

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Pustaka ini membahas tentang studi pustaka terhadap buku, artikel, jurnal ilmiah dan penelitaian sebelumnya yang berkaitan dengan topik penelitian yang mendasari tugas akhir ini.

2.1 Lean Manufacturing

Lean dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*Non Value Adding Activities*) melalui peningkatan terus menerus secara radikal dengan cara mengalirkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi menggunakan pull system dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan. (Gaspersz & Avanti, 2011)

Menurut Field (2001) Berikut ini adalah definisi dasar dari masing-masing Lima Elemen Utama:

1. *Manufacturing Flow* : Aspek yang membahas perubahan fisik dan standar desain yang digunakan sebagai bagian dari sel.
2. Organisasi : Aspek yang berfokus pada identifikasi peran / fungsi orang, pelatihan cara kerja baru, dan komunikasi.
3. Kontrol Proses : Aspek yang diarahkan pada pemantauan, pengendalian, stabilisasi, dan mengejar cara-cara untuk meningkatkan proses.
4. Metrik : Aspek yang menangani ukuran kinerja berbasis hasil yang terlihat; peningkatan yang ditargetkan; dan penghargaan / pengakuan tim.
5. Logistik : Aspek yang memberikan definisi untuk menjalankan aturan dan mekanisme untuk merencanakan dan mengendalikan aliran material.

Lean manufacturing adalah semua yang berkaitan reduksi *waste*, perbaikan yang terus menerus dan meningkatkan hubungan *customer* serta *supplier* dengan memberikan kualitas yang lebih baik dan memberikan pelayanan yang tepat waktu. *Lean manufacturing* memberikan strategi yang bervariasi untuk

peningkatan kinerja dan meningkatkan daya saing dalam persaingan global. Menurut Modi & Thakkar (2014), beberapa manfaat dari implementasi *lean manufacturing* yaitu sebagai berikut :

- Mengurangi biaya/cost
- Mengurangi lead time
- Mengurangi waste
- Peningkatan produktivitas
- Peningkatan kualitas atau mengurangi defects
- Mengurangi cycle time
- Mengurangi aktivitas yang tidak perlu
- Tenaga kerja, ruang dan pemanfaatan peralatan yang lebih baik
- Mengurangi work in process inventory

2.2 Waste (Pemborosan)

Waste dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream* (Gaspersz & Avanti, 2011).

Menurut Hines dan Taylor (2000) ada tujuh tipe waste (seven waste) yang diidentifikasi sebagai berikut :

1. Over production

Merupakan kegiatan produksi yang terlalubanyak atau terlalu cepat yang menyebabkan terganggunya aliran informasi atau barang, dan inventori yang berlebih.

2. Defect (Reject)

Merupakan waste yang berupa kesalahan yang terjadi pada pengerjaan, permasalahan kualitas produk, atau rendahnya performansi dari pengiriman barang atau jasa.

3. Unecessary Inventory

Merupakan waste yang merupakan dan penundaan yang berlebih dari informasi dan produk yang menimbulkan peningkatan biaya dan penurunan customer service.

4. Inappropriate Processing

Merupakan waste yang disebabkan oleh proses kerja yang dilakukan dengan menggunakan set peralatan, prosedur, atau sistem yang tidak sesuai dengan kapasitas dan kemampuan suatu operasi kerja.

5. Excessive Transportation

Merupakan waste yang berupa perpindahan yang berlebihan dari manusia, informasi dan barang yang mengakibatkan pemborosan waktu, usaha, dan biaya.

6. Waiting/idle

Merupakan waste yang berupa kondisi tidak aktifnya manusia, informasi, atau barang dalam periode yang lama yang menyebabkan aliran terganggu dan panjangnya lead time.

7. Unnecessary Motion

Merupakan waste yang berupa kondisi buruknya organisasi tempat kerja yang menyebabkan rendahnya tingkat ergonomis didalamnya, seperti pergerakan bending atau stretching yang berlebihan dan sering terjadinya kehilangan item-item tertentu.

2.3 Macam-macam Aktifitas

Didalam proses produksi terdapat tiga tipe operasi yang didefinisikan menurut Hines Peter & Rich, Nick (1997). Ketiga tipe operasi atau aktivitas adalah sebagai berikut :

1. Non-Value Adding (NVA)

Merupakan aktivitas yang tidak menambah nilai dari sudut pandang customer. Aktivitas ini merupakan waste dan harus dikurangi atau dihilangkan. Contoh dari aktivitas ini adalah Waiting Time, penumpukan pada Work In Process, dan Double Handling.

2. Necessary but Non-Value Adding (NNVA)

Adalah aktivitas yang tidak menambah nilai akan tetapi penting bagi proses yang ada. Contoh adalah aktivitas berjalan untuk mengambil parts, Unpacking Deliveries, dan memindahkan tool satu tangan ke tangan yang lain. Untuk mengurangi atau menghilangkan aktivitas ini adalah dengan membuat perubahan pada prosedur operasi menjadi lebih sederhana dan

mudah, seperti membuat layout baru, koordinasi dengan supplier dan membuat standart antivitas.

3. Value Adding (VA)

Merupakan aktivitas yang mampu memberikan nilai tambah dimata customer pada satu material atau produk yang diproses. Aktivitas untuk memproses raw material atau semi-finished product melalui penggunaan manual labor. Contohnya adalah proses dub-assembly, forging raw material, dan painting body work.

2.4 Value Stream Mapping (VSM)

Value stream mapping (VSM) adalah alat yang efektif untuk praktik lean manufacturing. VSM mendekati seluruh aliran proses dalam metode tiga langkah di mana pertama memproduksi diagram yang menunjukkan aliran material dan informasi aktual atau Kondisi Saat Ini tentang bagaimana proses aktual beroperasi. Ini dibuat saat berjalan di jalur produksi. Kedua, peta Negara Masa Depan diproduksi untuk mengidentifikasi akar penyebab pemborosan dan melalui perbaikan proses yang dapat memberikan dampak finansial yang besar pada proses, aliran proses lean. Perbaikan ini kemudian dilakukan, Rencana Implementasi sebagai bagian dan rincian parsial dan tindakan yang diperlukan untuk mendapatkan tujuan proyek dalam proses kaizen (perbaikan berkelanjutan) dan *poka-yoke* (Rahani & Muhammad Al-Ashraf, 2012).

