTZ5S di atas, dapat terlihat perubahan waktu seperti dibawah ini.

- a. Pemeriksaan bahan baku dengan menggunakan metode *acceptance sampling* sehingga waktu pengiriman bahan baku dan pemeriksaan bahan baku yang sebelumnya 86.400 detik menjadi 43.757,95 detik.
- b. Pada saat *plate* menunggu untuk di proses di *assembling* yang sebelumnya 86.400 detik menjadi 1.206 detik karena mengurangi waktu pemborosan dimana *plate* hanya menunggu untuk di proses di *assembling* dan dijadikan sebagai *stock work in process*.
- c. Urutan proses *lead part casting* yang sebelumnya dilakukan setelah proses *grid casting* diubah prosesnya setelah proses *cutting plate* sehingga dapat

menghilangkan aktivitas dimana *lead part* harus menunggu.

- d. Pada saat baterai di simpan di *Store Warehouse* yang sebelumnya 259.200 detik menjadi 172.800 detik karena merupakan pemborosan tapi dibutuhkan untuk pengawasan baterai layak atau tidak sehingga dikurangi menjadi 2 hari.

4.8 Usulan *Supply Chain Response Matrix (SCRM)*

Total *days physical stock* pada kondisi saat ini mencapai 40 hari. Sehingga diberikan usulan untuk total *days physical stock* yaitu 30 hari. Hal ini dapat mengurangi biaya *inventory* dan juga mengurangi penumpukan baterai. Usulan ini diberikan berdasarkan target *days physical stock* di PT XYZ.

4.9 *Future State Value Stream Mapping*

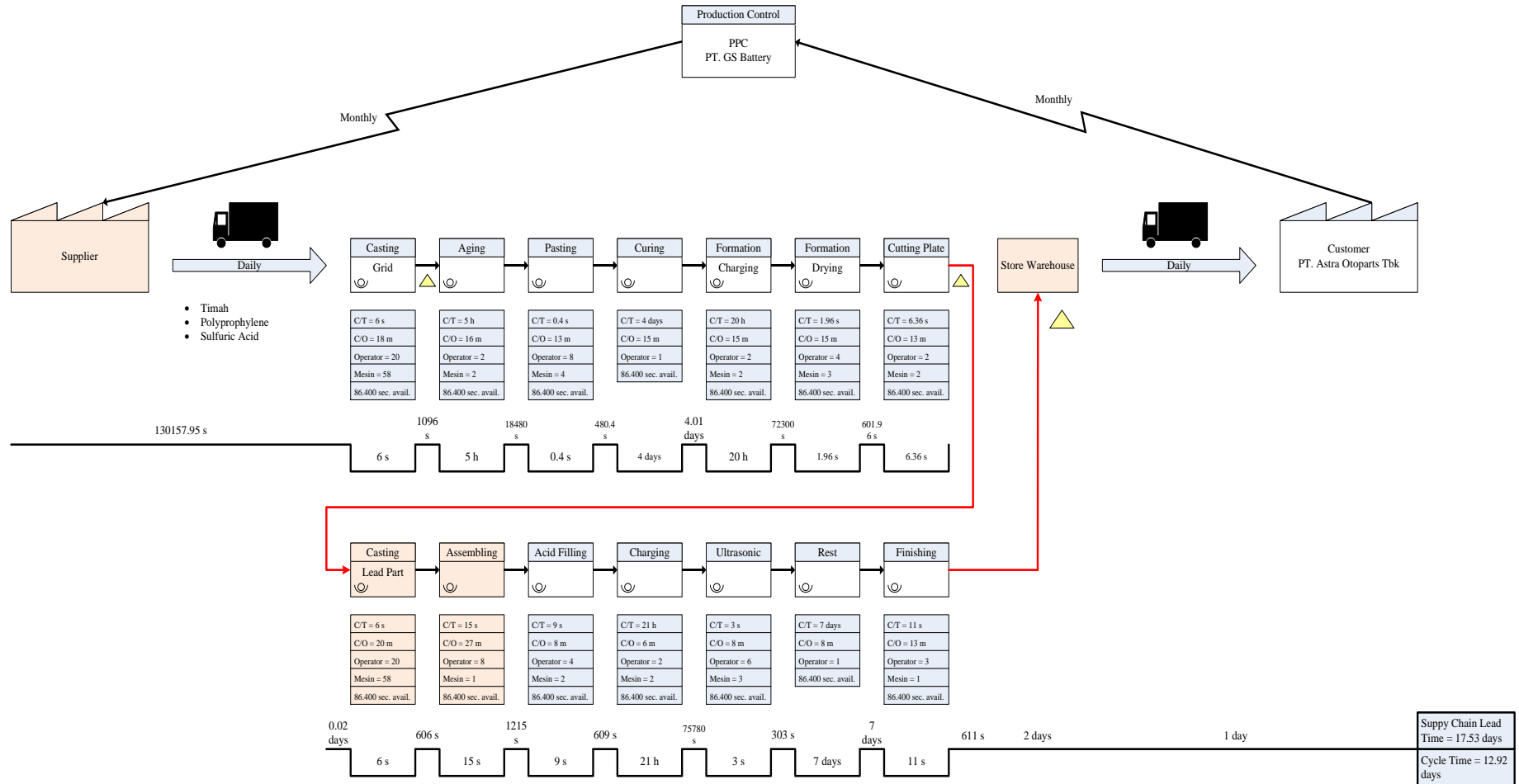
Berdasarkan perhitungan diketahui total *cycle time* adalah 1.116.058,72 detik atau 12,92 hari, total *changeover time* yaitu 11.940 detik, *supply chain lead time* yaitu 1.514.442,67 detik atau 17,53 hari, total operator yaitu 63 orang dan total mesin yaitu 80 mesin.

