

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 *Lean*

2.1.1 Definisi Produksi *Lean*

Produksi *Lean* adalah metodologi perakitan manufaktur yang awalnya dikembangkan untuk Toyota dan industri otomotif. Hal ini juga dikenal sebagai Toyota Produksi Sistem. Tujuan produksi *Lean* digambarkan untuk mendapatkan hasil yang benar ke tempat yang tepat, pertama adalah dengan meminimalkan pemborosan dan bersikap terbuka untuk menerima perubahan. Ohno, yang mengembangkan prinsip-prinsip produksi *lean*, menemukan bahwa selain untuk meminimalisasi pemborosan juga harus meningkatkan aliran produk yang berkualitas baik. Jadi produksi *lean* menitik beratkan bahwa suatu proses produksi merupakan aliran bahan baku atau *material* dimulai dari aktivitas awal sampai dengan aktivitas akhir hingga material tersebut mengalami perubahan bentuk Howell dalam Nuruddin (2013).

Seiring dengan perkembangannya, ada banyak definisi tentang produksi *lean*. Berikut beberapa dari definisi produksi *lean*:

1. Sistem yang dapat mengurangi keseluruhan biaya, khususnya biaya tidak langsung dengan tetap menjaga standar kualitas dan mengurangi waktu siklus produksi (Womack and Jones, 2004).
2. Merancang suatu system produksi yang akan menghasilkan langsung produk sesuai pesanan tetapi tidak memproduksi barang berlebihan Howell dalam Nuruddin (2013).
3. Sebuah ilmu dengan mengeliminasi semua pemborosan didalam keseluruhan sistem proses secara berulang Carroll dalam Zaenal (2011)
4. Lean manufacturing adalah suatu strategi operasional berorientasi pada pencapaian siklus waktu sesingkat mungkin dengan menghilangkan pemborosan Liker dalam Zaenal (2011)

Hal ini berasal dari sistem produksi Toyota dan tujuannya adalah untuk meningkatkan nilai tambah pekerjaan dengan menghilangkan pemborosan dan mengurangi pekerjaan yang tidak perlu. Teknik ini sering mengurangi waktu antara pesanan pelanggan dan pengiriman dan dirancang untuk meningkatkan probabilitas, kepuasan pelanggan, dan motivasi karyawan.

Konsep pemikiran produksi *lean* adalah memungkinkan aliran nilai dalam membuat langkah-langkah pekerjaan disamping juga mengeliminasi langkah-langkah yang tidak bernilai, seperti *waste*. Ketika pemborosan sudah dihilangkan dari proses produksi, waktu siklus akan tercapai dengan baik. Untuk meningkatkan nilai tambah aktivitas adalah dengan perbaikan *internal* secara terus-menerus dan merawat mesin yang ada.

Dapat disimpulkan bahwa produksi *lean* adalah tentang bagaimana mencapai keseimbangan dalam penggunaan sumber daya manusia, bahan material dan sumber daya lainnya. Hal ini memungkinkan perusahaan untuk mengurangi biaya, mengeliminasi pemborosan dan menghasilkan atau memberikan produk tepat waktu dimana tidak sekedar memangkas semuanya melainkan mengefisiensikan dari apa yang tersisa Lim dalam Zaenal (2011).

2.1.2 Prinsip-prinsip dalam penerapan system produksi *lean*

Suatu perusahaan yang telah melihat bahwa sistem produksi *lean* akan memberikan suatu perubahan yang baik kepada usahanya, akan terdorong untuk mencoba melakukan penerapan sistem ini diperusahaannya. Sebelumnya melakukan penerapan. Penting untuk diketahui beberapa prinsip yang mendasari pandangan untuk penerapan sistem *lean*, yaitu (Gespersz,2007):

1. Mengidentifikasi nilai produk berdasarkan pada pandangan dari para pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk (barang atau jasa) dengan kualitas yang superior, harga kompetitif dan pengiriman yang tepat waktu. Perusahaan harus berpikir memulai sudut pandang pelanggan dalam melakukan desain produk, proses produksinya serta pemasarannya

2. Membuat dan melakukan identifikasi terhadap aliran proses produk sehingga kegiatan yang dilakukan dalam memproses produk dapat diamati secara rinci. Umumnya perusahaan tidak melakukan pembuatan aliran proses produk melainkan membuat aliran proses bisnis atau aliran proses kerja sehingga tidak dapat dijadikan pertimbangan apakah memberikan nilai tambah kepada produk yang dibuat
3. Menghilangkan memborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas yang terdapat dalam proses *value stream* tersebut dengan menganalisa *value stream* yang telah dibuat.
4. Mengorganisasikan agar *material*, informasi dan produk mengalir dengan lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* dengan menggunakan sistem tarik (*pull system*).
5. Secara terus-menerus dan berkesinambungan melakukan peningkatan dan perbaikan dengan cara mencari teknik-teknik dan alat peningkatan agar mencapai keunggulan dan terus-menerus.

2.2 Lean manufacturing

2.2.1 Sejarah Lean Manufacturing

Istilah “*Lean*” yang dikenal luas dalam dunia *manufacturing* dewasa ini dikenal dalam berbagai nama yang berbeda seperti: *Lean Production*, *Lean Manufacturing*, *Toyota Production System*, dan lain-lain. Secara singkat, periode tahun awal mula munculnya *Lean*, berikut adalah rincian sejarahnya:

- I. Tahun 1902, Sakichi Toyoda membuat sebuah mesin tenun yang dapat berhenti sendiri jika terjadi gangguan. Yang sekarang ini dikenal sebagai *jidoka*.
- II. Tahun 1913, Hendry Ford menerapkan produksi dengan aliran yang tidak terputus (*the flow of production*) dan lini perkaitan untuk produksi masal. Namun, masalah yang dihadapi adalah ketidakmampuan untuk memproduksi lebih dari satu variasi mobil.

- III. Tahun 1930-an, setelah perang dunia kedua, Kiichiro Toyoda, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, dan keluarga Toyoda menemukan system produksi yang fleksibel (*one-piece flow*) yang didukung dengan ditemukannya system tarik (*pull system*) dimana proses dapat memproduksi sejumlah produk sesuai yang dibutuhkan.
- IV. Tahun 1950-an, Shigeo Shingo mengembangkan system yang dikenal sebagai SMED (*Single Minute Exchange of Dies*).
- V. Kemudian sistem persediaan *Just-In-Time* dikembangkan dan system lain seperti *Kanban* dan *Kaizen* yang mendukung terbentuknya sistem produksi *Lean*.

