

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Definisi Pemeliharaan**

Pengertian pemeliharaan atau perawatan (*maintenance*) adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang atau memperbaikinya, sampai pada suatu kondisi yang bisa diterima. Pengertian lain dari pemeliharaan adalah kegiatan menjaga fasilitas – fasilitas dan peralatan pabrik serta mengadakan perbaikan atau penyesuaian yang diperlukan agar tercapai suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan dan sesuai dengan yang direncanakan (Assauri,2008). Selain itu menurut Sudrajat (2011), *Maintenance* dapat didefinisikan sebagai suatu aktifitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas pemeliharaan suatu fasilitas agar fasilitas tersebut dapat berfungsi dengan baik dalam kondisi siap pakai.

Industri tidak hanya harus memproduksi barang yang dapat dijual namun juga harus dapat menandingi persaingan pasar dengan membuat produk yang berkualitas dengan harga yang pantas dan diserahkan kepada konsumen dalam waktu yang tepat. Untuk mewujudkan hal tersebut antara lain menerapkan proses – proses baru, mengadakan inovasi produk baru dan menemukan metode baru. Hal ini merupakan tantangan untuk bagian pemeliharaan agar dapat terus berkembang dan mendukung kesiapan serta keandalan pabrik.

#### **2.2. Tujuan Pemeliharaan**

Kegiatan pemeliharaan peralatan dan fasilitas mesin tentu memiliki tujuan. Tujuan –tujuan tersebut menurut Assauri (2008) adalah:

1. Memperpanjang usia kegunaan aset.
2. Menjamin ketersediaan peralatan dan kesiapan operasional perlengkapan

- serta peralatan yang dipasang untuk kegiatan produksi.
3. Membantu mengurangi pemakaian atau penyimpangan diluar batas serta menjaga modal yang ditanamkan selama waktu yang ditentukan.
  4. Menekan tingkat biaya perawatan serendah mungkin dengan melaksanakan kegiatan perawatan secara efektif dan efisien.
  5. Memenuhi kebutuhan produk dan rencana produksi tepat waktu.
  6. Meningkatkan ketrampilan para supervisor dan operator melalui kegiatan pelatihan yang diadakan.
  7. Meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja karyawan.

### 2.3. Jenis-Jenis Perawatan

Terdapat beberapa jenis perawatan/pemeliharaan menurut Assauri (2008) yaitu:

#### A. Perawatan Terencana (*Planned Maintenance*)

Adalah perawatan yang dilakukan secara terorganisasi dan sesuai dengan rencana perawatan yang telah dibuat sebelumnya. Perawatan ini dibedakan menjadi dua yaitu:

##### 1. Perawatan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan – kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. Dengan demikian semua fasilitas produksi yang mendapatkan perawatan pencegahan akan terjamin kelancaran kerjanya dan akan selalu diusahakan dalam kondisi yang siap setiap saat. Berdasarkan hal tersebut maka memungkinkan pembuatan suatu rencana jadwal perawatan dan rencana produksi yang lebih tepat dan efektif dalam menghadapi fasilitas – fasilitas produksi yang termasuk kedalam golongan *critical unit*.

Sebuah fasilitas atau peralatan produksi akan termasuk dalam golongan *critical unit* apabila:

- a. Kerusakan fasilitas atau peralatan produksi akan membahayakan keselamatan atau kesehatan para pekerja.
- b. Kerusakan fasilitas akan mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan.
- c. Kerusakan fasilitas tersebut akan menyebabkan kemacetan seluruh proses produksi.
- d. Modal yang ditanamkan dalam fasilitas tersebut cukup besar atau mahal.

## 2. Perawatan Perbaikan (*Corrective Maintenance*)

Yaitu kegiatan perawatan yang dilakukan setelah sistem mengalami kerusakan atau tidak dapat berfungsi lagi dengan baik. Kegiatan perawatan ini sering juga disebut sebagai kegiatan reparasi/perbaikan (*Repair Maintenance*), yang biasanya terjadi karena kegiatan perawatan pencegahan tidak dilakukan sama sekali. Secara sepintas, biaya perawatan perbaikan akan lebih kecil daripada mengadakan perawatan pencegahan. Hal ini benar selama kerusakan tidak terjadi pada saat fasilitas/peralatan produksi sedang dioperasikan, karena apabila kerusakan terjadi saat operasi berlangsung maka selain biaya perbaikan kerusakan, perlu juga diperhitungkan biaya penundaan produksi. Kerusakan tersebut juga akan memberikan andil terhadap umur peralatan dalam jangka waktu yang panjang. Oleh karena itu, perawatan pencegahan dianggap lebih menguntungkan daripada hanya melaksanakan perawatan perbaikan saja.

## B. Perawatan Tak Terencana (*Unplanned Maintenance*)

Perawatan tak terencana adalah bentuk perawatan darurat yang dapat

didefinisikan sebagai perawatan yang perlu segera dilakukan untuk mencegah akibat yang lebih serius, seperti hilangnya waktu untuk berproduksi, kerusakan besar pada peralatan dan biaya perbaikan.

## 2.4. Konsep – Konsep Pemeliharaan

### 2.4.1. Konsep Keandalan (*Reliability*)

Adalah probabilitas suatu komponen atau sistem akan beroperasi sesuai dengan fungsi yang ditetapkan dalam jangka waktu tertentu ketika digunakan dalam kondisi operasional tertentu. Keandalan juga berarti kemampuan suatu peralatan untuk bertahan dan tetap beroperasi sampai batas waktu tertentu. (Ebeling, 1997).

### 2.4.2. Konsep Keterawatan (*Maintainability*)

Adalah probabilitas suatu komponen atau sistem yang rusak akan diperbaiki atau dipulihkan kembali pada kondisi yang telah ditentukan selama periode waktu tertentu dimana dilakukan perawatan sesuai dengan prosedur yang seharusnya. Keterawatan suatu peralatan dapat didefinisikan sebagai probabilitas peralatan tersebut untuk bisa diperbaiki pada kondisi tertentu dalam periode waktu tertentu. (Ebeling, 1997).