VSM terdiri dari dua macam yaitu current state map dan future state map. Selain itu kondisi sistem produksi seperti lead time yang dibutuhkan juga dapat digambarkan dari masing–masing karakteristik proses yang terjadi. Menurut Nash dan Poling (2008), value stream mapping terdiri dari tiga komponen utama, yaitu :

1. Material Flow

Mengidentifikasi titik awal dan akhir produk, deskripsi proses, pergerakan material, rincian operator untuk menggambar aliran nilai.

2. Communication/Information Flow

Komunikasi di seluruh proses harus tepat dan sederhana sehingga dapat dipahami oleh karyawan, pemasok, pelanggan dan manajemen. Komunikasi

menandakan aliran informasi antara semua bahan yang terlibat dalam proses dan lebih dari itu ke seluruh perusahaan.

3. Timeline

Garis waktu menunjukkan waktu yang dibutuhkan produk untuk bergerak melalui proses produksi. Garis atas menunjukkan waktu tunggu dan garis bawah menunjukkan waktu siklus total.

2.4.1 Current State Map

Menurut Hines dan Taylor dalam Khairunnas (2016), dalam membuat suatu peta aliran nilai dapat dibagi menjadi dua fase yaitu dengan membuat *big picture mapping* dan selanjutnya memetakan aliran secara rinci dengan *detailed mapping* atau VALSAT. Sebelum membuat *detailed mapping* maka seseorang harus mengerti gambaran besar tentang aliran informasi dan aliran fisik yang terjadi pada proses. Current State Map atau peta dengan kondisi sekarang akan memudahkan semua orang yang terlibat dalam VSM untuk memahami kondisi\proses dari awal sampai akhir, sehingga memudahkan untuk mengetahui optimalkah proses kerja saat ini, dan dimana letak waste atau pemborosan terjadi.

Current State Map ini menunjukkan 3 aliran yang saling terkait yaitu: aliran proses, aliran material, dan aliran informasi. Dari sini kita akan mudah mengidentifikasi waste berada di area mana.

2.4.2 Future State Map

Menurut Khairunnas (2016) *future state mapping* digunakan untuk acuan dalam melakukan kegiatan produksi pada kondisi yang telah diperbaiki. Pembuatan *future state mapping* diawali dengan mengidentifikasi dan menganalisa pemborosan yang terjadi pada *current state mapping*. Dengan begitu kita bisa membuat *future state mapping* dengan ide perbaikan yang didapatkan dan analisa tersebut sesuai keadaan nyata.

2.5 Big Picture Mapping

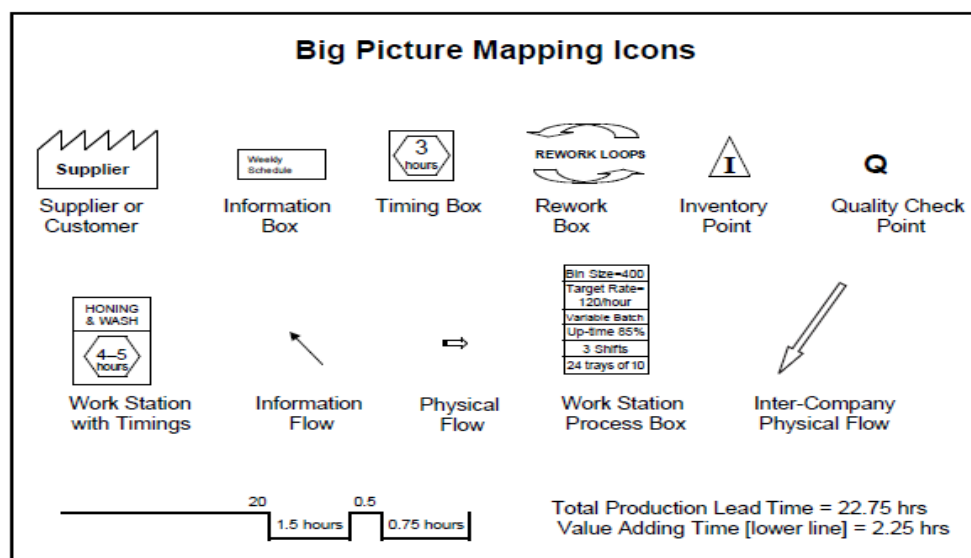
Menurut Hines dan Taylor (2000), *big picture mapping* merupakan sebuah tool yang dikembangkan dari value stream mapping. *Big picture mapping*

berfungsi untuk mengidentifikasi dimana terdapat waste, serta mengetahui keterkaitan antara aliran informasi dan aliran material. Penggambaran aliran informasi dan aliran material dengan menggunakan big picture mapping dilakukan berdasarkan simbol-simbol tertentu sesuai Gambar 2.1. Penggambaran big picture mapping dilakukan dengan menerapkan lima fase penyusunan big picture mapping. Berikut merupakan penjelasan tiap fase yang dimaksudkan. Untuk melakukan pemetaan terdapat aliran informasi dan material atau produk secara fisik, langkah-langkah pertama yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi jenis kebutuhan akan produk tersebut, kapasitas dan frekuensi pengirimannya, pemesanannya, serta jumlah persediaan yang disiapkan untuk keperluan customer.
2. Selanjutnya menggambarkan aliran informasi dari customer ke supplier
3. Menggambar aliran fisik yang berupa aliran material atau produk dalam perusahaan
4. Menghubungkan aliran informasi dan aliran fisik dengan anak panah yang dapat berisi informasi jadwal yang digunakan, instruksi kapan pengiriman dan dimana biasanya terjadi masalah dalam aliran fisik.

Melengkapi peta atau gambar aliran informasi dan fisik, dilakukan dengan menambahkan lead time dan value added dibawah gambar yang dibuat.

