2. LANDASAN TEORI

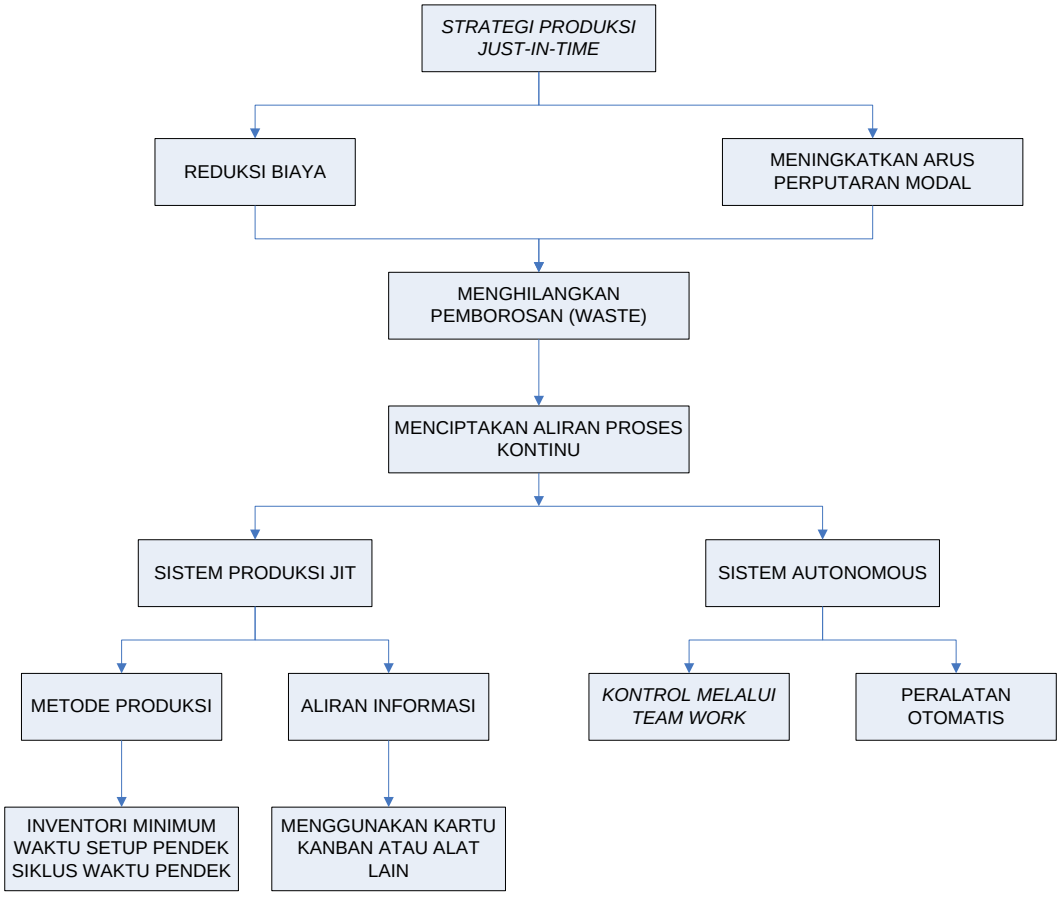
2.1. *Just-In-Time* (*JIT*) *System*

Just-In-Time (*JIT*) merupakan sistem produksi tepat waktu dengan memproduksi *output* yang diperlukan pada waktu dibutuhkan oleh pelanggan, dalam jumlah sesuai kebutuhan pelanggan, pada setiap tahap proses dalam sistem produksi , dengan cara yang paling ekonomis atau efisien (Gaspersz, 1998). *Just-In-Time* pertama kali dikembangkan dan diperkenalkan oleh *Toyota Motor Corporation* di Jepang, karena itu sistem produksi tepat waktu ini sering dikenal sebagai *Toyota Production System*.