2.2.2 Definisi Lean Manufacturing

Menurut James Womack dan Daniel Jones dalam Kusuma (2010) untuk menjadi *lean manufacturing* dibutuhkan cara berfikir yang berfokus untuk menjadikan produk mengalir melalui tahapan yang memberikan nilai tanpa adanya hambatan (*one piece flow*), sebuah *pull system* yang bersumber dari permintaan *customer* untuk mencapai interval proses yang pendek dan membudayakan melakukan *continuous improvement* dengan tekun.

Menurut Taiichi Ohno dalam Kusuma (2010), penemu dari *Toyota Production Sistem*, *lean manufacturing* adalah segala kegiatan sampai dengan produsen memperoleh uang kontan. Fokus dari *lean manufacturing* adalah mengurangi *timeline* dengan mengeliminasi pemborosan yang tidak memberi nilai tambah (*non value added*).

Lean manufacturing atau sama dengan *Toyota production system* pada intinya merupakan suatu sistem produksi yang bertujuan untuk mengeliminasi pemborosan (*waste*) disemua aspek produksi, mulai dari aliran bahan baku dari *supplier* sampai dengan aliran produk akhir ke konsumen, melalui metode *continuous improvement* sehingga dapat meningkatkan *output* dan produktifitas. Pemborosan dapat dikurangi dengan melakukan produksi pada jumlah yang tepat, pada waktu yang tepat (konsep

just-in-time). *Continuous improvement* merupakan tindakan perbaikan secara bertahap dan dilakukan terus-menerus.

2.3 Tipe-tipe pemborosan (*Waste*)

Salah satu cara yang dilakukan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi adalah dengan menghilangkan pemborosan (*waste*). Pemborosan dalam bahasa Jepang adalah Muda, merupakan segala sesuatu baik *material*, mesin, perlengkapan dan peralatan, sumber daya manusia, modal informasi, proses, *managerial* yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added*) pada produk atau hasil kerja (Womack & Jones, 1996).

Toyota telah mengidentifikasi tujuh jenis aktivitas utama yang tidak memiliki nilai tambah dalam bisnis atau proses manufaktur. Tujuh pemborosan ini dapat digunakan pada pengembangan produk, penerimaan pemesanan, dan prosedur dikantor, tidak hanya di jalur produksi. Berikut beberapa jenis aktivitas pemborosan:

1. Produksi berlebihan (*over production*). Memproduksi sesuatu barang lebih awal atau dalam jumlah yang besar daripada yang dibutuhkan oleh pelanggan. Hal ini menyebabkan pemborosan lain seperti biaya berlebih tenaga kerja, penyimpanan, dan transportasi.
2. Waktu menunggu (*Waiting*). Para pekerja hanya mengamati mesin otomatis yang sedang berjalan menunggu antrian pada proses selanjutnya atau menganggur saja karena kehabisan material, dan menunggu mesin rusak, keterlambatan proses.
3. Transportasi atau pengangkutan yang tidak perlu (*Excessive Transportation*). Memindahkan barang, material, komponen, atau barang jadi ke dalam atau keluar gudang penyimpanan atau dari satu proses ke proses lain. Hal ini menciptakan angkutan yang tidak efisien karena jarak yang jauh.
4. Proses yang tidak tepat (*Innapropriate processing*). Melakukan langkah yang tidak perlu untuk memproses komponen. Melaksanakan pemrosesan yang tidak efisien karena alat dan rancangan produk yang buruk menyebabkan gerakan yang tidak perlu dan menghasilkan barang cacat. pemborosan juga terjadi ketika membuat produk yang memiliki kualitas yang lebih tinggi daripada yang diperlukan.
5. Persediaan berlebih (*Unnecessary Inventory*). Bahan baku, barang dalam proses atau barang jadi yang berlebih menyebabkan *lead time* yang panjang, barang

kadaluwarsa, barang rusak, peningkatan biaya transportasi dan penyimpanan, dan keterlambatan. Persediaan berlebih juga menyembunyikan masalah ketidakseimbangan produksi, keterlambatan pengiriman dari pemasok, produk cacat, waktu turun mesin peralatan dan waktu *setup* yang lebih lama.

6. Gerakan yang tidak perlu (*Motion*)

Setiap gerakan yang dilakukan oleh karyawan selama melakukan pekerjaan mereka yang bukan gerakan yang memberi nilai tambah pada komponen, seperti mencari, meraih, menumpuk komponen, alat, berjalan juga merupakan pemborosan dan lain-lain.

7. Produk cacat (*Deffect*). Produksi komponen yang cacat atau yang memberikan perbaikan. Perbaikan atau pengerjaan ulang, barang rongsokan, memproduksi barang pengganti dan inspeksi berarti penanganan, waktu dan upaya yang sia-sia.

Ada banyak metode dalam *lean manufacturing* yang digunakan untuk mengurangi pemborosan tersebut, Anvar dan Irranejad (2010) mengemukakan bahwa salah satu metode *lean manufacturing* yang digunakan untuk memahami kondisi saat ini dan menemukan potensi perbaikan dalam rangka mengurangi dan menghilangkan pemborosan adalah *value stream mapping*.