### 2.4.3. Konsep Ketersediaan (*Availability*)

Ketersediaan (*availability*) adalah probabilitas suatu komponen atau sistem menunjukkan kemampuan yang diharapkan pada suatu waktu tertentu ketika dioperasikan dalam kondisi operasional tertentu. Ketersediaan juga dapat diinterpretasikan sebagai persentase waktu operasional sebuah komponen atau sistem selama interval waktu tertentu.

Ketersediaan berbeda dengan keandalan, dimana ketersediaan adalah probabilitas komponen berada dalam kondisi tidak mengalami kerusakan

meskipun sebelumnya komponen tersebut telah mengalami kerusakan dan diperbaiki atau dipulihkan kembali pada kondisi operasi normalnya. Oleh karena itu, ketersediaan sistem tidak pernah lebih kecil daripada kendalan sistem. Ketersediaan mengandung dua komponen utama yaitu keandalan (*reliability*) dan keterawatan (*maintainability*). Tingkat keandalan yang rendah dapat diimbangi dengan usaha peningkatan perawatan sehingga tingkat kecepatan aksi perawatan berpengaruh terhadap tingkat ketersediaan sistem. Seperti halnya pada keandalan dan keterawatan, ketersediaan merupakan probabilitas sehingga teori probabilitas dapat digunakan untuk menghitung nilai ketersediaan, (Ebeling, 1997).

## 2.5. Konsep *Preventive Maintenance*

Konsep *Preventive Maintenance* pertama kali diterapkan di Jepang pada tahun 1971. Konsep ini mencakup semua hal yang berhubungan dengan *maintenance* dengan segala implementasinya di lapangan. Konsep ini mengikutsertakan pekerja dari bagian produksi untuk ambil bagian dalam kegiatan *maintenance* tersebut. Dengan demikian maka diharapkan terjadi kerjasama yang baik antara bagian *maintenance* dan bagian produksi.

*Preventive Maintenance* dapat diartikan sebagai suatu pengamatan secara sistematis disertai analisis ekonomik untuk menjamin berfungsinya suatu peralatan produksi dan memperpanjang umur peralatan yang bersangkutan.

Tiga dasar utama dalam *maintenance* adalah :

### 1. Membersihkan (*cleaning*)

Pekerjaan pertama yang paling mendasar adalah membersihkan peralatan / mesin dari debu maupun kotoran – kotoran lain yang dianggap tidak perlu. Debu tersebut akan menjadi inti bermulanya proses kondensasi dari uap air yang berada di udara. Pekerjaan membersihkan akan sangat baik apabila dilaksanakan secara periodik dan dengan disiplin tinggi dengan

menyesuaikan dinamika operasi mesin/peralatan bersangkutan.

### 2. Memeriksa (*inspection*)

Pekerjaan kedua adalah memeriksa bagian – bagian dari mesin yang dianggap perlu. Pemeriksaan terhadap unit instalasi mesin perlu dilakukan secara teratur mengikuti suatu pola jadwal yang sudah diatur.

### 3. Memperbaiki (*repair*)

Pekerjaan selanjutnya adalah memperbaiki bila terdapat kerusakan – kerusakan pada bagian unit instalasi mesin sedemikian rupa sehingga kondisi unit instalasi tersebut dapat mencapai standard semula dengan usaha dan biaya yang wajar.

## 2.6. Pengertian *Lean Manufacturing*

### 2.6.1. Konsep Umum *Lean*

Secara terminologi *Lean* berarti rangkaian aktivitas atau solusi untuk mengeliminasi *waste*, mereduksi operasi *non-value added (NVA)* dan meningkatkan operasi *value added (VA)* (Wee, 2009).

*Lean* mulai dikenal luas dalam dunia manufacturing dewasa ini. *Lean* dikenal dalam berbagai nama yang berbeda, seperti: *Lean Production*, *Lean Manufacturing*, *Toyota Production System*, dan lain-lain. Sistem produksi *Lean* merupakan suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produksi (barang/jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*).

Menurut Gaspersz (2007) yang dikutip dari Daonil (2012), *lean* dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*), atau aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value-adding activities*) melalui peningkatan terus-menerus (*continuous improvement*) dengan cara mengalirkan produk (*material, work-in-process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*)

dari internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan.

Setelah memahami pengertian dasar dari *Lean*, maka dapat diketahui bahwa *Lean* mempunyai beberapa tujuan, antara lain :

1. Mengeliminasi pemborosan yang terjadi dalam bentuk waktu, usaha, dan material pada saat melakukan produksi.
2. Memproduksi produk sesuai pesanan dari konsumen.
3. Mengurangi biaya seiring dengan meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan.

Terdapat lima prinsip dasar dari *lean* menurut Gaspersz (2008) yaitu:

1. Mengidentifikasi nilai produk (barang dan/atau jasa) berdasarkan perspektif pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk (barang dan/atau jasa) berkualitas superior, dengan harga yang kompetitif pada penyerahan tepat waktu.
2. Mengidentifikasi *value stream mapping* (pemetaan proses pada *value stream*) untuk setiap produk (barang dan/atau jasa).
3. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang proses *value stream* ini.
4. Mengorganisasikan agar material, informasi, dan produk itu mengalir secara lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* menggunakan sistem tarik (*pull system*).
5. Mencari terus-menerus berbagai teknik dan alat-alat peningkatan (*improvement tools and technique*) untuk mencapai keunggulan (*excellence*) dan peningkatan terus-menerus (*continuous improvement*).