Pada sistem *Just-In-Time*, proses kerja diatur sebagai berikut, setiap stasiun kerja (*work station*) menarik *output* dari stasiun kerja sebelumnya sesuai dengan kebutuhan, stasiun kerja sebelumnya tidak boleh melakukan produksi tanpa ada perintah dari stasiun kerja berikutnya, rencana produksi hanya diberikan pada stasiun kerja akhir dan semua stasiun kerja lainnya hanya menerima pesanan produksi dari stasiun kerja berikutnya. Proses produksi *Just-In-Time* ini disebut sebagai *Pull System* (sistem tarik). Penerapan sistem *Just-In-Time* memiliki beberapa sasaran utama yang ingin dicapai, yaitu:

a. Menurunkan jumlah *scrap* dan *rework*
b. Meningkatkan jumlah pemasok
c. Meningkatkan kualitas proses menuju *zero defect*
d. Menurunkan jumlah inventori
e. Mereduksi penggunaan luas bangunan pabrik
f. Membangun proses produksi yang konstan
g. Menurunkan jumlah *overhead*
h. Meningkatkan total produktivitas industri secara keseluruhan

Skema sistem produksi *Just-In-Time* dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.1. Sistem Produksi *Just-In-Time*

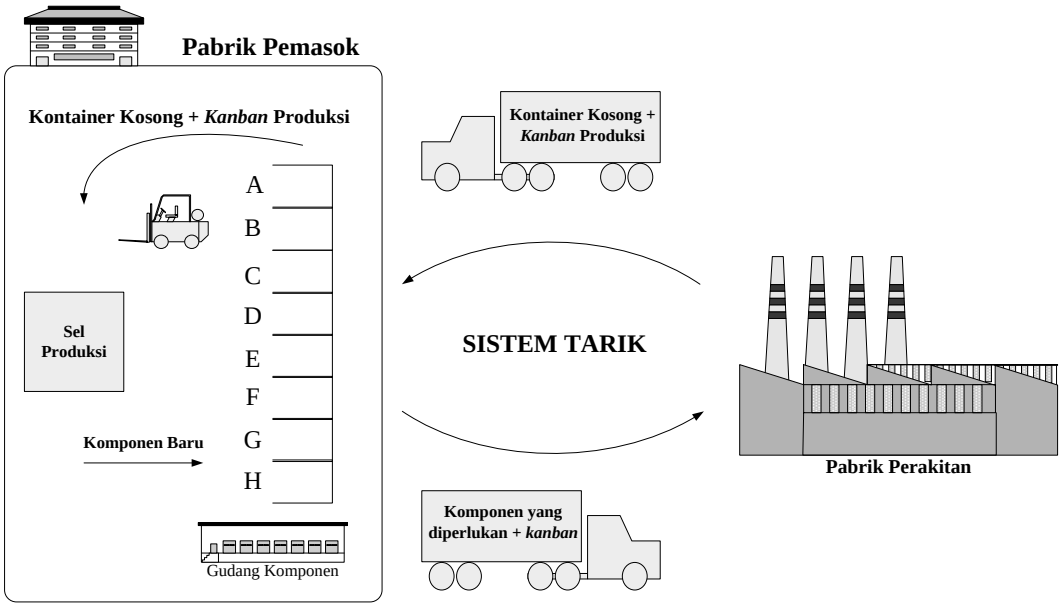
Sumber: Vincent Gaspersz, *Production Planning and Inventory Control*, p. 39

Pada gambar 2.1 dapat dilihat bahwa strategi produksi *Just-In-Time* bertujuan untuk mereduksi biaya dan meningkatkan arus perputaran modal dengan cara menghilangkan pemborosan atau *waste* dalam sistem industri. Cara untuk menghilangkan pemborosan ini dapat dilakukan dengan menciptakan suatu aliran proses yang kontinu, dalam arti aliran proses harus stabil. Aliran proses yang kontinu dapat diwujudkan dengan menggunakan siatem produksi *JIT* yang dibantu sistem *autonomous*, yaitu sistem yang mengharuskan menghentikan produksi seketika bila ditemukan kesalahan. Pada gambar 2.1 juga tampak bahwa sistem produksi *JIT* menggunakan metode produksi yang berorientasi pada inventori minimum, waktu *set-up* pendek, dan siklus waktu yang pendek. Sistem

produksi *JIT* juga menggunakan aliran informasi berupa kanban, kanban ini akan dijelaskan secara khusus pada sub-bab berikutnya.