Pada *Future State Value Stream Mapping* terlihat proses *casting* yang terbagi menjadi dua yaitu *grid casting* dan *lead part casting*. Selain itu juga terlihat perubahan waktu di *Supplier*, proses *Assembling* dan *Store Warehouse*. *Future State Value Stream Mapping* menunjukkan penurunan *supply chain lead time* yang sebelumnya 25,1 hari menjadi 17,53 hari.

Tabel dibawah ini merupakan perbandingan antara kondisi saat ini dan usulan untuk kriteria waktu *value added*, waktu *non value added*, waktu *necessary but non value added*, *cumulative days physical stock*, *supply chain lead time*, dan *process cycle efficiency*.

Tabel 3 Perbandingan antara kondisi saat ini dan usulan perbaikan

Kriteria	Saat ini	Proyeksi Usulan
Total Waktu Value Added	1116053.22 detik	1116053.22 detik
Total Waktu Non Value Added	525678.72 detik	1206 detik
Total Waktu Necessary Non Value Added	526825.5 detik	397183.45 detik
Cummulative Days Physical Stock	40 hari	30 hari
Supply Chain Lead Time	2168557.44 detik	1514442.67 detik
Process Cycle Efficiency	51.47%	73.69%



Gambar 7. Future state value stream mapping untuk produk motorcycle battery (mcb) vrla tipe GTZ5S

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengolahan data yang dilakukan di PT XYZ untuk produk *Motorcycle Battery (MCB)* VRLA tipe GTZ5S, pemborosan yang terjadi di rantai pasok PT XYZ yaitu *overproduction* yang terjadi karena proses *finishing* menghasilkan baterai lebih banyak dari jumlah *order* dari *customer*, *defect* yang terjadi pada saat baterai terlalu lama berada di *Store Warehouse*, *unnecessary inventory* yang terjadi pada saat baterai yang diproduksi melebihi permintaan, *inappropriate processing* yang terjadi karena proses *load ingot* dilakukan secara manual yang disebabkan oleh kecepatan *load* yang tidak sesuai dengan waktu proses, *excessive transportation* yang terjadi pada saat proses perpindahan dari proses *curing* ke proses *formation (charging)* dan dari proses *formation (drying)* ke proses *cutting plate* yang memiliki jarak yang jauh karena berada di ruangan yang berbeda, *waiting* yang terjadi pada saat *lead part* harus menunggu untuk digunakan di *assembling* menyebabkan *lead time* produksi bertambah lama, *unnecessary motion* terjadi pada saat operator harus memeriksa baterai yang cacat.

Dari pemborosan tersebut dapat diberikan usulan perbaikan untuk rantai pasok di PT XYZ yaitu penggunaan metode *acceptance sampling* pada saat pemeriksaan bahan baku untuk mengurangi waktu inspeksi dan mengurangi kecacatan yang disebabkan oleh pemeriksaan bahan baku, tidak melakukan penyimpanan *plate* selama 1 hari sehingga dapat mengurangi *unnecessary inventory* dan juga kemungkinan terjadinya kecacatan, proses *lead part casting* dilakukan setelah proses *cutting plate* untuk mengurangi waktu

tunggu serta mengurangi waktu menunggu baterai saat berada di *Store Warehouse* menjadi 2 hari dengan menggunakan *Kanban Card*.

6. UCAPAN TERIMAKASIH

Makalah ini menjadi bagian luaran penelitian hibah yang didanai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat – Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan – Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor No.135 / A / LPT / USAKTI / IV / 2017. Penulis sangat bersyukur atas semua bantuan dari berbagai pihak yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wee, H. M. and Wu, S. 2009. "Lean Supply Chain and its Effect on Product Cost and Quality: a Case Study on Ford Motor Company". *Supply Chain Management: An International Journal*.
- [2] Machado, V. C. and Duarte, S. (2010). Tradeoffs among paradigms in Supply Chain Management. *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Dhaka: Bangladesh.
- [3] Imai, M. and Heymans, B. 2000. *Collaborating for Change: Gemba Kaizen*. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers.
- [4] Hines, P. and Rich, N. 1997. The Seven Value Stream Mapping Tools. *International Journal of Operations and Production Management*. Vol. 17 pp. 46 – 64.