#### 2.6.2. Pengertian *Waste* (Pemborosan)

Pemborosan (*waste*), menurut Presiden Toyota terdahulu, *Fujio Cho*, adalah segala hal selain kebutuhan minimum dari alat, bahan, bagian, dan

pekerja (waktu kerja) yang sangat penting untuk produksi (Narusawa & Shook, 2008). Berdasarkan pengembangan definisi Fujio Cho, terdapat 7 pemborosan utama yang harus dihapuskan dari rantai pasokan, yaitu kelebihan produksi (*over production*), waktu menunggu (*waiting*), pengangkutan (*transporation*), proses yang berlebih (*over processing*), persediaan yang tidak perlu (*unnecessary inventory*), gerakan yang tidak perlu (*unnecessary motion*), dan cacat produksi (*defect*). *Waste* harus dihilangkan guna meningkatkan nilai produk dan selanjutnya meningkatkan *customer value* (Ahlstrom, 1998).

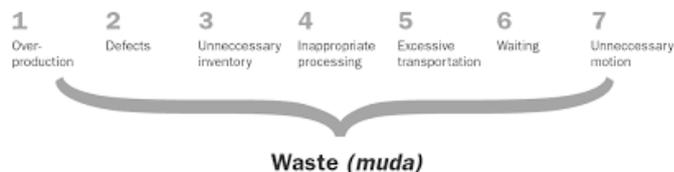
### 2.6.3. *Seven Waste*

Upaya menghilangkan *waste* menjadi hal penting, maka perlu identifikasi *waste* serta mengetahui *waste* seperti apa saja yang terjadi lebih awal. “Muda” merupakan istilah *waste* dalam bahasa jepang, sedangkan menurut Hines dan Taylor (2000;9) istilah lain ada *seven waste* yang diidentifikasi oleh Shigeo Shingo sebagai bagian dari Toyota Production System yaitu :

1. *Over Production* (Produksi berlebih), dapat berupa produksi yang terlalu banyak atau terlalu cepat sehingga mengakibatkan inventory yang berlebih serta terganggunya aliran informasi dan material. Hal tersebut menghambat kualitas dan produktivitas, serta produksi berlebih juga cenderung menyebabkan *lead time* dan *storage times*.
2. *Defects* (Kecacatan produk), berupa kesalahan pengerjaan dokumen, permasalahan pada kualitas produk yang dihasilkan, maupun *delivery performance* yang buruk. Misalnya: terdapat produk gagal yang diproduksi dan menjadikan sia-sia dikerjakan.
3. *Unnecessary Inventory* (Persediaan yang tak perlu), dapat berupa kuantitas *storage* yang berlebih serta *delay material* atau produk sehingga mengakibatkan peningkatan biaya dan penurunan kualitas

pelayanan terhadap *customer*. Misalnya: proses pengerjaan ulang akibat kesalahan yang timbul.

4. *Inappropriate processing* (Proses yang tidak tepat), dapat berupa terjadinya kesalahan proses produksi yang diakibatkan oleh kesalahan penggunaan *tools* dan atau kesalahan prosedur/sistem. Misalnya: transfer barang dengan wadah yang kecil membuat mengangkut terus-menerus dan pemanasan mesin yang kurang lama berakibat kemacetan dalam WIP.
5. *Excessive transportation* (Transportasi yang berlebihan), dapat berupa pemborosan waktu, tenaga, dan biaya akibat pergerakan yang berlebihan dari pekerja, informasi, dan atau material/produk. Misalnya: perpindahan barang masih manual.
6. *Waiting* (Waktu menunggu lama), dapat berupa ketidakaktifan dari pekerja, informasi, dan material atau produk dalam waktu yang relatif panjang sehingga mengakibatkan terganggunya aliran serta *lead times* produksi. Misalnya: tenaga kerja menunggu dalam proses produksi akibat mesin yang rusak, tenaga kerja menunggu melakukan produksi karena stok produk jadi yang masih banyak.
7. *Unnecessary motion* (Gerakan yang tak perlu), dapat berupa lingkungan kerja yang tidak kondusif sehingga mengakibatkan buruknya konsep ergonomi dalam proses kerja yang dilakukan. misalnya: membungkuk berlebihan dan barang yang sering kehabisan maupun hilang membuat pekerja mencarinya.



Gambar 2.1. *Seven Waste*

(Sumber: Hines & Taylor, 2000)

Selain itu, Hines & Taylor (2000) mendefinisikan tiga tipe aktivitas yang ada di setiap organisasi :

1. *Value adding activity* (Nilai Tambah)

Segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa yang memberikan nilai tambah dimata konsumen, maka konsumen mau membayar atas aktivitas tersebut. Contohnya seperti: sub-perakitan *parts*, penempatan bahan baku untuk produksi dan persiapan *painting body work*.

2. *Non-value adding activity* (Tidak menambahkan nilai)

Segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa yang tidak memberikan nilai tambah dimata konsumen. Aktivitas inilah murni yang disebut *waste* yang harus dijadikan target untuk segera dihilangkan. Contohnya: waktu tunggu, penumpukan produk yang sering, transfer barang dengan alat dan cara yang kurang tepat.

3. *Necessary non value adding activity* (Diperlukan tetapi tidak menambah nilai)

Segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa yang tidak memberikan nilai tambah dimata konsumen tetapi diperlukan dan di bawah prosedur operasi saat ini, kecuali apabila sudah ada perubahan pada proses yang ada. Contohnya meliputi: berjalan jarak jauh untuk mengambil *parts*, dan mentransfer alat dari satu tangan ke tangan lain secara manual.

#### 2.6.4. Penyebab Variasi dan Pemborosan di Tempat Kerja

Variasi adalah inkonsistensi atau variabilitas yang terjadi dalam proses sehingga menghasilkan cacat produk. Sedangkan pemborosan adalah segala aktivitas tidak bernilai tambah dalam proses, dimana aktivitas-aktivitas itu hanya

menggunakan sumber-sumber daya namun tidak memberikan nilai tambah kepada pelanggan (Gaspersz,2008).