2.2. Sistem Tarik (*Pull System*)

Prinsip dasar *Just-In-Time* merupakan prinsip yang memicu penggunaan sistem tarik di dalam *Toyota Production System*. Sistem tarik yang dimaksud ialah memberikan kepada pelanggan pada proses berikutnya dalam proses produksi dengan apa yang mereka inginkan. Hal ini dapat dicontohkan dengan ilustrasi berikut:



Gambar 2.2. Sistem Tarik (*Pull System*)

Sumber: Jeffrey K. Liker, *The Toyota Way*: 14 Prinsip Manajemen dari Perusahaan Manufaktur Terhebat di Dunia, p. 131

Gambar 2.2 menceritakan mengenai kinerja sistem tarik dalam *Toyota Production System*. Sebuah pabrik perakitan membutuhkan sebuah komponen untuk melakukan perakitan. Sebuah kontainer kosong didatangkan dan kanban dilepaskan di sebuah pos *kanban*. Petugas *kanban* akan mengambil komponen yang dibutuhkan dari gudang barang jadi dan memberikan kepada kontainer dan kanban disertakan kembali. Kontainer akan balik ke gudang perakitan dan memberikan komponen yang diperlukan.

Selain berbicara mengenai penarikan material, sistem tarik ini juga berbicara mengenai minimalisasi WIP *(Work In Process).* Gudang persediaan diminimalisasi dengan menyimpan dalam jumlah sedikit dari masing-masing produk dan sering mengisi gudang berdasarkan barang yang benar-benar diambil oleh pelanggan.

Tetapi "sistem tarik" bukan harga yang mutlak untuk sebuah *Toyota Way. Toyota Way* sendiri tidak benar-benar terfokus pada sistem tarik ini. Ada beberapa Toyota menggunakan penjadwalan yang bukan termasuk dalam sistem tarik.

2.3. *Lean Manufacturing*

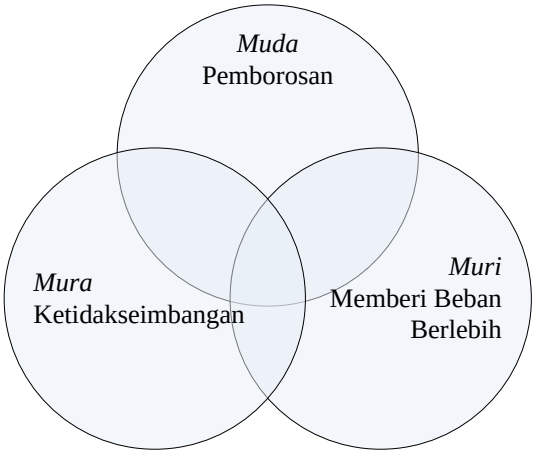
Lean Manufacturing menurut James Womack dan Daniel Jones adalah suatu proses yang terdiri dari lima langkah: mendefinisikan nilai bagi pelanggan, menetapkan *value stream*, membuatnya mengalir, ditarik oleh pelanggan, dan berusaha keras untuk mencapai yang terbaik. (Liker, 2006). *Lean Manufacturing* merupakan sebuah konsep yang diterapkan Toyota untuk melakukan produksi didalam manufakturnya. Konsep inilah yang membuat perusahaan seperti Toyota menjadi besar dan bekerja secara konsisten dari tahun ke tahun.

Toyota Production System (TPS) adalah sebutan yang sering dikaitkan dengan *Lean Manufacturing*. Hal ini dikarenakan penemu dari *Lean Manufacturing* adalah Taiichi Ohno yang merupakan *Toyota's Chief Engineer*. Hal ini menyebabkan banyak orang selalu mengidentikkan kata *Lean Manufacturing* dengan *Toyota Production System*.

Fokus dari *lean manufacturing* adalah untuk menghilangkan pemborosan atau *waste. Waste* dalam pengertiannya adalah segala sesuatu yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk yang diproses atau tidak memberikan perubahan bentuk secara fisik. Para pekerja Toyota menggunakan istilah bahasa Jepang *muda* bila mereka berbicara tentang pemborosan.