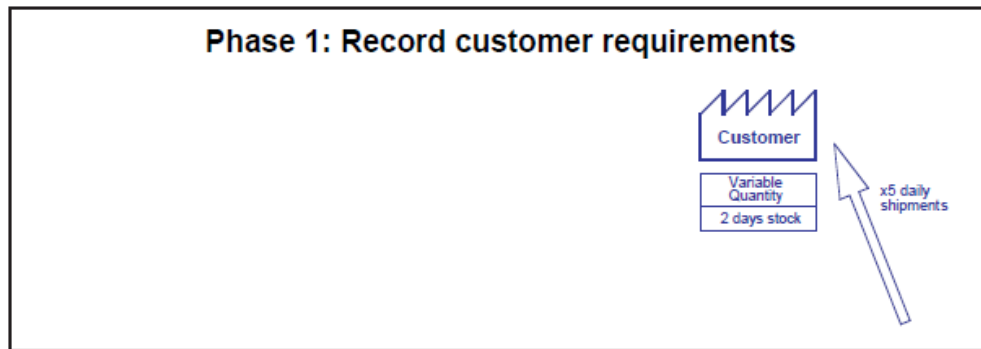
Simbol simbol yang digunakan dalam Big Picture Mapping sebagai berikut :



Gambar 2.1 Simbol dalam *Big Picture Mapping* (Hines & Taylor, 2000)

1. Fase 1: *Customer Requirement*

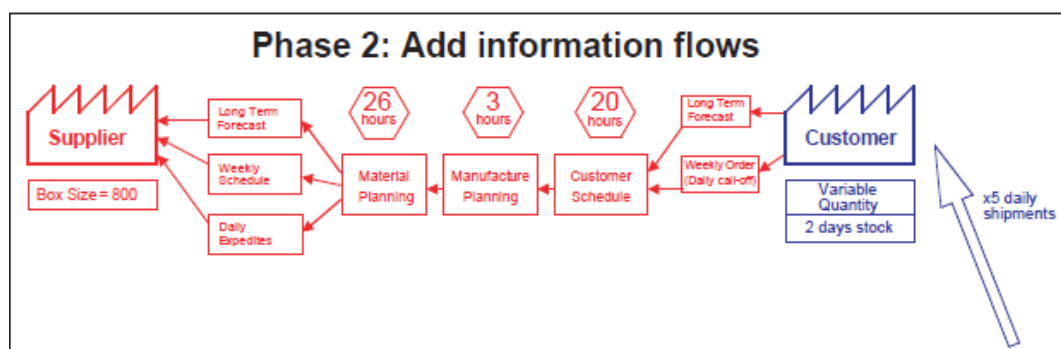
Fase pertama pada proses penggambaran *big picture mapping* adalah mengidentifikasi jumlah dan jenis produk yang diinginkan oleh *customer*, kapan produk tersebut dibutuhkan, kapasitas dan frekuensi pengiriman, serta jumlah persediaan yang perlu disimpan untuk kebutuhan *customer* Gambar 2.2.



Gambar 2.2 *Customer Requirement* (Hines & Taylor, 2000)

2. Fase 2: *Information Flow*

Fase kedua pada penggambaran *big picture mapping* adalah *information flow*, yaitu menggambarkan aliran informasi dari supplier ke *customer*. Hal-hal yang perlu digambarkan pada *information flow* meliputi *forecast demand*, informasi pembatalan *order*, departemen yang memberikan informasi ke perusahaan, lama informasi muncul hingga diproses, informasi yang disampaikan ke *supplier* serta persyaratan *order* yang perlu disepakati. Gambar 2.3 berikut merupakan penggambaran *information flow* pada *big picture mapping*.

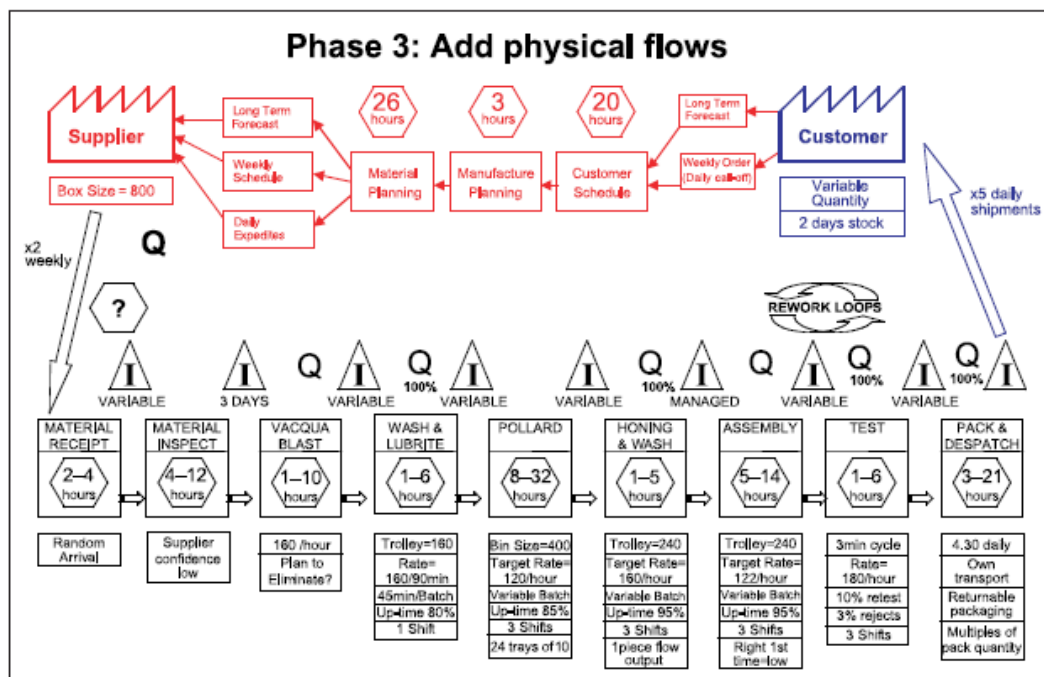


Gambar 2.3 *Information Flow* (Hines & Taylor, 2000)

3. Fase 3: *Physical Flow*

Fase ketiga pada penggambaran *big picture mapping* adalah menggambarkan *physical flow*, yaitu aliran fisik produk mulai dari material hingga menjadi