Beberapa akar penyebab dari variasi dan pemborosan di tempat kerja menurut Gaspersz (2008) adalah:

- a. Tata letak pabrik dan kantor yang jelek,
- b. Waktu *setup* peralatan dan mesin yang panjang (lama),
- c. Organisasi tempat kerja yang jelek,
- d. Pelatihan yang tidak tepat dan/atau tidak cukup,
- e. Metode kerja yang tidak standar,
- f. Tidak mengikuti prosedur-prosedur dan instruksi-instruksi kerja,
- g. Kapabilitas proses yang rendah secara statistik,
- h. Perencanaan yang buruk,
- i. Masalah-masalah kualitas material dengan pemasok,
- j. Peralatan pengukuran yang tidak akurat,
- k. Lingkungan kerja yang buruk (misalnya: lampu penerangan, panas, kelembaban, kebersihan dan kenyamanan, dll).

## 2.7. Value Stream Mapping (VSM)

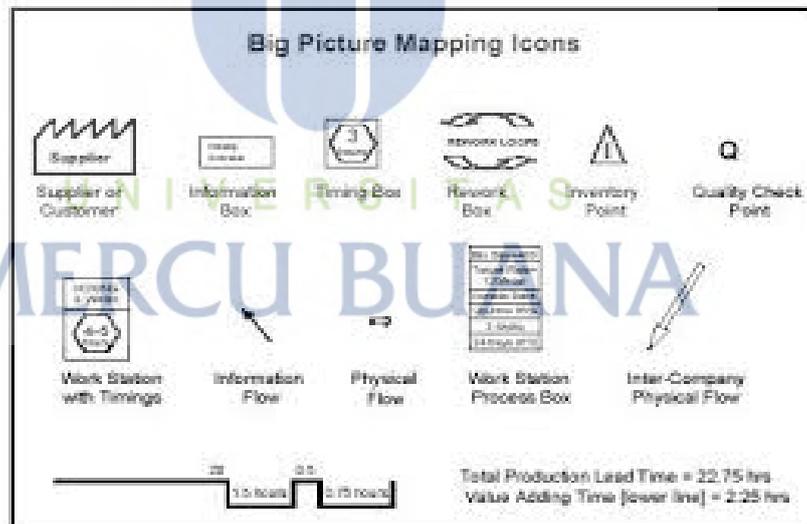
Berbagai alat dan teknik yang digunakan dalam pendekatan *lean manufacturing*, salah satu *tools* yang diadopsi dari sistem produksi Toyota yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi sumber terjadinya *waste* adalah *Value Stream Mapping* (VSM), yaitu untuk menggambarkan sistem secara keseluruhan sepanjang aliran *value stream* yang ada di dalamnya. Berdasarkan *tools* ini, informasi tentang aliran informasi dan aliran fisik dalam sistem dapat diperoleh. Selain itu kondisi sistem produksi seperti *lead time* yang dibutuhkan juga dapat digambarkan dari masing-masing karakteristik proses yang terjadi (Waluyo, 2010).

*Tools Value Stream Mapping* mampu menunjukkan *error* dalam suatu gambaran aliran proses yang menunjukkan siklus waktu produksi pada *current state value stream mapping* dan digunakan untuk membuat kondisi yang ideal pada *future*

*state value stream mapping* juga merupakan suatu *mapping tool* yang digunakan untuk menggambarkan jaringan *supply chain*.

VSM memetakan tidak hanya aliran fisik 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*. Aliran ini menggambarkan representasi fasilitas proses dari implementasi *lean* dengan cara membantu mengidentifikasi tahapan-tahapan *value-added* pada suatu *value stream*, dan mengeliminasi tahapan-tahapan *non-value added* atau *waste (muda)*.

Simbol-simbol visual standar yang digunakan dalam pembuatan *value stream mapping* dan merupakan salah satu contoh aplikasi *value stream mapping* dalam suatu perusahaan. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.2. Simbol-simbol Pada *Value Stream Mapping*

(Sumber: Hines & Taylor, 2000)

*Value stream mapping* adalah suatu alat yang digunakan sebagai langkah awal dalam melakukan proses perubahan untuk mendapatkan kondisi perusahaan yang proses produksinya ramping (Goriwondo et al,2011). Menurut Hines & Taylor (2000) aliran ini didefinisikan sebagai suatu aktivitas khusus di dalam suatu rantai suplai yang diperlukan untuk perancangan, pemesanan, dan penetapan suatu spesifik produk atau *value*.

Indikator performansi dari *value stream mapping* diantaranya meliputi kualitas, biaya, dan *lead time*. Berikut adalah indikator performansi dari *value stream mapping* menurut Daonil (2012):

1. *FIRST Time Through* (FIT) merupakan persentasi unit yang diproses sempurna dan sesuai dengan standar kualitas pada saat pertama proses tanpa adanya *scrap, return, retest, repair*, maupun *returned*.
2. *Built to Scheduled* (BTS) merupakan pembuatan jadwal untuk melihat eksekusi rencana pembuatan produk yang tepat dengan waktu dan urutan yang benar.
3. *Dock to Dock System* (DTD) ialah waktu antara *unloading raw material* dan produksi jadi yang telah selesai untuk kemudian siap dikirim kepada konsumen.
4. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yakni mengukur ketersediaan, efisiensi dan kualitas peralatan-peralatan yang digunakan dan sebagai batasan kapasitas utilisasi dari suatu operasi.
5. *Value Rate/Ratio* adalah persentasi dari seluruh kegiatan yang bernilai tambah (*value added*).
6. *TAKT Time* merupakan perbandingan/rasio dimana perusahaan harus mampu memproduksi untuk memenuhi kebutuhan dan memuaskan permintaan dari konsumen. *TAKT Time* dihitung dengan cara membagi antara waktu kemampuan bekerja per *shift* dengan banyaknya jumlah permintaan konsumen per *shift* (Singh & Sharma, 2009)

7. *Value adding Time* merupakan waktu yang digunakan untuk memberikan nilai aktual bagi suatu produk.
8. *Non Value Adding Time* merupakan waktu yang digunakan untuk melakukan aktivitas yang tidak bernilai tambah bagi suatu produk.
9. *Production Lead Time* adalah waktu total yang diperlukan untuk melakukan pengiriman bahan baku dari supplier.
10. *Cycle Time* merupakan hasil dari *available time* dikurangi rata-rata *downtime* dan *defect time* yang kemudian dibagi dengan volume produksi yang dihasilkan.
11. *Available Time* merupakan waktu total yang digunakan untuk melakukan kegiatan produksi dikurangi dengan waktu istirahat.
12. *Working Time* merupakan waktu yang digunakan oleh operator untuk melaksanakan kegiatan produksi.