Menghilangkan muda menjadi fokus dari sebagian besar upaya *lean manufacturing*. Namun ada dua M lain yang sama pentingnya untuk membuat *lean manufacturing* berjalan, dan ketiga M tersebut saling mengisi sebagai satu sistem. Ketiga M tersebut adalah *muda, mura*, dan *muri.* Ketiga kata tersebut

diambil dari bahasa Jepang. Berikut ilustrasi yang menunjukkan hubungan antara *muda, mura,* dan *muri*:



Gambar 2.3. *Muda, Mura, & Muri*

Sumber: Jeffrey K. Liker, *The Toyota Way*: 14 Prinsip Manajemen dari Perusahaan Manufaktur Terhebat di Dunia, p. 138

Gambar 2.3 merupakan hubungan antara *Muda, Mura,* dan *Muri*. Gambar tersebut menunjukkan kepada kita bahwa setiap M yang ada saling berhubungan. Hal yang sering terjadi dalam sebuah perusahaan, yaitu hanya memikirkan *Muda* tapi tidak memikirkan M lainnya. 3M harus diperhatikan seluruhnya untuk memberikan hasil yang baik dalam perusahaan. Berikut merupakan penjelasan dari 3M:

2.3.1. *Muda* - Tidak menambah nilai

Istilah *Muda* sering juga disebut dengan sebutan *waste. Waste* diperkenalkan pertama kali di Jepang, yaitu oleh *Toyota's Chief Engineer,* Taiichi Ohno sebagai inti dari *Toyota Production System. Waste* berarti setiap kegiatan yang menghabiskan waktu dan biaya dalam kaitannya dengan produksi suatu produk namun kegiatan ini tidak memberikan nilai tambah bagi produk tersebut. Mengeliminasi *waste* merupakan cara yang paling efektif untuk meningkatkan produktifitas yang pada akhirnya akan berdampak pada peningkatan keuntungan.

Taiichi Ohno pertama kali menjelaskan bahwa terdapat tujuh *waste* yaitu *overproduction, waiting, transportation, inventory, motion, extra processing,* dan *product defect.* Namun pada perkembangannya, terdapat satu *waste* lagi yaitu

underutilized people. Penjelasan mengenai setiap *waste* yang ada ialah sebagai berikut:

a. Over production

Over production berarti memproduksi suatu produk melebihi dari yang diminta oleh pasar dan atau memproduksi barang sebelum waktunya. *Over production* sangat berdampak besar terhadap perusahaan, karena dengan terjadinya *over production* maka secara langsung akan menyebabkan beberapa hal seperti *extra inventory, extra handling, extra space, extra interest charges, extra defects, extra overhead,* dan *extra paper work*.

b. Waiting

Waiting merupakan kejadian ketika proses terhambat atau tidak berjalan secara seharusnya, baik itu karena bahan atau material yang menunggu untuk proses selanjutnya (*bottleneck*) atau pun pekerja pada stasiun kerja berikutnya menunggu bahan atau material dari stasiun kerja sebelumnya (*idle*).

c. Transportation

Transportation berarti terjadi perpindahan bahan atau material yang seharusnya tidak perlu atau dapat dihindarkan. Hal ini biasanya terjadi karena tata letak (*layout*) dari lantai produksi dan tempat penyimpanan perusahaan yang kurang baik sehingga menyebabkan terdapat jarak yang jauh untuk perpindahan atau terlalu seringnya perpindahan material. Perpindahan (*transportation*) yang tidak diperlukan namun sering dilakukan dapat berdampak buruk pada kinerja karyawan berkaitan dengan kesehatan dan keamanan, serta dapat juga mempengaruhi kualitas dari produk.

Penanggulangan *waste* ini dapat dilakukan dengan menata ulang *layout* perusahaan, memperbaiki proses, menciptakan metode transportasi yang baik, dan perbaikan secara umum pada organisasi peusahaan.

d. Inventory

Inventory waste berkaitan erat dengan *waste* dari *over production*. Bila *over production* terjadi maka menimbulkan *inventory* yang berlebihan sehingga mengakibatkan dibutuhkannya tempat untuk menyimpan, biaya penyimpanan dan perawatan, penambahan pekerjaan untuk dokumentasi, dan bahkan menyebabkan kemungkinan kerusakan produk selama masa penyimpanan.