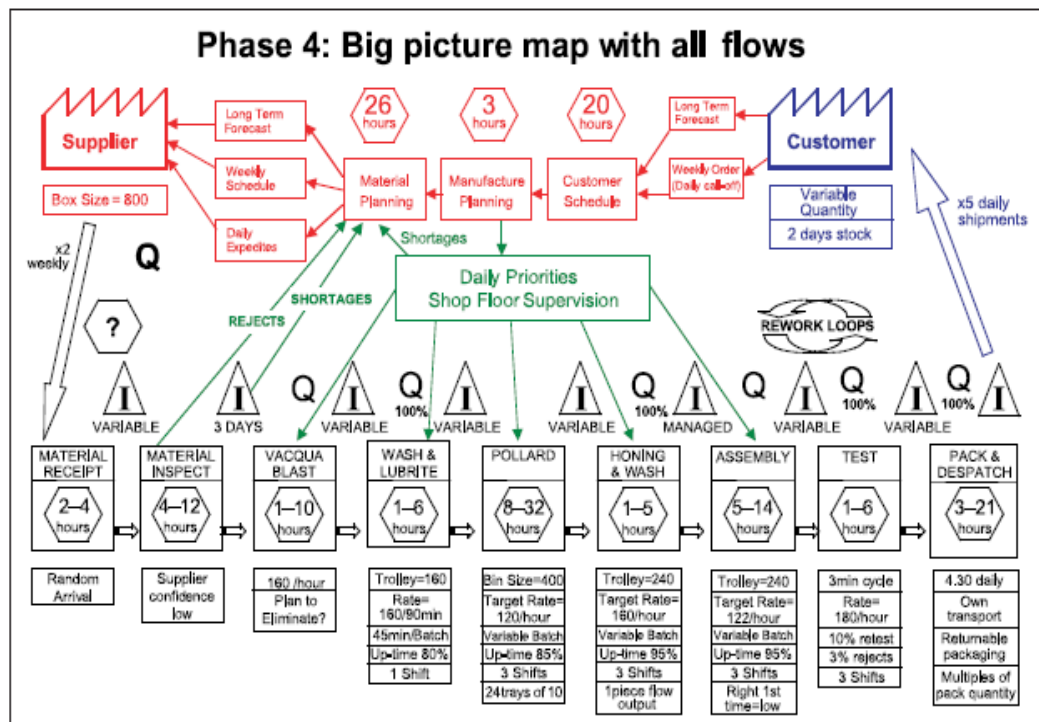
produk akhir yang memiliki nilai tambah. Hal-hal yang perlu dicantumkan pada penggambaran *physical flow* meliputi informasi jenis produk, jumlah produk sesuai *demand*, waktu yang dibutuhkan untuk memproses material menjadi produk jadi, serta informasi yang berhubungan dengan material seperti jumlah *supplier* dan sebagainya. Selain itu, perlu ditambahkan informasi yang diperlukan oleh internal perusahaan yang meliputi jumlah *inventory* di gudang, titik kebutuhan inspeksi dan jumlah cacatnya, waktu siklus, titik adanya *bottleneck*, waktu operasi tiap stasiun kerja, serta jumlah tenaga kerja yang diperlukan pada setiap stasiun kerja. Penggambaran *physical flow* pada *big picture mapping* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Physical Flow* (Hines & Taylor, 2000)

4. Fase 4: *Linking Physical and Information Flow*

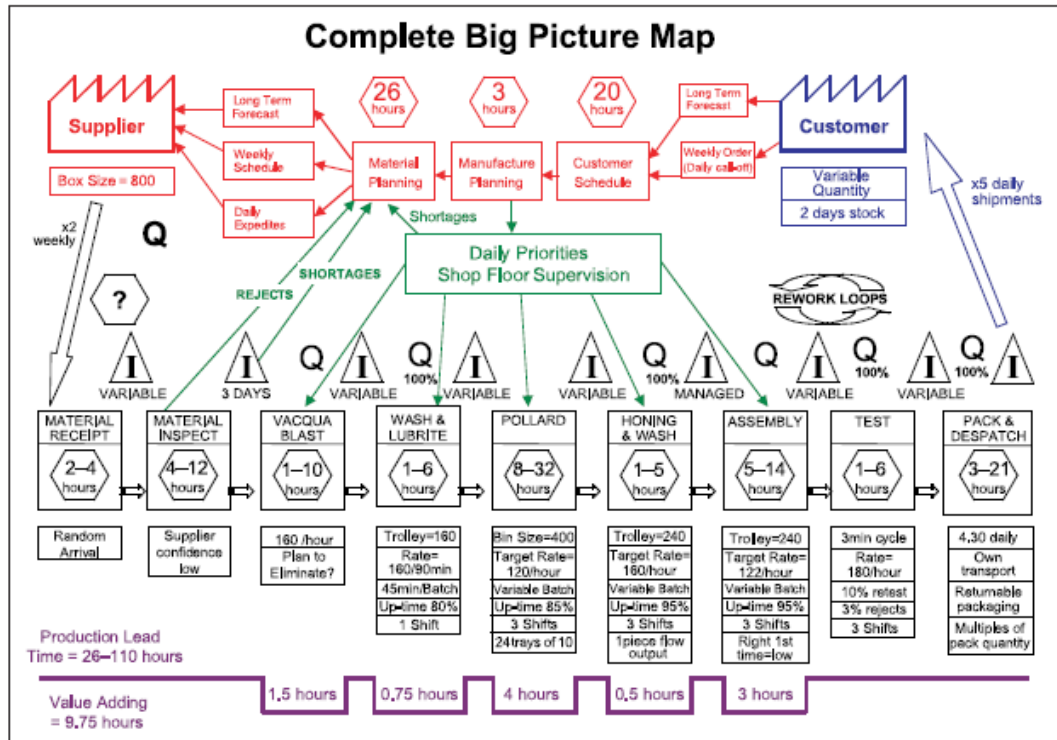
Fase berikutnya pada penggambaran *big picture mapping* adalah menggabungkan antara *physical flow* dan *information flow*. Penggabungan kedua aliran tersebut dapat dilakukan dengan bantuan anak panah yang berisi informasi penjadwalan yang digunakan, instruksi kerja dan sumber informasi yang dialirkan. Penggabungan aliran fisik dan aliran informasi pada *big picture mapping* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Big Picture Mapping with All Flows (Hines & Taylor, 2000)

5. Fase 5: Complete Map

Fase terakhir dalam penggambaran *big picture mapping* adalah melengkapi aliran fisik dan aliran informasi yang telah digabungkan pada fase sebelumnya dengan keterangan *lead time* dan *value added time* pada prosesnya (sesuai Gambar 2.6). *Value added time* adalah total waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses yang tergolong *value added activity*. Sedangkan *Lead time* didefinisikan sebagai total waktu yang dibutuhkan untuk memproses *part* atau produk melalui *plant*.