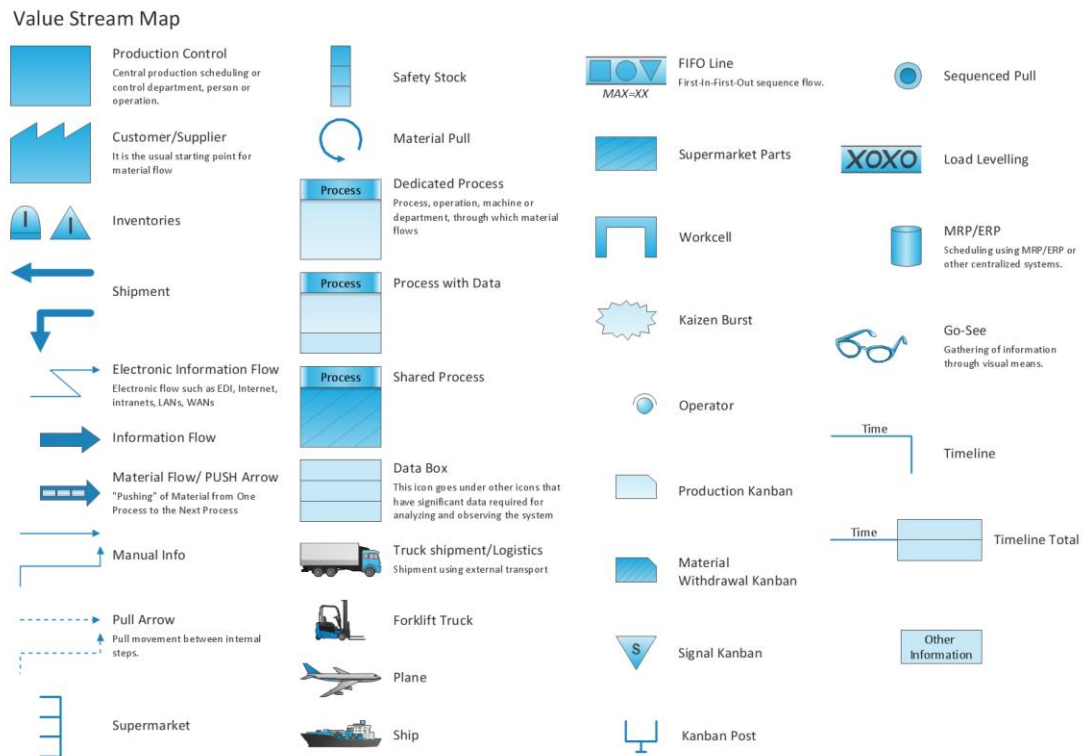
2.4 Value Stream Mapping

2.4.1 Definisi Value Stream Mapping (VSM)

Value stream mapping adalah semua tindakan (*value added* dan *non value added*) saat ini diperlukan untuk membawa produk melalui aliran utama untuk setiap produk: (1) aliran produksi dari aliran bahan baku sampai ke pelanggan dan (2) aliran design dari konsep sampai kepeluncuran (Rother & Shook, 2003).

2.4.2 Simbol Value Stream Mapping

Simbol-simbol yang digunakan untuk membuat *value stream* diantaranya adalah :



Gambar 2.1 Simbol Value Stream Mapping

Sumber: Magnier, 2003

2.4.3 Value Stream Mapping (VSM)

Pemetaan *value stream* adalah visualisasi yang menggambarkan semua langkah, pekerjaan atau aktivitas didalam proses dan mendokumentasikan langkah-langkah dari mulai awal proses sampai akhir proses (George, 2002). Pemetaan ini dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi terkini dari proses dan digunakan untuk mendapatkan langkah-langkah yang mempunyai nilai dan tidak mempunyai nilai tambah. Sebuah langkah yang mempunyai nilai tambah adalah karena salah satunya berdampak langsung terhadap persepsi pelanggan terhadap produk tersebut menurut George dalam Fawaz (2003).

Tujuan pemetaan ini adalah untuk mengidentifikasi seluruh jenis pemborosan di sepanjang *value stream* dan untuk mengambil langkah dalam upaya mengeliminasi pemborosan tersebut. Mengambil langkah ditinjau dari segi *value stream* berarti

bekerja dalam satu lingkup gambar besar (bukan proses-proses *individual*), dan memperbaiki keseluruhan aliran dan bukan hanya mengoptimalkan aliran secara sepotong-sepotong. Hal ini memunculkan suatu bahasa yang umum digunakan dalam proses produksi, dengan demikian akan mampu memfasilitasi keputusan yang lebih matang dalam memperbaiki *value stream*.

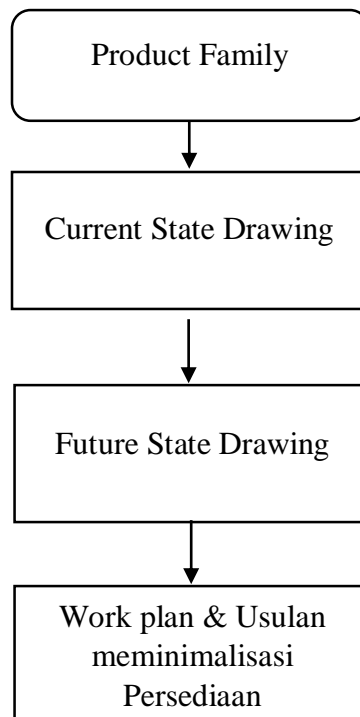
Proses *value stream mapping* akan mengungkapkan bahwa sejumlah besar kegiatan yang ada yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses saat ini. Kegiatan ini untuk mengkonsumsi sumber daya keuangan dan manusia dan membuat *lead time* lebih panjang namun tidak memberikan nilai tambah. Namun, beberapa kegiatan ini benar-benar perlu dalam proses, oleh sebab itu idenya adalah untuk meminimalkan dampaknya (Tinoco, 2004)

Value stream maps mencerminkan pandangan yang luas dari proses, biasanya dari pemasok *eksternal* sampai pelanggan *eksternal* pada fasilitas yang diberikan. Secara luas *value stream maps* mengambil pandangan yang lebih luas dan seringkali menggabungkan dua tingkat dan tiga tingkat pemasok dan *distributor* (Lee & Snyder, 2006).

Value stream mapping dapat menjadi alat komunikasi, alat perencanaan bisnis dan alat untuk mengelola proses perubahan perusahaan (Rother & Shook, 2003). Membuat *value stream maps* akan memungkinkan perusahaan untuk mendokumentasi *lead time* proses saat ini, tingkat *inventory* dan *cycle time* dalam rangka untuk menentukan rasio *value added* untuk *lead time* total produk *family* yang dianalisis, menciptakan visi dari aliran nilai yang ideal. *Value stream mapping* awalnya mengikuti langkah-langkah yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.

Rother & Shook dalam bukunya “belajar untuk melihat (*Learning To See*)” mengatakan bahwa, langkah pertama adalah gambar kondisi saat ini, yang dilakukan dengan mengumpulkan informasi dilantai pabrik. Ini menyediakan informasi yang kita butuhkan untuk mengembangkan keadaan masa depan yang upaya tumpang tindih. Ide-ide keadaan masa depan akan muncul karena kita melakukan pemetaan keadaan saat ini. Demikian juga, menggambarkan keadaan masa depan akan sering menunjukkan informasi penting keadaan saat ini yang kita telah abaikan.