Masalah *inventory* ini banyak terjadi dalam perusahaan, ada beberapa hal yang menjadi sebab munculnya masalah *inventory* seperti penjadwalan yang buruk, kerusakan mesin, ketidakseimbangan lintasan kerja, karyawan yang absen dan kesalahan koordinasi dalam produksi, antara *supplier* atau konsumen.

e. Motion

Jenis *waste* ini berkaitan dengan pergerakan pekerja yang seharusnya tidak perlu dilakukan karena tidak menambah nilai sama sekali terhadap produk, hal yang harus dimengerti adalah: *Movement* $\neq$ *Work*

Beberapa pergerakan yang dapat digolongkan *waste* adalah seperti mencari alat, mengambil atau menempatkan alat yang berjarak dari stasiun kerjanya, berjalan dari mesin yang satu ke mesin berikutnya untuk melakukan proses pada stasiun kerjanya, dan hal-hal lainnya. Cara untuk menghindari *waste* ini adalah dengan perencanaan tata letak yang baik dan pemilihan perlengkapan yang tepat.

f. Extra processing

Extra processing merupakan waste karena adanya proses-proses yang sebenarnya tidak diperlukan dalam suatu proses produksi dan hal ini tidak memberikan nilai tambah sama sekali terhadap produk, misal: inspeksi yang berlebihan, perbaikan mesin, reset-up mesin, dan lain-lain. Waste ini dapat dicegah dengan mengatur proses produksi yang baik dan merancang sistem *maintenance* yang teratur.

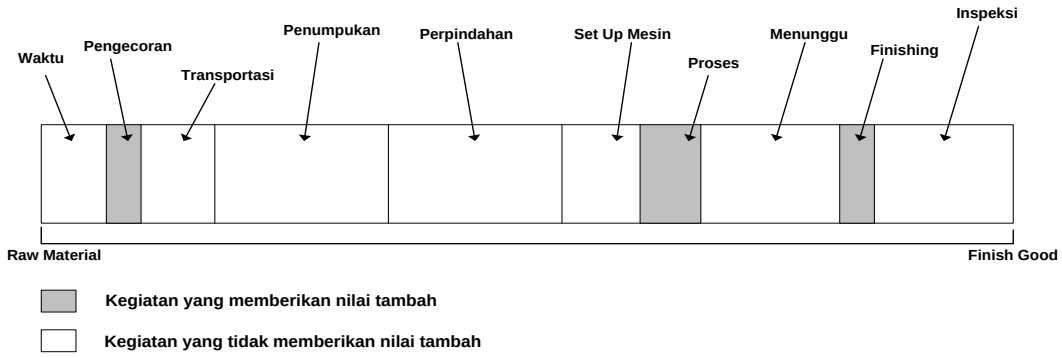
g. Producing defective products

Produk cacat merupakan *waste* dalam suatu proses produksi. Munculnya barang cacat maka dapat menyebabkan terjadi hal-hal seperti di bawah ini;

- *Rework*, sehingga biaya karyawan meningkat.
- *Waiting time* meningkat karena adanya barang tambahan yang harus dikerjakan ulang, sehingga meningkatkan *lead time*, dan biaya.
- Karyawan tambahan mungkin dibutuhkan untuk proses pembongkaran atau perakitan ulang.
- Material tambahan dibutuhkan untuk mengganti bagian-bagian yang rusak karena perbaikan ulang.
- Bila muncul produk cacat dalam sampel produk, maka harus ada karyawan tambahan yang mengerjakan tugas memilah produk-produk cacat yang lainnya.
- Bila produk cacat tersebut tidak terdeteksi dalam proses dan sampai pada konsumen, maka akan menimbulkan ketidakpuasan konsumen dan merusak nama baik perusahaan.

h. Underutilized people

Karyawan yang kurang berfungsi dengan baik atau kurang produkitif juga merupakan *waste* bagi perusahaan, karena hal ini berarti perusahaan mengeluarkan biaya karyawan yang sia-sia. Hal ini dapat terjadi karena dua hal, yaitu penempatan karyawan yang kurang sesuai dengan kemampuannya, kelebihan *man power,* atau kinerja karyawan itu sendiri yang kurang baik.