Gambar 2.6 Complete Big Picture Mapping (Hines & Taylor, 2000)

2.6 Value Stream Analysis Tools (Valsat)

Menurut Hines & Rich (1997) pada prinsipnya, value stream analysis tool digunakan sebagai alat bantu untuk memetakan secara detail aliran nilai (value stream) yang berfokus pada value adding process. Detail mapping ini kemudian dapat digunakan untuk menemukan penyebab waste yang terjadi.

Terdapat 7 macam detail mapping tools yang paling umum digunakan yaitu process activity mapping, Supply Chain Response Matrix, Production Variety Funnel, Quality Filter Mapping, Demand Amplification Mapping, Decision Point Analysis serta Physical Structure.

Pemilihan tool yang tepat dapat dilakukan dengan menggunakan VALSAT (Value Stream Analysis Tools), karena setiap mapping tools mempunyai hubungan kesesuaian dengan setiap waste (Hines & Rich, 1997). Hubungan tersebut dapat ditunjukkan pada tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1 Skala Penilaian VALSAT

Mapping Tools							
Waste/Structure	Proses Activity Mapping	Supply Chain Response Matrix	Production Variety Funel	Quality Filter Mapping	Demand Amplification Mapping	Decission Point Analysis	Physical Structure (a) Volume (b) Value
Overproduction	L	M		L	M	M	
Waiting	H	H	L		M	M	
Transport	H						L
Inappropriate processing	H	H	M	L		L	
Unnecessary Inventory	M	L	M		H	M	L
Motion	H						
Defects	L			H			

(Hines & rich, 1997)

Catatan :

H = Korelasi dan kegunaan tinggi, faktor pengali 9

M = Korelasi dan kegunaan sedang, faktor pengali 3

L = Korelasi dan kegunaan rendah, faktor pengali 1

2.6.1 Process Activity Mapping

Process Activity Mapping merupakan pendekatan teknis yang biasa dipergunakan pada aktivitas-aktivitas di rantai produksi. Walaupun demikian, perluasan dari tool ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi lead time dan produktivitas baik aliran produk fisik maupun aliran informasi, tidak hanya dalam ruang lingkup perusahaan namun juga pada area lain dalam supply chain. Konsep dasar dari tool ini adalah memetakan setiap tahap aktivitas yang terjadi mulai dari operasi, transportasi, inspeksi, delay, dan storage, kemudian mengelompokkannya ke dalam tipe-tipe aktivitas yang ada mulai dari value adding activities, necessary non value adding activities, dan non value adding activities. Tujuan dari pemetaan ini adalah untuk membantu memahami aliran proses, mengidentifikasi adanya pemborosan, mengidentifikasi apakah suatu proses dapat diatur kembali menjadi lebih efisien, mengidentifikasi perbaikan aliran penambahan nilai.

Process activity mapping memberikan gambaran aliran fisik dan informasi, waktu yang diperlukan untuk setiap aktivitas, jarak yang

ditempuh dan tingkat persediaan produk dalam setiap tahap produksi. Kemudahan identifikasi aktivitas terjadi karena adanya pengelompokan aktivitas menjadi 5 jenis yaitu operasi, transportasi, inspeksi, delay, dan penyimpanan. Operasi dan inspeksi adalah aktivitas yang bernilai tambah. Sedangkan transportasi dan penyimpanan berjenis penting tetapi tidak bernilai tambah. Adapun delay adalah aktivitas yang dihindari untuk terjadi sehingga merupakan aktivitas berjenis tidak bernilai tambah. Process activity mapping terdiri dari beberapa langkah sederhana:

1. Dilakukan analisa awal untuk setiap proses yang ada
2. Mengidentifikasi waste yang ada
3. Mempertimbangkan proses yang dapat dirubah agar urutan proses bisa lebih efisien
4. Mempertimbangkan pola aliran yang lebih baik
5. Mempertimbangkan segala sesuatu untuk setiap aliran proses yang benar – benar penting saja

2.6.2 Supply Chain Response Matrix

Supply chain response matrix digunakan untuk mengevaluasi persediaan dan lead time sehingga meningkatkan tingkat pelayanan pada jalur distribusi yang dilakukan dengan biaya yang lebih rendah. Dengan tools ini pihak manajemen akan mengetahui peningkatan atau penurunan tingkat persediaan dan waktu distribusi pada tiap area dalam supply chain.

2.6.3 Production Variety Funnel

Production variety funnel merupakan alat yang berasal dari disiplin ilmu manajemen operasi dan telah pernah diaplikasikan oleh New dalam Hines (1997) pada industri tekstil. Metode ini berguna untuk mengetahui pada area mana terjadi bottleneck dari input bahan baku, proses produksi sampai pengiriman ke konsumen (Hines, 1997)

2.6.4 Quality Filter Mapping

Quality Filter Mapping adalah hasil identifikasi menunjukkan adanya 3 jenis defect dari kualitas yaitu (1) produk defect (2) scrap defect (3) service defect. Produk defect merupakan cacat fisik produk yang tidak berhasil diseleksi pada saat proses inspeksi sehingga lolos ke konsumen.

Untuk memaparkan permasalahan kualitas di atas terutama untuk cacat maka quality filter mapping menggunakan data cacat produksi yang digunakan untuk mengetahui persen cacat tersebut. Dari persen cacat akan terlihat jelas apakah jumlah cacat melewati batasan yang ditetapkan perusahaan.

$$\text{Persen cacat produksi} = \frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Total Cacat}}$$

2.6.5 Demand Amplification Mapping

Demand amplification mapping adalah alat yang sering digunakan pada disiplin ilmu sistem dinamik yang diciptakan oleh Forester dan Burbidge dalam Hines (1997). Hasil penelitian Forester dan Burbidge dalam Hines (1997) menunjukkan bahwa jika permintaan dikirim dari serangkaian persediaan yang dimiliki menggunakan pengendalian stock order, akan memperlihatkan adanya amplifikasi dari variasi permintaan akan meningkat untuk setiap transfer. Hal ini menunjukkan bahwa pengaturan persediaan sangat penting dalam mengantisipasi adanya perubahan permintaan. Alat ini dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dan analisis kedepan untuk mendesain konfigurasi aliran nilai, mengatur fluktuasi permintaan sehingga permintaan yang ada dapat dikendalikan.