#### 2.7.1. Penerapan Value Stream Mapping (VSM)

Gagasan yang dihasilkan menurut Hines dan Taylor (2000;22) pada penerapan *Value stream mapping* dengan lima *Phase*, yaitu:

1. Phase 1: *Customer requirements*

Menggambarkan kebutuhan konsumen

2. Phase 2: *Information flows*

Menggambarkan aliran informasi dari konsumen ke *supplier*

3. Phase 3: *Physical flows*

Menggambarkan aliran fisik yang dapat berupa langkah-langkah utama aliran fisik dalam perusahaan, berapa lama aliran fisik dilakukan dll.

4. Phase 4: *Linking physical and information flows*

Menghubungkan aliran informasi dan aliran fisik dengan anak panah yang dapat memberi informasi jadwal yang digunakan, instruksi

kerja yang dihasilkan, dari dan untuk siapa informasi dan instruksi dikirim, kapan dan dimana biasanya terjadi masalah dalam aliran fisik.

#### 5. Phase 5: *Complete map*

Melengkapi peta atau gambar aliran informasi dan aliran fisik dilakukan dengan menambahkan *lead time* dan *value adding time* dibawah gambar aliran yang ada.

### 2.7.2. Manfaat *Value Stream Mapping*

Sebelum membuat *detailed mapping* dari setiap inti proses, guna mengembangkan *value stream* ke seluruh proses menurut Hines dan Taylor (2000;21) perlu diketahui keutamaan dari membuat *value stream mapping* adalah:

1. Membantu memvisualisasikan aliran yang ada
2. Membantu melihat dimana *waste* berada
3. Menyatukan penerapan kelima prinsip *lean*
4. Membantu dalam memutuskan siapa yang menjadi anggota tim yang harus diimplementasikan
5. Membantu mengetahui hubungan antara aliran informasi dan arus fisik
6. Menciptakan pemetaan *value stream mapping* dari pekerjaan para pekerja senior.

### 2.7.3. *Value Stream Mapping Tools*

*Value stream analysis tools* (VALSAT) digunakan sebagai alat bantu *value stream mapping* 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.

#### 2.7.3.1. *Detail mapping value stream analysis tools* (VALSAT)

Perbaikan yang dilakukan pada aliran nilai bagian dari *supply chain*, disarankan memahami secara garis besar untuk minimasi *waste* yang harus diperoleh sebelum kegiatan pemetaan berlangsung, Hines dan Rich (1997) menyatakan terdapat tujuh *value stream analysis tools* (VALSAT) yang sudah umum digunakan dan dikembangkan yaitu:

##### 1. *Process Activity Mapping* (Proses pemetaan aktivitas)

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.

##### 2. *Supply Chain Response Matrix* (Matriks respon *supply chain*)

Merupakan grafik yang menggambarkan hubungan antara *inventory* dengan *lead time* pada jalur distribusi, sehingga dapat diketahui adanya peningkatan maupun penurunan tingkat persediaan

dan waktu distribusi pada tiap area dalam *supply chain*. Dari fungsi yang diberikan, selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan manajemen untuk menaksir kebutuhan *stock* apabila dikaitkan pencapaian *lead time* yang pendek. Tujuannya untuk memperbaiki dan mempertahankan tingkat pelayanan pada setiap jalur distribusi dengan biaya rendah.

3. *Production Variety Funnel* (Berbagai produksi corong)

Merupakan teknik pemetaan visual yang mencoba memetakan jumlah variasi produk di tiap tahapan proses manufaktur. *Tools* ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi titik dimana sebuah produk *generic* diproses menjadi beberapa produk yang spesifik. Selain itu, *tools* ini juga dapat digunakan untuk menunjukkan area *bottleneck* pada proses desain. Dengan fungsi-fungsi tersebut, selanjutnya dapat digunakan untuk merencanakan perbaikan kebijakan *inventory* (apakah dalam bentuk bahan baku, produk setengah jadi atau produk jadi).

4. *Quality Filter Mapping* (Pemetaan kualitas filter)

Merupakan *tool* yang digunakan untuk mengidentifikasi letak permasalahan cacat kualitas pada *supply chain* yang ada. Evaluasi hilangnya kualitas yang sering terjadi dilakukan untuk pengembangan jangka pendek. *Tools* ini mampu menggambarkan tiga tipe cacat kualitas yang berbeda, yaitu sebagai berikut:

a. *Product defect*

Cacat fisik produk yang lolos ke *customer* karena tidak berhasil diseleksi pada saat proses inspeksi.

b. *Scrap defect*

Sering disebut juga sebagai *internal defect*, dimana cacat ini masih berada dalam internal perusahaan dan berhasil diseleksi pada saat proses inspeksi

c. *Service defect*

Permasalahan yang dirasakan *customer* berkaitan dengan cacat kualitas pelayanan. Hal yang paling utama berkaitan dengan cacat kualitas pelayanan adalah ketidaktepatan waktu pengiriman (terlambat atau terlalu cepat). Selain itu dapat disebabkan karena permasalahan dokumentasi, kesalahan proses *packing* maupun *labeling*, kesalahan jumlah (*quantity*), dan permasalahan faktur.