Gambar 2.4. *Value Stream Mapping*

Sumber: Jeffrey K. Liker, *The Toyota Way*: 14 Prinsip Manajemen dari Perusahaan Manufaktur Terhebat di Dunia, p. 36

Gambar 2.4 di atas menggambarkan pemborosan melalui suatu garis waktu sederhana untuk proses pengecoran, pemrosesan, dan perakitan atau *finishing.* Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa sebagian besar kegiatan tidak memberikan nilai tambah sehingga hanya akan membuang waktu dengan percuma, kegiatan-kegiatan pemborosan ini yang harus dihilangkan atau diminimalisasi.

2.3.2. *Muri* - Memberi Beban Berlebih kepada Orang atau Peralatan

Muri berarti memberi beban berlebih atau terlalu banyak kepada orang atau peralatan. Perusahaan yang menggunakan filosofi *Lean Manufacturing* harus mengerti bahwa tiap orang atau alat memiliki batas tersendiri. Pekerjaan yang dilakukan orang atau alat tersebut memiliki batas maksimal dan perusahaan tidak boleh memberikan pekerjaan atau tugas yang melebihi batas maksimal tersebut. Membebani orang secara berlebihan dapat menimbulkan masalah dalam keselamatan kerja dan kualitas, sedangkan membebani peralatan secara berlebihan dapat menyebabkan kerusakan alat atau produk yang cacat.

2.3.3. *Mura* - Ketidakseimbangan

Ketidakseimbangan sering terjadi diakibatkan jadwal produksi yang tidak teratur atau volume produksi yang meningkat akibat beberapa hal, seperti kerusakan mesin, kekurangan komponen atau produk cacat. *Muda* merupakan

akibat dari *Mura*. Ketidakseimbangan tingkat produksi berarti perlu memiliki peralatan, material, dan orang untuk melakukan tingkat produksi yang tertinggi, bahkan bila permintaan rata-ratanya jauh lebih rendah dari itu.

2.3.4. Prinsip dan *Tool* untuk Pengaplikasian *Lean Manufacturing*

Implementasi *Lean Manufacturing* dalam sebuah industri manufaktur dapat menggunakan beberapa prinsip atau ilmu dan *tools* untuk membantu penerapannya dalam sebuah pabrik manufaktur. Pada penulisan tugas akhir ini penulis menggunakan prinsip standarisasi kerja dan *tool relay-out* untuk mengaplikasikan *lean manufacturing*.

2.3.4.1. Standarisasi Kerja

Setiap perusahaan harus memiliki standar dalam bekerja, hal tersebut berfungsi untuk menjaga kestabilan dalam bekerja. Standarisasi merupakan fasilitator kunci dalam membangun kualitas.

Standarisasi berfungsi untuk mempertahankan kesamaan, keteraturan waktu dan keteraturan hasil proses Anda. Namun standarisasi bukan berarti membuat sebuah proses produksi menjadi kaku. Dalam perjalanannya, individu yang menjalankan standarisasi tersebut dapat meningkatkan standar tersebut dengan ekspresi dan kreativitas individualnya. Ketika terdapat perubahan dalam standar tersebut, maka standar akan diubah dan ketika seseorang yang baru dalam perusahaan tersebut ingin bekerja, dia sudah bekerja dengan standar yang baru.

2.3.4.2. *Relay-out*

Relay-out merupakan *tool* yang digunakan dalam *lean manufacturing* terutama juga untuk menghilangkan atau mengurangi *waste Relay-out* pada kenyataannya dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu *relay-out* lokal hanya pada 1 *line* produksi dan *relay-out* total pada seluruh area produksi. Tujuan *relay-out* ini adalah untuk menghasilkan *lay-out* pabrik yang lebih baik dan teratur sehingga alur proses lebih lancar.

2.4. Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja adalah usaha yang dilakukan untuk mengetahui waktu baku penyelesaian suatu pekerjaan. Waktu baku ini merupakan waktu yang dibutuhkan seorang pekerja dengan tingkat kemampuan rata-rata dalam menyelesaikan pekerjaan dalam kondisi normal. Tujuan pengukuran waktu kerja adalah untu keperluan perencanaan produksi, pengalokasian tenaga kerja, perhitungan biaya produksi, dan berkaitan dengan waktu pemenuhan permintaan *customer*.