2.6.6 Decision Point Analysis

Alat decision point analysis ini sering digunakan pada pabrik yang berkarakteristik produk jadinya relatif beragam dari jumlah komponen yang terbatas, seperti industri elektronik dan rumah tangga. Akan tetapi pada perkembangannya juga digunakan pada industri lain. Titik keputusan adalah dimana tarikan permintaan aktual memberikan cara untuk mendorong adanya peramalan. Adanya informasi titik keputusan akan berguna untuk mengerti dimana terjadinya kekeliruan penentuan titik keputusan.

2.6.7 Physical Structure

Alat ini berguna untuk mengetahui fakta apa yang terjadi pada aliran rantai pasok secara keseluruhan dan mengetahui level dari industrinya. Adanya pengetahuan dari alat ini, akan sangat berguna mengapresiasi seperti apa industri manufaktur sekarang, mengerti bagaimana perusahaan

beroperasi dan dapat memperhatikan secara langsung area mana perlu perhatian khusus untuk dikembangkan.

2.7 Diagram Sebab-akibat (Fisbone Diagram)

Diagram sebab-akibat atau dikenal dengan istilah “Diagram Tulang Ikan” (Fishbone Diagram), karena bentuknya seperti ikan atau dikenal juga dengan nama “Diagram Ishkawa” yang pertamakali diperkenalkan oleh prof. Kaouruu Isikawa dari Universitas Tokyo pada tahun 1953 (Gaspersz & Avanti, 2011). Diagram sebab-akibat. Diagram ini digunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat). Diagram ini digunakan untuk meringkas pengetahuan lainnya. diagram ini menyusun sebab-sebab variasi atau sebab-sebab permasalahan kualitas dengan kategori-kategori yang logis. Hal ini membantu kita dalam menyusun usaha-usaha pengembangan proses. Diagram sebab-akibat juga digunakan untuk keperluan lainnya sebagai berikut :

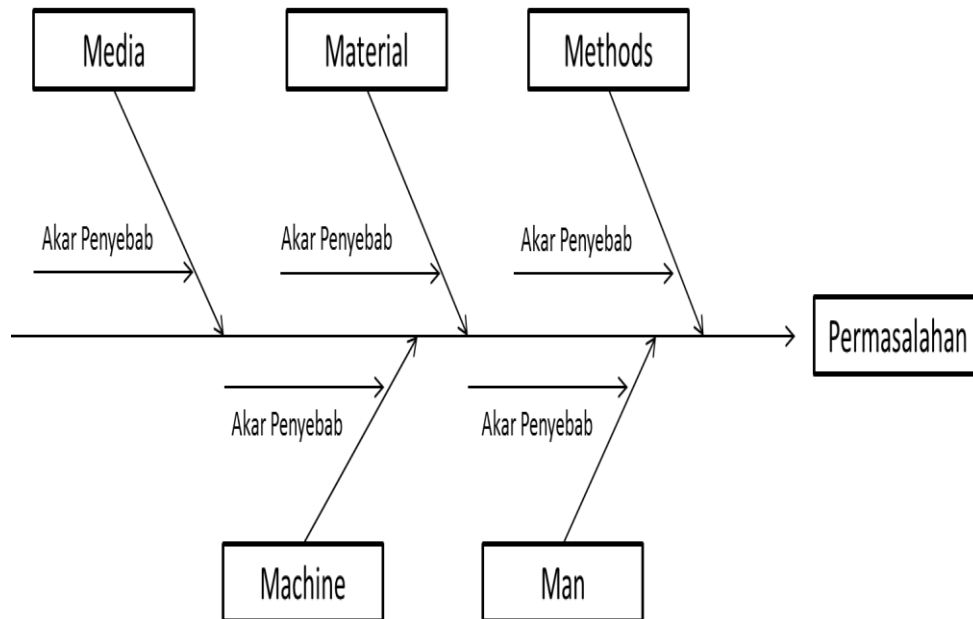
1. Membantu mengidentifikasi akar permasalahan
2. Membantu mengembangkan ide untuk solusi dari suatu masalah
3. Membantu dalam menentukan fakta yang lebih lanjut

(Menurut Gaspersz & Avanti, 2011) langkah-langkah dalam membuat diagram sebab akibat adalah :

1. Mulai dengan pertanyaan masalah-masalah utama yang penting dan mendesak untuk diselesaikan
2. Tuliskan pertanyaan masalah itu kepada “kepala ikan” yang merupakan akibat (effect). Tuliskan pada isi sebelah kanan dari kertas (kepala ikan) kemudian gambarkan “tulang ikan” dari kiri kekanan dan tempatkan kotak. Faktor-faktor penyebab atau kategori-kategori dapat dikembangkan memulai brainstorming
3. Tulis faktor-faktor penyebab utama (sebab-sebab) yang akan mempegaruhi masalah sebagai “tulang besar” juga ditempatkan kotak. Faktor-faktor penyebab atau kategori-kategori dapat dikembangkan melalui brainstorming.
4. Tuliskan penyebab-peyebab sekunder yang mempengaruhi penyebab-penyebab utama (tulang-tulang), serta penyebab-penyebab sekunder itu dinyatakan sebagai “tulang-tulang berukuran sedang”

5. Tentukan item-item penting dari setiap faktor dan tandailah faktor-faktor penting tertentu yang kelihatannya memiliki penyebab nyata.
6. Catatlah informasi yang perlu didalam diagram sebab-akibat itu, seperti judul, nama produk, proses, kelompok, daftar partisipan, tanggal, dll.