Langkah terakhir adalah untuk mempersiapkan dan mulai aktif menggunakan rencana untuk meminimalisasi yang diskripsikan, pada satu halaman, bagaimana kita untuk merencanakan untuk mencapai keadaan masa depan. Kemudian, sebagai keadaan masa depan kita menjadi kenyataan, peta keadaan masa depan 21 yang baru harus digambar. Perbaikan yang berkesinambungan itu pada tingkat *value stream*. Harus selalu ada peta keadaan masa depan (Rother & Shook, 2003).



Gambar 2.2 Langkah-Langkah *Value Stream Mapping*

Sumber: Rother & Shook, 2003

I. Menentukan produk atau keluarga produk

Satu hal yang penting yang perlu dimengerti dengan jelas sebelum pembuatan *value stream mapping* adalah fokus terhadap salah satu keluarga produk. Tidak semua

produk dapat dipilih untuk memetakan aliran yang melewati pabrik. *Value stream mapping* berarti berjalan dan menggambar langkah-langkah proses (*material* dan informasi) dari salah satu keluarga produk dari pintu masuk barang sampai pintu keluar barang di pabrik. Dianjurkan untuk memilih salah satu *product family*, kelompok produk yang melewati langkah-langkah proses dan peralatan yang sama dalam *downstream* proses (Rother & Shook, 2003).

Beberapa produk dikatakan satu keluarga apabila melewati proses yang sama dan menggunakan fasilitas yang umum. Pada keluarga produk terdapat beberapa produk dan pemilihan produk yang akan dipetakan berdasarkan kepada beberapa pertimbangan seperti jumlah *output* perhari, *demand*, dan *frekuensi* dalam satu periode tertentu.

Menurut tapping dkk, ada 2 metode yang handal yang dapat memperkerjakan untuk membantu menentukan *value stream mapping* untuk target perbaikan:

a. Analisis kuantitas produk

Analisis kuantitas produk digunakan untuk melihat produk mana yang memiliki *volume* produksi tinggi, pada metode ini dibuat *pareto diagram* untuk lebih mengetahui produk mana yang mencapai 80% dari total produksi.

b. Analisis rute produk (*production process matrix*)

Production process matrix ini merupakan sebuah *matrix* yang berisi seluruh jenis produk yang berada dalam *value stream*

II. Peta Kondisi Sekarang (*Current State Mapping*)

Current State Mapping adalah sebuah peta dasar dari keseluruhan proses yang ada dan semua usulan perbaikan dapat muncul. *Current State Mapping* dapat memudahkan mengerti benar aliran proses dan *material* dari produk yang telah ditentukan. *Current State Mapping* ini akan menjadi dasar untuk membuat *future state mapping* (peta masa depan).

Setelah memilih produk tertentu atau *product family*, langkah berikutnya adalah menggambar peta keadaan saat ini untuk memahami cara lokakarya beroperasi

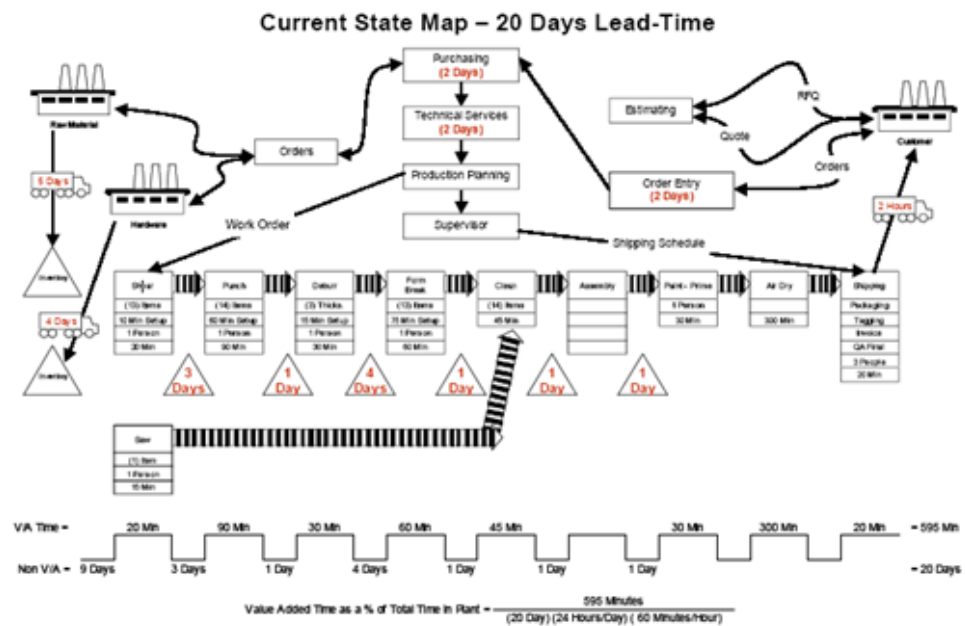
saat ini. Mengembangkan keadaan masa depan juga mulai dengan analisis situasi produksi saat ini (Rother & Shook, 2003).

Dalam rangka untuk mengamati dan memahami *value stream* dari *prespektif* pelanggan, disarankan untuk memulai dari titik dekat ke pelanggan dan cara kerja *upstream* melalui berbagai proses. Ketika menampilkan gambar keadaan saat ini, harus dilakukan dengan prosedur CSM umum.

Menurut Tapping dan Shuker (2002) langkah-langkah dari prosedur adalah sebagai berikut, dan ditunjukkan oleh gambar 2.2.

1. Untuk mulai dengan menggambar pelanggan *eksternal* (atau *internal*) dan pemasok dan daftar kebutuhan mereka perbulan.
2. Langkah selanjutnya adalah menggambar proses-proses dasar dalam urutan pesanan dalam *value stream* dengan gambar atribut proses, yaitu *cyle time*, *changeover time*, jumlah *operator*, waktu kerja yang tersedia, dan lain-lain.
3. Kemudian untuk menggambar waktu antri proses antara lain, misalkan berapa hari atau berapa jam komponen menunggu sampai proses selanjutnya.
4. Langkah berikut ini untuk menggambar semua komunikasi yang terjadi dalam *value stream*, aliran informasi.
5. Dan akhirnya, menggambar ikon push atau pull untuk mengidentifikasi *tipe* aliran kerja, yaitu aliran fisik.