Metode pengukuran waktu kerja terdiri dari dua macam, yaitu secara langsung dan tidak langsung. Pengukuran waktu kerja secara langsung dilakukan ketika proses sedang berjalan dan metode yang digunakan adalah dengan cara jam henti (*stopwatch*) dan *sampling* pekerjaan. Penguuran waktu kerja secara tidak langsung dilakukan dengan cara tanpa pengamat ada di lokasi secara langsung seperti pengukuran data waktu baku dan waktu gerakan.

Data hasil pengamatan untuk pengukuran waktu kerja perlu dilakukan pengujian, terdapat 3 macam pengujian yang harus dilakukan terhadap pengambilan data tersebut, meliputi pengujian kenormalan data, pengujian keseragaman data, dan pengujian kecukupan data. Pengujian kenormalan dan keseragaman data dapat dilakukan dengan program komputer *Minitab*, sedangkan pengujian kecukupan data diperoleh melalui rumus di bawah ini:

$$N' = \left(\frac{s.t}{k.\bar{x}} \right)^2 \rightarrow N' < N \text{ berati data cukup} \qquad (2.1)$$

Keterangan :

s = standar deviasi

t = nilai distribusi t pada $\alpha / 2$, dengan α = 0,05 dan d.f= n-1

k = nilai kecukupan data

$\bar{x}$ = nilai rata-rata

2.5. *Cycle Time, Lead Time, Takt Time*

2.5.1. *Cycle Time*

Cycle time merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 unit produk. *Cycle time* proses adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proses produksi, *cycle time* proses yang terlama merupakan *cycle time* produk. *Cycle time* ini meliputi proses pesanan pelanggan melalui telepon hingga pesanan dikirimkan. Keseluruhan proses tersebut terdiri dari banyak bagian proses-proses (*sub-processes*) seperti *input* pesanan, pembuatan rencana produksi, produksi, pemeriksaan kualitas, pengemasan, dan pengiriman akhir (Dubuc, 2002). Penggunaan *cycle time* ini adalah untuk perhitungan kapasitas mesin atau kapasitas proses produksi dalam satuan waktu tertentu.

2.5.2. *Lead Time*

Lead time merupakan waktu total dari kestuan proses produksi, meliputi baik waktu yang memiliki nilai tambah (*added value*) dan waktu yang tidak memiliki nilai tambah (*non added value*). Waktu yang memiliki nilai tambah meliputi waktu melakukan proses kerja, waktu menjalankan mesin, dan waktu pengemasan, sedangkan waktu yang tidak memiliki nilai tambah meliputi waktu transportasi, waktu simpan, waktu *set-up* mesin, waktu inspeksi, dan lain-lain (Pollick, 2005)

2.5.3. *Takt Time*

Takt time berasal dari bahasa Jerman, yaitu "*Taktzeit*" yang berarti jam beredar. *Takt time* merupakan waktu maksimum yang diijinkan untuk menghasilkan suatu produk sebagai pemenuhan permintaan (Polleta, 2003). Rumus perhitungan *takt time* adalah:

$$\textit{Takt time} = \frac{\text{Waktu Kerja Efektif}}{\text{Target produksi}} \qquad (2.2)$$

$$\text{Waktu Kerja Efektif} = \text{Waktu Kerja Total} - \textit{Loss Time} \qquad (2.3)$$

2.6. Shikumi of Production

Shikumi Production merupakan alat dan aturan untuk aliran informasi dan komponen pada proses produksi. Shikumi Production ini terbagi menjadi 2, yaitu *Part and Information Flow Chart* (*PIFC*) dan *Part Flow Chart*. PIFC berfungsi untuk pemetaan setiap proses pada *line* produksi berkaitan dengan aliran informasi (*kanban*) dan aliran material (*part*) sedangkan *PFC* merupakan pemetaan hanya berdasarkan alur proses. Tujuan dari pembuatan PIFC dan atau *PFC* adalah sebagai berikut:

a. Mengetahui stagnasi (penumpukan barang tanpa keterangan) pada setiap proses pada *line*.
b. Mengetahui dan mengevaluasi proses produksi yang diterapkan pada *line*.
c. Mengetahui kesesuaian antara proses rancangan dengan aktual.
d. Mengetahui panjang *lead time* proses.