5. *Demand Amplification Mapping* (Pemetaan amplifikasi permintaan)

Peta yang digunakan untuk memvisualisasikan perubahan *demand* di sepanjang *Supply chain*. Fenomena ini menganut *law of industrial dynamics*, dimana *demand* yang ditransmisikan disepanjang rantai suplai melalui rangkaian kebijakan *order* dan *inventory* akan mengalami variasi yang semakin meningkat dalam setiap pergerakannya mulai dari *downstream* sampai dengan *upstream*. Dari informasi tersebut dapat digunakan dalam pengambilan keputusan dan analisa lebih lanjut baik untuk mengantisipasi adanya perubahan permintaan, *manage* fluktuasi, serta evaluasi kebijakan *inventory*.

6. *Decision Point Analysis* (Analisis titik keputusan)

Menunjukkan berbagai *option* sistem produksi yang berbeda, dengan *trade off* antara *lead time* masing-masing *option* dengan tingkat *inventory* yang diperlukan untuk meng-cover selama proses *lead time*.

7. *Physical Structure* (Pemetaan struktur fisik)

Merupakan sebuah *tools* yang digunakan untuk memahami kondisi rantai suplai di level produksi. Hal ini diperlukan untuk memahami kondisi industri itu, bagaimana operasinya, dan dalam

mengarahkan perhatian pada area yang mungkin belum mendapatkan perhatian yang cukup untuk pengembangan.

Pemakaian dari *seven detail mapping tools* diatas didasarkan pada nilai tertinggi dan pemilihan yang tepat berdasarkan kondisi perusahaan itu sendiri. Agar lebih mudah maka dapat dilakukan berdasarkan sistem bobot, seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.3. di bawah ini.

Tabel 2.3. Matriks seleksi untuk tujuh VALSAT

Waste / Structure	PAM	SCRM	PUF	QFM	DAM	DPA	PS
Kelebihan Produksi	L	M		L	M	M	
Waktu Tunggu	H	H	L		M	M	
Transportasi Berlebih	H						L
Proses Tidak Tepat	H		M	L		L	
Persediaan Tidak Penting	M	H	M		M	M	L
Gerakan Tidak Berguna	H	L					
Cacat	L			H			

(Sumber: Hines dan Rich, 1997)

**Catatan:**

H (*high correlation and usefulness*) 24 faktor pengali = 9

M (*Medium correlation and usefulness*) 24 faktor pengali = 3

L (*Low correlation and usefulness*) 24 faktor pengali = 1

2.7.4. Penggunaan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

Ketujuh *tools* diatas akan digunakan untuk dalam usaha untuk memahami kondisi yang terjadi di lantai produksi. Penggunaan *tools* tersebut

dilakukan dengan melakukan pemilihan menggunakan matriks. Langkah pertama dan penting dalam pemilihan *tools* yang sesuai dengan kondisi yang bersangkutan adalah melakukan pembobotan terhadap *seven waste*.

Pembobotan tersebut sangat penting menurut Hines dan Rich (1997) karena hasilnya digunakan untuk pemilihan VALSAT dapat diperoleh *tools* secara tepat sehingga dalam melakukan usulan perbaikan juga mudah dilakukan. Berikut matriks pembobotan VALSAT dapat dilihat pada tabel 2.4. di bawah ini.

Tabel 2.4. Matriks seleksi untuk pemilihan VALSAT

WASTES STRUCTURE	WEIGHT	TOOLS (B)
(A)	(D)	(C)
	TOTAL WEIGHT	(E)

(Sumber: Hines dan Rich, 1997)

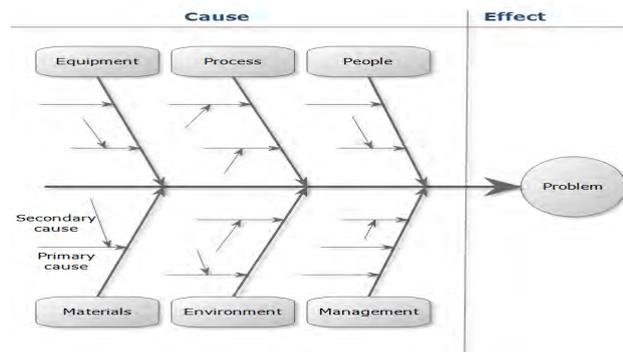
Melalui matriks diatas, dapat dijelaskan kolom A berisi tujuh pemborosan yang biasanya terdapat dalam perusahaan. Kolom B merupakan *tools* pada *value stream mapping*. Kolom C adalah korelasi antara kolom A dan B dimana nilai korelasi antar keduanya ada 3 macam yaitu *high correlation* yang memiliki bobot 9, *medium correlation* yang memiliki bobot 3, *low correlation* yang memiliki bobot 1. Kemudian masing-masing bobot dikalikan dengan bobot yang ada pada kolom D setelah didapatkan hasilnya maka dijumlahkan dan diletakkan pada kolom E dan nilai yang tertinggi adalah yang terpilih. Pemilihan lebih dari satu *tool* akan lebih berguna dalam mereduksi *waste* yang ada di perusahaan.

## 2.8. Fishbone Diagram

Scavarda, *et al.* (2004) menyatakan, dalam literatur manajemen operasi, *causal map* dikenal dengan beberapa nama antara lain Ishikawa (*Fishbone diagrams*) *impacts wheels, issues trees, strategy maps, risk assesment mapping tools* (FMEA), dan *cause and effect diagrams*. Diagram *Fishbone* sering juga disebut dengan istilah Diagram Ishikawa, penyebutan diagram ini sebagai Diagram Ishikawa karena yang mengembangkan model diagram ini adalah Dr. Kaoru Ishikawa pada sekitar Tahun 1960-an. Penyebutan diagram ini sebagai diagram *fishbone* karena diagram ini bentuknya menyerupai kerangka tulang ikan yang bagian-bagiannya meliputi kepala, sirip, dan duri.

Diagram *fishbone* merupakan suatu alat visual untuk mengidentifikasi, mengeksplorasi, dan secara grafik menggambarkan secara detail semua penyebab yang berhubungan dengan suatu permasalahan. Menurut Scavarda *et al* (2004), konsep dasar dari diagram *fishbone* adalah permasalahan mendasar diletakkan pada bagian kanan dari diagram atau pada bagian kepala dari kerangka tulangnya.