Setelah semua data diperoleh dan diolah, maka *current state mapping* dapat digambar sesuai dengan data yang ada. contoh gambar *current state mapping* ditampilkan pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3 Current State Mapping (Magnier, 2003)

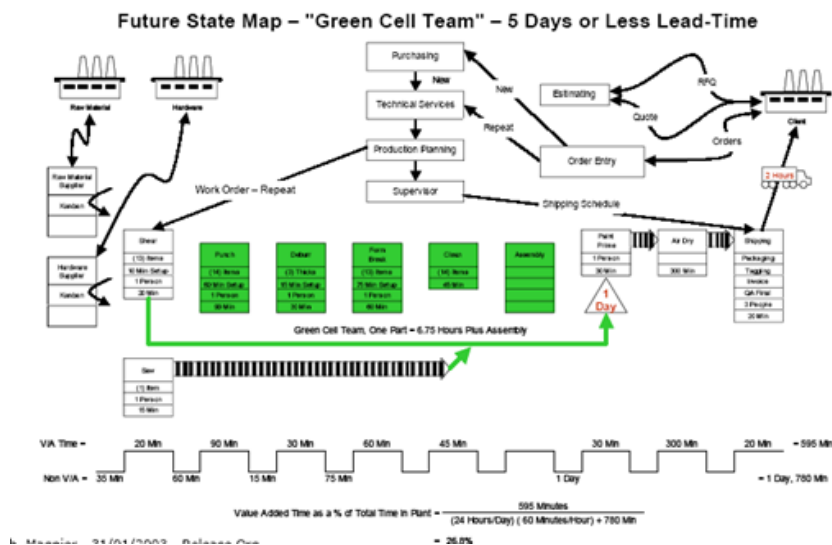
III. Future State Mapping (Peta Masa Depan)

Tujuan dari *value stream mapping* adalah untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi sumber *waste* dengan penerapan *future state mapping* yang dapat menjadi kenyataan dalam jangka waktu dekat. Tujuannya adalah membangun rantai produksi sesuai dengan konsep *lean* yaitu setiap proses terhubung langsung dengan *demand* dari pelanggan baik dengan *continous flow* atau dengan *pull system* dan setiap proses diusahakan seoptimal mungkin untuk memproduksi sesuai dengan apa yang diminta pelanggan dengan waktu dan jumlah yang tepat (Rother & Shock, 1999).

Terdapat masalah utama yang membuat *value stream* tidak *lean* yaitu *Over production* ini menyebabkan banyak sekali *waste* antara lain: *inventory* yang berlebihan, biaya pemeliharaan *inventory*, tempat untuk menaruh *inventory*, dan lainnya. Beberapa arahan dari *Toyota Production System* untuk penerapan *lean* dalam *value stream mapping*, yaitu:

1. Memproduksi sesuai takt time.
2. Membuat *continuous flow* dimanapun kemungkinannya
3. Menggunakan supermarket untuk mengontrol produksi jika *continuous flow* tidak memungkinkan
4. Merancang level produksi
5. Mengembangkan kemampuan untuk memproduksi setiap part perharinya.

Setelah menggambar current state mapping kita perlu menggambar *future state mapping* untuk melihat perbaikan. Berikut contoh *future state mapping* dapat dilihat pada gambar 2.3. dibawah ini:



Gambar 2.4 *Future State Mapping* (Magnier,2003)

IV. Merancang rencana perbaikan

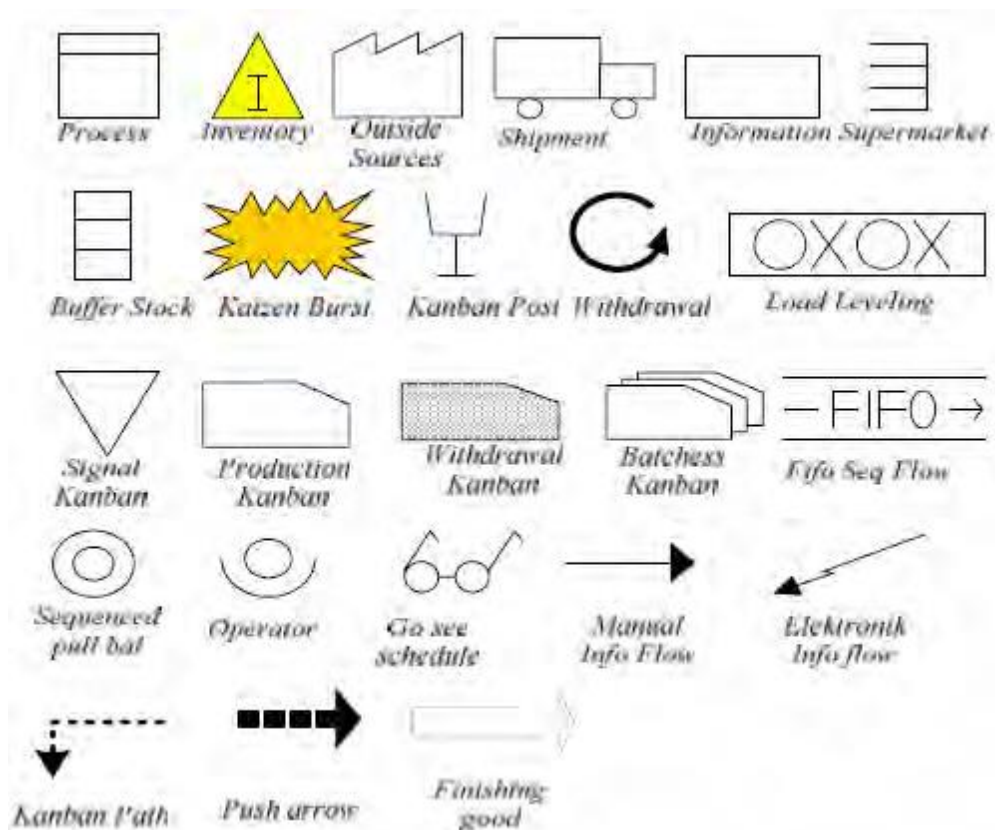
Perancangan Rencana usulan dari perbaikan yang telah dibuat memerlukan beberapa *material* seperti peta masa depan yang telah dibuat dan sebuah rencana tahunan *value stream*. Rencana usulan ini dimulai dengan memecah rencana kedalam beberapa tahap atau beberapa bagian yang ada dalam alur proses produksi tersebut. Setelah di *breakdown* dibuat desain penerapannya pada sistem dan kapan waktunya. *Breakdown*

ini ditulis pada lembar rencana kerja tahunan beserta dengan pencapaiannya ketika sudah diimplementasikan.