Contoh *Cause And Effect Diagram* :



Gambar 2.7 Contoh Diagram Fishbone (Cause And Effect Diagram)

2.8 FMEA (Failure Mode Effect Analysis)

FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan. Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan atau kegagalan dalam desain, kondisi di luar batas spesifikasi yang telah ditetapkan atau perubahan pada produk yang menyebabkan terganggunya fungsi fungsi dari produk tersebut. Melalui menghilangkan mode kegagalan, diman FMEA akan meningkatkan keandalan dari produk dan pelayanan sehingga meningkatkan kepuasan konsumen akan produk atau pelayanan tersebut. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan, efek yang ditimbulkan pada operasi dari produk dan mengidentifikasi aksi untuk mengatasi masalah tersebut (Badariah, dkk, 2016).

Tahapan FMEA sendiri adalah :

1. Menetapkan batasan proses yang akan dianalisa
2. Melakukan pengamatan terhadap proses yang akan dianalisa
3. Hasil pengamatan digunakan untuk menentukan kesalahan/defect potensial pada proses
4. Mengidentifikasi potensial cause (penyebab dari kesalahan/defect yang terjadi)
5. Mengidentifikasi akibat (effect) yang ditimbulkan
6. Menetapkan nilai-nilai (dengan jalan brainstorming) dalam point :
 - Keserusan akibat kesalahan terhadap proses lokal, lanjutan terhadap konsumen (severity)
 - Frekuensi terjadinya kesalahan (occutance)
 - Alat kontrol akibat potensial cause (detectio)
7. Memasukan kriteria nilai sesuai dengan 3 kriteria yang telah dibuat sebelumnya
8. Dapatkan nilai RPN (Risk Potential Number) dengan jalan mengalikan SOD (Severity, Occurance, Detection)
9. Pusatkan perhatian pada nilai RPN yang tertinggi, segera lakukan perbaikan terhadap potensial cause, alat control dan efek yang diakibatkan
10. Buat implementation action plan, lalu terapkan
11. Ukur perubahan yang terjadi dalam RPN dengan langkah-langkah yang sama diatas
12. Apabila ada perubahan maka pusatkan perhatian pada potensial cause yang lain, tidak ada angka acuan RPN untuk melakukan perbaikan

Fungsi FMEA :

1. Fungsi proses
Mendeskrisikan singkat mengenai proses pembuatan produk yang dimana akan dilakukan analisa. Jika pada proses mengalami kegagalan maka akan dilakukan penganalisaan dalam proses tersebut
2. Bentuk kegagalan potensial
Merupakan suatu kejadian dimana proses dapat dikatakan gagal untuk memenuhi kebutuhan proses
3. Efek dari kegagalan

Merupakan bentuk dari kegagalan terhadap konsumen maupun efek terhadap kelangsungan proses.

4. Severity (Tingkat Keparahan)

Merupakan proses produksi yang berhubungan dengan sebesar besar kemungkinan terjadinya dampak yang ditimbulkan akibat adanya kegagalan atau kecacatan yang terjadi. Terdiri dari rating 1-10. Kriteria dari setiap rating severity, semakin parah efek yang ditimbulkan maka semakin tinggi nilai rating yang diberikan.

5. Penyebab kegagalan

Penyebab kegagalan ini dapat didefinisikan sebagai penjelasan mengapa kegagalan pada proses tersebut bisa terjadi.

6. Occurance (keterjadian)

Merupakan proses yang dapat dilakukan untuk mengetahui seberapa sering kemungkinan terjadinya suatu kegagalan pada proses produksi. Sama seperti severity yang terdiri dari rating 1-10. Semakin sering penyebab kegagalan terjadi, makin tinggi nilai rating yang diberikan.

7. Kontrol yang dilakukan

Dilakukannya pengontrolan untuk mendeteksi penyebab kegagalan yang terjadi pada proses produksi.

8. Detection (deteksi)

Merupakan proses yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemungkinan kegagalan tersebut dapat dideteksi dengan maksimal. Sama seperti severity dan Occurance yang terdiri dari 1-10. Semakin sulit mendeteksi penyebab kegagalan yang terjadi, maka semakin tinggi nilai rating yang diberikan.

9. Risk Priority Number (RPN)

RPN merupakan perkalian dari rating Severity (S), Occurance (O), dan Detection (D).

$$RPN = S \times O \times D$$

Angka ini digunakan sebagai panduan untuk mengetahui masalah yang paling serius, dengan indikasi angka yang paling tinggi memerlukan prioritas penanganan serius.

2.8.1 Severity (tingkt keparahan)

Merupakan proses produksi yang berhubungan dengan seberapa besar kemungkinan terjadinya dampak yang ditimbulkan akibat adanya kegagalan atau kecacatan yang terjadi. Terdiri dari rating 1-10. Keriteria dari setiap rating severity, semakin parah efek yang ditimbulkan maka semakin tinggi rating yang diberikan.

Tabel 2.2 Skala Penilaian Severiity

Rating	Keiteria	Deskripsi
10	Potential safety problems	Akibat yang timbul sangat berbahaya (berkaitan dengan keselamatan)
9	Potential safety problems	Akibat yang timbul sangat berbahaya (berkaitan dengan keselamatan)
8	High severity	Pengaruh buruk yang tinggi (berapa pada luar batas toleransi)
7	High severity	Pengaruh buruk yang tinggi (berapa pada luar batas toleransi)
6	Moderate severity	Pengaruh buruk yang moderat (masih berapa dalam batas toleransi)
5	Moderate severity	Pengaruh buruk yang moderat (masih berapa dalam batas toleransi)
4	Moderate severity	Pengaruh buruk yang moderat (masih berapa dalam batas toleransi)
3	Mild severity	Pengaruh yang ringan atau sedikit
2	Mid severity	Pengaruh yang ringan atau sedikit
1	Negligible severity	Pengaruh buruk yang dapat diabaikan

(Sumber: Parsana & Patel, 2014)

2.8.2 Occurance (keterjadian)

Merupakan proses yang dapat dilakukan untuk mengetahui seberapa sering kemungkinan terjadinya suatu kegagalan pada proses produksi. Sama seperti severity yang terdiri dari rating 1-10. Semakin sering penyebab kegagalan terjadi, maka tinggi nilai rating yang diberikan.