Penyebab permasalahan digambarkan pada sirip dan durinya. Kategori penyebab permasalahan yang sering digunakan sebagai *start* awal meliputi *materials* (bahan baku), *machines and equipment* (mesin dan peralatan), *manpower* (sumber daya manusia), *methods* (metode), *Mother Nature* atau *environment* (lingkungan), dan *measurement* (pengukuran). Faktor-faktor tersebut biasanya disebut 5M (*man, method, machine, material, modal*) dapat dipilih jika diperlukan untuk mencari penyebab dari permasalahan, baik yang berasal dari 5M maupun penyebab lainnya yang mungkin dapat digunakan teknik *brainstorming* (Scavarda *et al*, 2004).



Gambar 2.5. *Fishbone Diagram*  
(Sumber : Scavarda *et al.*, 2004)

## 2.9. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai masalah *waste* umumnya terjadi pada berbagai aktivitas yang dijalankan perusahaan, serta upaya untuk mengurangi *waste* dengan menggunakan suatu pendekatan *Lean Manufacturing*, sebelumnya juga telah banyak dilakukan penelitian oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Adanya penelitian tersebut sangat bermanfaat sebagai kontribusi peneliti dalam melakukan penelitian selanjutnya. Penelitian yang dijadikan rujukan dalam penelitian ini, adalah sebagai berikut:

Tabel 2.6. Penelitian Terdahulu

No.	Penulis	Judul	Nama Jurnal	Metode	Hasil Penelitian
1	Hazmi (2012)	Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> untuk Mereduksi <i>Waste</i> di PT ARISU	Jurnal Teknik ITS, Vol. 1, No. 1, 2012	Metode <i>RCA</i> , Analisis Resiko	Terdapat sejumlah 41,18% aktivitas <i>non value added</i> pada proses produksi yang dapat ditemukan pada proses persiapan pencetakan, proses pencetakan, pembuatan <i>tube</i> , proses <i>packing box</i> , dan proses wrapping.

Tabel 2.6. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Penulis	Judul	Nama Jurnal	Metode	Hasil Penelitian
2	Prayogo & Octavia (2013)	Identifikasi <i>Waste</i> dengan Menggunakan <i>Value Stream Mapping</i> di Gudang PT. XYZ	Jurnal Titra, Vol. 1, No. 2, Tahun 2013	VSM	Gudang <i>spare part</i> terdapat dua <i>waste</i> yaitu <i>transportation</i> dan <i>waiting</i> . Perancangan usulan perbaikan yang diberikan adalah dengan memindah pintu yang awalnya diluar area produksi menjadi di dalam area produksi dan dengan memindahkan kereta angkut menuju tempat area bongkar muat di Clove Processing (CP). Perancangan usulan perbaikan yang diberikan didapatkan pengurangan untuk <i>transportation waste</i> sebesar 39,98%, 49,71% dan 100%. Sedangkan untuk <i>waiting waste</i> pengurangannya sebesar 70,34%.

Tabel 2.6. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Penulis	Judul	Nama Jurnal	Metode	Hasil Penelitian
3	Faritsy & Suseno (2015)	Peningkatan Produktivitas Perusahaan Dengan Menggunakan Metode <i>Six Sigma</i> , <i>Lean</i> dan <i>Kaizen</i> .	Jurnal Teknik Industri, Vol. 10, no. 2, pp. 103-116, Jun. 2015.	<i>Six Sigma</i> (DMAI), <i>Stop Watch</i> , <i>Time Study</i> , VSM	Produktivitas kerja awal rangkaian rangka sebesar 1,56 sigma, setelah dilakukan perbaikan menjadi 1,99 sigma. Pada peta proses operasi saat ini ditemukan waktu transportasi = 37,5 menit dan waktu <i>delay</i> = 305 menit. Pada peta kerja usulan dihasilkan waktu transportasi = 16,25 menit dan waktu <i>delay</i> = 70 menit. Pada CVSM waktu siklus = 4,71 jam, dan <i>lead time</i> = 38,86 jam dengan total WIP = 299 unit. Pada FVSM waktu siklus = 4,399 jam, dan <i>lead time</i> = 30,01 jam dengan total WIP = 198 unit.

Tabel 2.6. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Penulis	Judul	Nama Jurnal	Metode	Hasil Penelitian
4	Musyahidaha & Hamdala (2015)	Implementasi Metode <i>Value Steam Mapping</i> sebagai upaya meminimalkan <i>Waste</i> .	Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri, Vol. 3, No. 2, Tahun 2015	<i>Value Stream Mapping, Seven Waste, Process Activity Mapping, Waste Assessment Model, Kanban</i>	Diketahui dengan metode WAM bobot <i>waste</i> tertinggi terdapat pada proses <i>Heat Sealing</i> mempunyai bobot <i>waste</i> sebesar 8.25. <i>Waste</i> yang terjadi pada proses ini disebabkan oleh tiga <i>waste</i> , yaitu <i>waiting</i> , <i>transportation</i> , dan <i>defect</i> . Usulan perbaikannya pada proses <i>heat-sealing</i> yaitu usulan perbaikan dengan perancangan kartu Kanban, memberikan desain baru palet untuk aktivitas <i>material handling cover</i> , dan usulan terakhir yaitu pemberian <i>earplug</i> pada operator agar lebih berkonsentrasi pada proses pekerjaannya.