Satu hal penting yang perlu diingat dalam penerapan perbaikan ini adalah selalu mempraktekkan konsep *kaizen* (*continous improvement*) secara terus menerus untuk mengeliminasi *waste*, mengurangi ukuran *lot*, mengurangi tingkat persediaan pada supermarket, dan memperhatikan *continous flow* pada setiap proses yang ada dalam *value stream mapping*.

2.5 Value Stream Analysis Tools (Valsat)

Hines & Rich (1997) mengembangkan tool yaitu VALSAT harapannya adalah untuk mempermudah pemahaman terhadap *value stream* yang ada dan mempermudah untuk membuat perbaikan yang berhubungan dengan pemborosan (*waste*) yang terdapat didalam *value stream*. Menurut Gazpers (2007) definisi *value stream* adalah proses yang membuat, memproduksi, dan menyerahkan produk (barang atau jasa) ke pasar. Untuk proses pembuatan barang, *value stream* meliputi *procurement*, manufaktur dan perakitan-barang serta jaringan distribusi kepada penggunaan barang tersebut. *Value stream analysis tools (VALSAT)* adalah alat yang bisa digunakan untuk memetakan secara detail dan terperinci sebuah pemborosan (*waste*) pada aliran nilai (*value stream*) yang fokus di *value adding process*. Berikut ini beberapa contoh *symbol icon* pada *value stream mapping* :



Gambar 2.5 Template value stream mapping

2.5.1 Seven Mapping tools

Tujuh detail mapping tools yang memiliki kemampuan dan manfaat masing-masing untuk menemukan pemborosan (*waste*). Setiap alat mempunyai bobot *low*, *medium* dan *high* sesuai dengan ketentuan peringkatnya, dan sekaligus menunjukkan skor yang dapat mengindikasikan besar kecilnya pengaruh pemborosan (*waste influence*) pada *mapping* yang dipilih. Tujuh *mapping tool* akan dijelaskan dibawah ini :

1. Process Activity Mapping

Process ini memiliki 5 langkah yang diperlukan

- Mempelajari aliran proses
- Mengidentifikasi pemborosan

- Mempertimbangkan kemungkinan penataan ulang pola aliran termasuk layout
- Mempertimbangkan apakah semua aktivitas yang dilakukan diperlukan atau tidak.
- Mempertimbangkan dampak yang terjadi bila ada aktivitas yang tidak diperlukan itu ditiadakan.

Process activity mapping akan memberikan gambaran aliran fisik dan informasi, waktu yang diperlukan untuk setiap aktivitas, jarak yang ditempuh dan tingkat persediaan produk dalam setiap tahap produksi. Kemudahan tingkat identifikasi aktivitas terjadi karena adanya penggolongan aktivitas menjadi empat jenis yaitu *inspeksi, delay, transportasi dan inventory*. Operasi dan inspeksi merupakan aktivitas yang bersifat *value added*. Sedangkan transportasi dan penyimpanan berjenis penting tapi tidak bernilai tambah. Seperti *delay* termasuk aktivitas yang dihindari karena itu termasuk aktivitas yang tidak bernilai tambah.

2. *Supply Chain Response Matrix*

Alat yang digambarkan untuk mengetahui kondisi *lead time* untuk setiap proses dan jumlah persediaan. Penggunaan alat ini untuk memantau peningkatan dan penurunan *lead time* (waktu distribusi) dan jumlah persediaan di setiap aliran *supply chain* yang dapat dilakukan. Diharapkan dengan penggunaan alat ini manajer distribusi akan lebih mudah untuk mengetahui area mana yang sebaiknya distribusi dapat direduksi *lead time* dan dikurangi jumlah persediaannya

3. *Production Variety Funnel*

Alat yang memantau dan menganalisa sistem operasi *internal* perusahaan meliputi aplikasi dengan pola tertentu yang kegunaannya untuk menentukan langkah-langkah yang dapat mereduksi *inventory* dan perbaikan *inventory*. Sedangkan untuk mengetahui area mana yang terjadi *bottle neck*, mulai dari input bahan baku hingga proses barang jadi sampai ke tangan konsumen. Berikut ada beberapa karakteristik yang dapat dirumuskan karena

terdapat perbedaan proses dalam masing-masing industri dengan *Production Variety Funnel*, yaitu :

- a) Model pabrik “I” adalah jenis pabrik yang produksinya cenderung tidak berubah dari item produk yang beragam seperti industri kimia.
- b) Model pabrik “V” adalah pabrik yang jumlah material bahan bakunya terbatas tetapi varian produknya banyak, seperti industry tekstil dan metal
- c) Model pabrik “A” adalah pabrik yang jumlah material bahan bakunya banyak tetapi produknya cuman sedikit atau terbatas seperti industry pesawat terbang.
- d) Model pabrik “T” adalah pabrik yang barang produk jadinya relative beragam dari jumlah komponen terbatas, seperti industry elektronik dan rumah tangga

4. *Quality Filter Mapping*

Alat yang digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan yang berhubungan dengan kualitas yang timbul dalam SC (supply chain). Mapping ini menggambarkan 3 cacat produk dengan kualitas yang berbeda. Yaitu : *product defect*, *service defect*, dan *scrap defect*. *Service defect* adalah masalah yang bisa ditentukan oleh konsumen pada saat pemakaian produk akan tetapi tidak secara langsung berhubungan dengan produk yang dihasilkan tetapi lebih focus kepada pelayanan yang diberikan kepada perusahaan saat membeli produk. *Scrap defect* adalah cacat yang berhasil dideteksi pada saat melakukan inspeksi.

5. *Demand Amplifying Mapping*

Alat yang digunakan untuk mengukur perubahan permintaan (*demand*) sepanjang rantai pasok pada periode waktu yang bervariasi yang dapat digunakan untuk dasar pengambilan keputusan dan menganalisa keadaan fluktuasi kedepan sehingga dapat mengatur penerimaan permintaan sesuai dengan kebutuhan dan dapat dikendalikan.