Tabel 2.3 Skala Penilaian Occurance

Rating	Deskripsi
10	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi
9	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi
8	Kegagalan adalah sangat mungkin terjadi
7	Kegagalan adalah sangat mungkin terjadi
6	Kegagalan agak mungkin terjadi
5	Kegagalan agak mungkin terjadi
4	Kegagalan agak mungkin terjadi
3	Kegagalan akan jarang terjadi
2	Kegagalan akan jarang terjadi
1	Tidak mungkin bahwa penyebab ini yang menyebabkan mode kegagalan

(Sumber: Parsana & Patel, 2014)

2.8.3 Detection (deteksi)

Merupakan proses yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemungkinan kegagalan tersebut dapat dideteksi dengan maksimal. Sama seperti severity dan Occurance yang terdiri dari 1-10 rating. Semakin sulit mendeteksi penyebab kegagalan yang terjadi, maka semakin tinggi nilai rating yang diberikan.

Tabel 2.4 Skala Penilaian Detection

Degree	Dekripsi	Rating
Very Hight	Otomatis proses dapat mendeteksi kesalahan yang terjadi (komputerisasi)	1
Very Higt	Hampir semua kesalahan dapat dideteksi oleh alat kontrol (visual pada bentuk barang double checking)	2
Hight	Alat kontrol cukup andal untuk mendeteksi kesalahan (visual pada bentuk barang)	3

Hight	Alat kontrol cukup andal untuk mendeteksi kesalahan (visual pada bentuk barang)	4
Moderate	Alat kontrol bisa mendeteksi kesalahan (visual pada susunan lagi)	5
Moderate	Alat kontrol bisa mendeteksi kesalahan (visual pada susunan lagi)	6
Low	Keandalan alat kontrol untuk mendeteksi kesalahan rendah (pengamatan fisik)	7
Low	Keandalan alat kontrol untuk mendeteksi kesalahan sangat rendah (pengamatan warna)	8
Very low	Alat kontrol tidak bisa diandalkan untuk mendeteksi kesalahan (feeling berdasar pengalaman masa lalu)	9
Very low	Tidak ada alat kontrol yang bisa digunakan untuk mendeteksi kesalahan	10

(Sumber: Parsana & Patel, 2014)

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan penulis sebagai acuan melakukan penelitian. Dengan itu penulis dapat memperluas dan memperbanyak teori teori yang akan digunakan sebagai penelitian. Maksud dari pengkajian penelitian terdahulu, adalah sebagai refrensi dalam melakukan penelitian. Berikut merupakan refrensi-refrensi penelitian terdahulu yang digunakan penulis sebagai acuan peneliitian :

1. Abdul Wahid Nurrudin, Surachman, Nasir Widha Setyanto, Rudy Soenoko (2013) dengan judul “Implementasi Konsep Lean Manufacturing Untuk Meminimalkan Waktu Keterlambatan Penyelesaian Produk “A” Sebagai Value Pelanggan” (Studi kasus PT TSW (Tuban Steel Work)

Dalam penelitian ini membahas tentang keterlambatan waktu penyelesaian pengerjaan yang tidak sesuai dengan jatuh tempo, berdasarkan pengamatan yang dilakukan bahwa keterlambatan disebabkan beberapa peristiwa yang tidak menambah nilai (Non Value Added) atau pemborosan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pemborosan analisis faktor pemborosan dan

usulan perbaikan sebagai upaya meningkatkan Value Adding pelanggan. Dengan menggunakan konsep lean manufacturing untuk mendeskripsikan peta keadaan dan bobot masing-masing waste yang kemudian diteruskan pemilihan tools dengan VALSAT, Fishbone digunakan untuk menganalisis penyebab waste, dan FMEA untuk menganalisa mode kegagalan dan analisis efek untuk menentukan nilai RPN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa didapatkan waste berupa waiting untuk kegiatan pembelitan, marking up cutting dan fit-up welding. Sehingga diperlukan rekomendasi perbaikan untuk sistem informasi internal dan external serta perbaikan kegiatan proses produksi.

2. Ardiansah Rahmiyarno (2013) dengan judul “Penerapan Lean Manufacturing untuk mengidentifikasi dan meminimasi waste produksi benang polyester pada mesin carding dan mesin drawing” (Studi kasus di departemen Produksi PT X Kabupaten Sleman di Yogyakarta)

Dalam penelitian ini membahas tentang mesin carding dan drawing yang dimiliki perusahaan dimana terdapat aktivitas produksi yang dikerjakan oleh operator termasuk dalam Value added, non value added dan necessary value added. Bagaimana cara mengidentifikasi dan menganalisa penyebab pemborosan serta usulan perbaikan untuk mengurangi pemborosan di lantai produksi. Dengan melakukan perincian aktivitas dan mengelompokkannya dengan menggunakan Value Stream Mapping, Proses Mapping Activity, serta Fishbone diagram maka peneliti berhasil melakukan identifikasi dan analisa pemborosan yang terjadi pada lantai produksi. Dari hasil perhitungan didapatkan total waktu untuk Value Added sebanyak 4972,592 detik atau 82.87 menit, untuk non value added sebanyak 1715 detik atau 28,53 menit dan untuk necessary non value added sebanyak 1142,002 detik atau 19.03 menit.

3. Trismi Ristyowati, Ahmad Muhsin, dan Putri Puji Nurani (2017) dengan judul “Minimasi Waste Pada Aktivitas Proses Produksi Dengan Konsep Lean Manufacturing (Studi kasus PT Sport Glove Indonesia)”

Dalam penelitian ini membahas tentang adanya waste yang terjadi pada proses produksi sarung tangan golf PT Sport Glove Indonesia. Waste yang

teridentifikasi diantaranya defect dan delay (*Waiting*) sehingga dalam pemenuhan produksi harian memerlukan waktu yang panjang, yang akhirnya melewati batas waktu dan target. Tindakan apa yang perlu dilakukan untuk meminimasi waste dalam proses pembuatan sarung tangan golf. Dengan konsep lean manufacturing nantinya akan diketahui usulan atau tindakan perbaikan untuk meminimasi waste. Usulan perbaikan yang diberikan untuk meminimasi *waste* cacat dan waiting pada proses produksi sarung tangan golf adalah penambahan pekerja pada proses jahit, kegiatan maintenance dalam bentuk preventive maintenance, melakukan pengawasan dan pengarahan kepada pekerja dan memberikan pelatihan kepada pekerja untuk meningkatkan dan menyetarakan ketrampilan dan standart kerja.