Tabel 2.6. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Penulis	Judul	Nama Jurnal	Metode	Hasil Penelitian
5	Tabassum & Khan (2016)	<i>Production Line Analysis via Value Stream Mapping: A Case Study in Pakistani Manufacturing Firm</i>	Jurnal IJIRSET , Vol. 5, <i>Special Issue 12</i> , Tahun 2016	VSM	Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa <i>line balance</i> tidak seimbang dan efisien yang terjadi karena terlalu banyaknya pekerja dan buruknya organisasi di area kerja. Perbaikan dilakukan dengan pengurangan pekerja dari 21 orang menjadi 11 orang yang membuat efisiensi <i>line balancing</i> meningkat dari 54% menjadi 88%. Produksi pun berhasil meningkat dari 125 pcs menjadi 150 pcs per jam. Jam kerja pun berkurang dari 168 jam menjadi 88 jam. Selain itu dilakukan pula perbaikan layout untuk pekerja yang lebih sedikit yang membuat pekerja dapat bekerja lebih

Tabel 2.6. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Penulis	Judul	Nama Jurnal	Metode	Hasil Penelitian
					efisien yang akan memperbaiki organisasi.
6	Ristryowati (2017)	Minimasi Waste Pada Aktivitas Proses Produksi Dengan Konsep <i>Lean Manufacturing</i> . Studi Kasus PT <i>Sport Glove</i> Indonesia	Jurnal Optimasi Sistem Industri, Vol. 10, No. 1, Tahun 2017	<i>Lean Manufacturing</i> , VSM	Usulan perbaikan yang diberikan untuk meminimasi adanya <i>waste</i> cacat dan <i>waiting</i> pada proses produksi sarung tangan golf di PT Sport Glove Indonesia adalah penambahan pekerja, melakukan pengawasan dan pengarahan serta pelatihan kepada pekerja.
7	Firdaus (2018)	Identifikasi Waste dengan Pendekatan <i>Value Stream Mapping</i> di Bagian Sanding Balikan <i>Flow Coater</i> . Studi Kasus PT Yamaha Indonesia.		VSM, PAM, <i>Waste Assesment Model</i> (WAM), Diagram Ishikawa	<i>Waste</i> yang dihasilkan dari metode WAM dengan presentase <i>waste</i> tertinggi adalah pemborosan jenis <i>transportation</i> 25,56%, <i>inventory</i> 18,48% dan <i>waiting</i> 17,09%.

Tabel 2.6. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

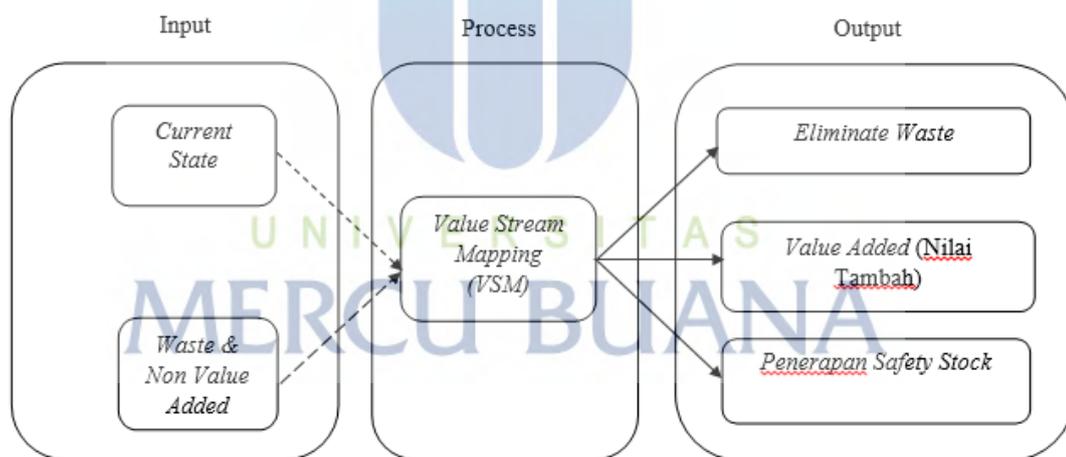
No.	Penulis	Judul	Nama Jurnal	Metode	Hasil Penelitian
8	Dewi (2018)	Analisis <i>Value Stream Mapping</i> untuk Mengurangi Pemborosan Pada Produksi Benang CM40. Studi Kasus PT Primatexco Indonesia	Jurnal Teknik ITS, Vol. 1, No. 1, Tahun 2018	VSM	<i>Lead Time</i> dapat berkurang menjadi 32.821 menit atau 0.9%. Serta Waktu Operasi dapat berkurang sebesar 299 menit dan waktu yang dihilangkan tersebut sebagian besar merupakan kategori <i>delay</i> .
9.	Rutrisia (2018)	Usulan Perbaikan Lintasan Produksi Dengan Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i> Menggunakan <i>Value Stream Mapping</i> . Studi Kasus PT Surya Cipta Mahendra Bogor	Jurnal Teknik Unpas, Tahun 2018	<i>Lean Manufacturing</i> , VSM	Usulan Perbaikan tersebut dapat menekan <i>lead time production</i> pada <i>assembly line</i> dengan mendapatkan penurunan sebanyak 853,17 detik, selain itu meningkatkan efisiensi lini sebanyak 56% menjadi 98% dan menurunkan idle dan <i>delay time</i> sebesar 94%.
10	Satria (2018)	Perancangan <i>Lean Manufacturing</i> dengan Menggunakan <i>Waste Assessment</i>	Jurnal Rekayasa Sistem Industri, Vol. 7, No. 1, Tahun 2018	WAM, VALSAT	Identifikasi <i>waste</i> dimana <i>waste</i> terbesar pada perusahaan ini adalah <i>defect</i> , penurunan <i>lead time</i> waktu produksi

Tabel 2.6. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Penulis	Judul	Nama Jurnal	Metode	Hasil Penelitian
		<i>Model (WAM) dan VALSAT untuk Meminimumkan Waste (Studi Kasus: PT. XYZ)</i>			menjadi lebih cepat sebesar 14.767,4 detik dan <i>Process Cycle Efficiency (PCE)</i> mengalami kenaikan dari 39,12% menjadi 53,66%.

## 2.10 Kerangka Pemikiran

Adapun kerangka pemikiran pada tugas akhir ini adalah:



Gambar 2.7 Diagram Kerangka Pemikiran