6. *Decision Point Analysis*

Tools ini bisa di gunakan pada pabrik yang menghasilkan produk jadi yang beragam dari jumlah komponen yang terbatas seperti industry elektronik dan rumah tangga. Adanya informasi tentang koordinat keputusan dimana kegunaannya agar memahami dimana terjadi kekeliruan penentuan titik kordinat sebuah keputusan. Untuk jarak pendek , informasi yang ada memungkinkan memprediksi proses yang beroperasi dari

hulu ke hilir atau sebaliknya dari titik koordinat yang ada kemudian untuk kegunaan jangka panjang, informasi yang ada memungkinkan untuk mendesain rencana jangka panjang yang dapat melihatkan operasi aliran nilai (*value stream*) bila titik koordinatnya berubah.

7. *Physical Structure*

Tools ini digunakan untuk mengetahui fakta apa yang terjadi pada aliran rantai pasok secara keseluruhan dan mengetahui dimana level industry tersebut. Kegunaan lainnya adalah untuk mengapresiasi proses industri, bagaimana perusahaan beroperasi, dan dapat memantau secara langsung area yang memerlukan perhatian khusus agar dapat dikembangkan secara berkelanjutan. Ada dua tipe *physical structure* menurut Hines dan Rich (2001) yaitu struktur volume dan struktur biaya. Untuk struktur volume menunjukkan sebuah struktur industri antara area *supplier* dan distribusi dengan variasi yang bertingkat. Kemudian struktur biaya menggambarkan biaya yang dikeluarkan dari perusahaan mulai dari bahan baku sampai biaya perakitan serta memiliki hubungan langsung dengan proses yang terjadi di perusahaan dengan karakteristik *value added*.

Pada tabel dibawah ini terlihat sebuah keterkaitan antara ketujuh *tools value streaming add* dengan ketujuh pemborosan (*waste*). Hasil antara keterkaitan tersebut dapat digunakan untuk memilih *tools* yang tepat untuk memetakan *waste*, tabel yang menggambarkan keterkaitan tersebut disebut dengan tabel VALSAT (*Value Streaming Analysis Tools*).

Tabel 2.1 *Value Streaming Analysis Tools (VALSAT)*

<i>Waste</i>	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
<i>Over production</i>	L	M		L	M	M	
<i>Waiting</i>	H	H	L		M	M	
<i>Transportasi</i>	H					L	L
<i>Innapropriate processing</i>	H		M	L		M	
<i>Inventory</i>	M	H	M		H	M	L
<i>Motion</i>	H	L		H			
<i>Defect</i>	L						

Keterangan Tabel :

H (*High Correlation and Usefullness*) Faktor pengali = 9

M (*Medium Correlation and Usefullness*) Faktor pengali = 3

L (*Low Correlation and Usefullness*) Faktor pengali = 1

2.6 Kegiatan-Kegiatan *Value added* Dan *Non Value Added*

Proses transformasi bahan baku menjadi barang jadi adalah tujuan dari setiap perusahaan *manufacturing* (Davy, 2009). Proses yang membuat bahwa *transformasi* yang mungkin adalah hasil dari dua kegiatan yang berbeda, kegiatan yang memberi nilai tambah dan kegiatan yang tidak memberi nilai tambah. Nilai tambah kegiatan adalah dianggap tindakan dan unsur-unsur proses informasi yang dicapai dan menambah nilai produk dari *perspektif* pelanggan. Kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah adalah elemen proses yang tidak menambah nilai produk dari *perspektif* pelanggan seperti menunggu bahan dan memindahkan bahan

Pelanggan, sejauh lean bersangkutan adalah orang atau *entitas* yang menerima dari produk atau jasa yang dihasilkan. Banyak anggapan, pelanggan adalah bisnis yang lain. Bagi yang lain pelanggan adalah seseorang di dalam bisnis mereka sendiri. Kadang-kadang pelanggan adalah *individu* tertentu, waktu tertentu, pelanggan adalah kelompok atau tim, tetapi dalam hal apapun pelanggan adalah orang yang menempatkan nilai pada *output* produk (Sayer & Williams, 2007).

Diperusahaan terakhir telah terfokus pada langkah-langkah nilai tambah. Tujuannya adalah untuk mengurangi komponen nilai tambah dari *lead time* dan tidak terlalu banyak perhatian terhadap kegiatan yang tidak memberi nilai tambah. Hari ini, *lean manufacturing* berusaha untuk meningkatkan sebanyak mungkin nilai tambah komponen dari *lead time*, tetapi fokus pertama adalah mengurangi komponen yang tidak memberi nilai tambah dari *lead time*.

2.7 FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*)

FMEA merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan memberikan prioritas kegagalan potensial yang terjadi pada sebuah proses atau produk (Kmenta, 2000). Tradisional FMEA menggunakan 3 faktor yaitu *occurance*, *severity*, dan *detection* untuk menentukan *Risk Priority Number* (RPN). Pada dasarnya FMEA terdiri dari 3 fase utama yaitu:

Tabel 2.3 Penjelasan FMEA

<i>FMEA task</i>	<i>Result</i>
<i>Identify Failures</i>	<i>Describe Failures:</i>
	<i>Causes → Failure Mode → Effects</i>
<i>Priority Failures</i>	<i>Asses Risk Priority Number (RPN)</i>
	<i>RPN = Failur occurance x effect severity x detection dificulty.</i>
<i>Reduce Risk</i>	<i>Reduce Risk Through : realibility, test plans, manufacturing changes, inspection, etc.</i>

(Sumber: Kmenta, 2000)

Pada *reverence manual* yang digunakan *Daimler Chrysler Coerporation*, *Ford Motor Company* dan *General Motor Corporation*, FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) didefinisikan sebagai suatu kumpulan aktivitas sistematis yang bertujuan:

1. Untuk mengetahui dan mengevaluasi potensial kegagalan (*potensial failure*) dari produk maupun proses dan efek yang dapat ditimbulkan dari kegagalan tersebut.
2. Mengidentifikasi tindakan-tindakan (*action*) yang dapat mengurangi kesempatan terjadinya kegagalan
3. Mendokumentasikan seluruh proses

Dalam FMEA ada 3 faktor yang dinilai terkait dengan resiko yang secara standar ditetapkan sebagai faktor yang setara dengan perkalian *likelihood* dan *consequence*, yaitu:

1. *Severity* (S)

Merupakan tingkat dampak yang disebabkan oleh mode kegagalan atau kejadian resiko.

Tabel 2.4 *Severity*

Rating	Kriteria	Deskripsi
1	Negligible Severity	Pengaruh buruk yang dapat diabaikan
2	Mild Severity	Pengaruh buruk yang ringan/sedikit
3	Mild Severity	Pengaruh buruk yang moderat (masih berada dalam batas toleransi)
4	Moderat Severity	Pengaruh buruk yang moderat (masih berada dalam batas toleransi)
5	Moderat Severity	Pengaruh buruk yang moderat (masih berada dalam batas toleransi)
6	Moderat Severity	Pengaruh buruk yang moderat (masih berada dalam batas toleransi)
7	High Severity	Pengaruh buruk yang moderat (berada diluar batas toleransi)
8	High Severity	Pengaruh buruk yang moderat (berada diluar batas toleransi)
9	Potensial Safety Problem	Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya
10	Potensial Safety Problem	Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya.

Sumber: Gaspersz (2002)

2. Detectability/Detection (D)

Merupakan tingkat kemampuan mendeteksi kegagalan sebelum dampak kegagalan tersebut benar-benar terjadi

Tabel 2.5 Detection

Rating	Kriteria	Frekuensi Kejadian
1	Metode pencegahan sangat efektif. Tidak ada kesempatan bahwa penyebab mungkin muncul	1 dalam 100.000 item
2	Kemungkinan penyebab terjadi dangat rendah	1 dalam 10.000 item
3	Kemungkinan penyebab terjadi dangat rendah	5 dalam 10.000 item
4	Kemungkinan penyebab kejadian bersifat <i>moderate</i> .	1 dalam 1.000 item
5	Kemungkinan penyebab kejadian bersifat <i>moderate</i> .	2 dalam 1.000 item
6	Kemungkinan penyebab kejadian bersifat <i>moderate</i> .	5 dalam 1.000 item
7	Kemungkinan penyebab kejadian masih tinggi	1 dalam 100 item
8	Kemungkinan penyebab kejadian masih tinggi	2 dalam 100 item
9	Kemungkinan penyebab kejadian sangat tinggi	5 dalam 100 item
10	Kemungkinan penyebab kejadian sangat tinggi	10 dalam 100 item

Sumber: Gaspersz (2002)

3. Occurance (O)

Merupakan tingkat probabilitas atau frekuensi kegagalan dapat terjadi

Tabel 2.6 Occurance

Rating	Tingkat Kegagalan	Deskripsi
1	1 dalam 1,000,000	Tidak mungkin bahwa penyebab nilai yang mengakibatkan mode kegagalan
2	1 dalam 20,000	Kegagalan ini jarang terjadi
3	1 dalam 4,0000	Kegagalan ini jarang terjadi
4	1 dalam 1,000	Kegagalan ini agak mungkin terjadi
5	1 dalam 400	Kegagalan ini agak mungkin terjadi
6	1 dalam 80	Kegagalan ini agak mungkin terjadi
7	1 dalam 40	Kegagalan ini sangat mungkin terjadi
8	1 dalam 20	Kegagalan ini sangat mungkin terjadi
9	1 dalam 8	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi
10	1 dalam 2	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi

Sumber: Gaspersz (2002)

FMEA mempunyai tujuan yaitu untuk menentukan penyebab ragam kegagalan dan apa yang dapat dilakukan untuk mengeliminasi atau mengurangi kesempatan kegagalan.

2.8 Penelitian Terdahulu

Referensi penelitian tugas akhir yang berkaitan dengan upaya peningkatan kualitas dan digunakan sebagai acuan antara lain penelitian yang dilakukan oleh :

1. Romadhon (2014). Telah melakukan penelitian tentang “penerapan *lean six sigma* pada proses produksi pupuk phonska di PT. Petrokimia Gresik “. Dari hasil kuisisioner yang telah dia sebarakan diperoleh *waste* kritis antara lain *defect*, *transportasi* dan *waiting* yang dapat menghemat kelancaran proses produksi. Penelitian ini berupaya untuk mengidentifikasi *waste* yang berpengaruh

terhadap kualitas produk pupuk Phonska beserta penyebabnya dan juga memberikan usulan penerapan metode perbaikan kualitas di PT. Petrokimia Gresik. Pendekatan yang dipakai adalah pendekatan *lean six sigma* dengan pemahaman kondisi perusahaan digambarkan dalam *Big Picture Mapping*, pemborosan diidentifikasi dengan kuisioner seven waste, lalu dilakukan pemetaan secara detail dengan VALSAT dari hasil penyebaran kuisioner. Didapatkan jenis pemborosan yang terjadi rata-rata adalah *defect* (4,64), *waiting* (3,71), *Transportasi* (2,43). Skor rata-rata dari kuisioner tersebut dikonversikan kedalam matrik VALSAT, didapatkan *mapping tools* yang dominan yaitu *process activity mapping* (106,73), *Supply chain response matrix* (64,24) *Quality Filter mapping* (46,04)

2. Hardianza (2016), telah melakukan penelitian tentang “implementasi *lean manufacturing* dengan metode *value stream mapping* pada PT.X berdasarkan identifikasi di PT.X di produksi *twinbed* data output produksi di produksi *twinbead* tidak stabil seperti adanya kelebihan permintaan produksi dan mengindikasikan adanya cacat produk seperti ketidakpresisian hasil spring sebesar 0,6%, proses pendinginan busa yang memakan waktu sehingga kualitas busa tidak maksimal, kualitas kayu yang kekuatannya berbeda-beda, alur distribusi pengiriman WIP yang tidak efisien waktu yang pada akhirnya membyat lead time produksi menjadi panjang dan tidak efektif. Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggunaan metode *lean manufacturing*, *value stream mapping* (vsm). Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan jenis pemborosan yang paling sering terjadi adalah *inventory* (17%), *Transportation* (16%), *Defect* (15%). Dan mapping tool yang digunakan berdasarkan hasil skor matrik adalah *process activity mapping* (35%) *supply chain response matrix* (21%).