

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai penelitian terdahulu serta landasan teori yang mendukung pembahasan dan berguna dalam menganalisis dan mengolah data selama penelitian.

2.1 PENELITIAN TERDAHULU

Beberapa penelitian terdahulu yang berkenaan dengan *Value Stream Mapping*, sehingga dapat dijadikan sebagai referensi penelitian ini dan juga dapat digunakan untuk mengetahui posisi dan perbedaan penelitian yang dilakukan saat ini. Perbedaan penelitian terdahulu dengan saat ini dapat dilihat pada Tabel 2.1. Deskripsi penelitian terdahulu yang berkaitan dengan metode *Value Stream Mapping*, adalah sebagai berikut:

1. Goriwondo, dkk (2011), penelitian dilakukan pada sebuah pabrik roti di Zimbabwe, yang bertujuan untuk merangking *waste* yang terjadi, sehingga tiga *waste* tertinggi akan dilakukan perbaikan. Setelah melakukan analisa pada *Current State Map* (CSM), kemudian dilakukan *the Waste Ranging Algorithm* dan diperoleh tiga *waste* dengan peringkat tertinggi yaitu *defect*, *unnecessary inventory*, dan *motion*. Dari ketiga *waste* tersebut kemudian dilakukan perbaikan dengan cara menerapkan sistem *First In First Out* (FIFO) dan merancang kembali mesin pemotong roti. Dari perbaikan yang diperoleh kemudian dibuatlah *Future State Map* (FSM) dan dilakukan perbandingan antara CSM dan FSM.
2. Lukodono (2011), menggunakan metode *Value Stream Mapping* untuk mengidentifikasi *waste* yang terjadi, dengan cara membuat *Current State Map* dan identifikasi *seven waste*. Didapatkan *waste* tertinggi adalah *waiting*, kemudian dilakukan perbaikan pada *type waste waiting* dengan metode Kanban. Dari hasil perbaikan tersebut, kemudian dibuat *Future State Map*.
3. Mustakim (2009), menggunakan metode GERT untuk mengetahui waktu proses aktual yang terjadi dalam proses produksi dan kemudian mengujinya dengan menggunakan teknik simulasi. Hasilnya adalah ditemukan beberapa ketidaksesuaian antara waktu aktual yang terjadi dengan target dari perusahaan. Setelah itu dilakukan identifikasi *value added* dan *non value added activity* menggunakan metode VSM dengan membuat *Current State Map*. Dari *Current State Map*, penulis

memberikan beberapa rekomendasi untuk perusahaan atas *waste* yang terjadi. Pada akhirnya dibuat *Future State Map* setelah perbaikan diimplementasikan.

4. Daonil (2012), dalam penelitian ini, peneliti awalnya menggambarkan kondisi aktual perusahaan menggunakan *Current State Map*. Kemudian untuk mengidentifikasi *waste* dan memberi bobot, menggunakan metode *Waste Assasment Model* (WAM). Metode VALSAT digunakan untuk memilih metode mana yang sesuai untuk meminimasi *waste* diantara ketujuh metode pendukung VSM yang ada. Hasil dari VALSAT adalah tiga metode terpilih yaitu *Process Activity mapping* (PAM), *Supply Chain Response Matrix* (SCRM), dan *Quality Filter Mapping* (QFM). Berdasarkan hasil analisis didapatkan tiga rekomendasi, yaitu modifikasi desain *soft jaw* mesin *facing and boring*, aplikasi metode *sampling* pada proses *leak test*, dan penggabungan proses *washing*.

2.2 PENGUKURAN KERJA

Suatu pekerjaan dikatakan diselesaikan secara efisien apabila waktu penyelesaiannya berlangsung paling singkat. Untuk menghitung waktu baku (*standart time*) penyelesaian pekerjaan guna memilih alternatif metode kerja yang terbaik, maka perlu prinsip-prinsip pengukuran kerja. Secara singkat pengukuran kerja adalah metode penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit output yang dihasilkan (Wignosoebroto, 2003: 169). Terdapat dua jenis pengukuran, yaitu:

1. Pengukuran secara langsung.

Pengukuran waktu yang dilakukan terhadap beberapa alternatif sistem kerja maka yang terbaik dilihat dari waktu penyelesaian tersingkat. Terdapat dua buah pengukuran kerja secara langsung yaitu pengukuran jam henti (*Stop Watch Time Study*) dan *Work Sampling*. Kelebihan pengukuran ini antara lain praktis, mencatat waktu saja tanpa harus menggunakan pekerjaan kedalam elemen-elemen pekerjaannya. Kekurangan dalam pengukuran ini hanya membutuhkan waktu lebih lama dan biaya lebih mahal.

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu

Karakteristik Penelitian	Peneliti				
	Goriwondo, Samson, dan Marecha (2011)	Lukodono (2011)	Mustakim (2009)	Daonil (2012)	Penelitian ini
Objek penelitian	Proses produksi Roti di Zimbabwe	Proses produksi traktor	Proses produksi <i>garment</i>	Lini produksi <i>machining cast wheel</i>	Proses produksi <i>car conventional battery</i>
Parameter yang diamati	<i>Type waste : Inventory, Transportasi, Motion</i>	<i>Type waste waiting</i>	Waktu proses yang terlalu lama.	Keseluruhan <i>waste</i>	Proses dengan jumlah bobot <i>waste</i> tertinggi.
Metode yang digunakan	<i>Value Stream Mapping, Seven Waste, the Waste Ranging Algorithm</i>	<i>Value Stream Mapping, Seven Waste.</i>	<i>Graphical Evaluation and Review Technique, simulation method, Value Stream Mapping</i>	<i>Value Stream Mapping, Value Stream Analysis Tool (VALSAT), Waste Assasment Model (WAM)</i>	<i>Value Stream Mapping, Process Activity Mapping (PAM), Waste Assasment Model (WAM), Ishikawa.</i>
Hasil rekomendasi penelitian	<i>First In Fisrt Out (FIFO), mendesain kembali mesin potong roti.</i>	Penerapan metode Kanban pada PT X	Rekomendasi berupa <i>mutual relief movement</i> , tata ruang, rotasi pekerjaan, pengangkutan tunggal pada stasiun kerja.	Modifikasi desain <i>soft jaw</i> , aplikasi metode <i>sampling</i> , dan penggabungan proses <i>washing</i>	Perancangan sistem <i>kanban</i> , perancangan palet, dan pemberian <i>earplug</i> pada operator

2. Pengukuran secara tidak langsung.

Pengukuran secara tidak langsung merupakan pengukuran waktu yang ditunjukkan untuk mendapatkan waktu terbaik yang dibutuhkan secara normal. Terdapat dua buah pengukuran secara tidak langsung yaitu, data waktu baku (standar data) dan data waktu gerakan. Kelebihan yang dimiliki pengukuran ini seperti, waktu relatif singkat, tanpa mencatat elemen-elemen gerakan pekerja satu per satu, biaya lebih murah dan *predetermined* yaitu kemampuan memprediksi suatu penyelesaian pekerjaan. Kekurangan dalam pengukuran ini antara lain seperti, belum ada tabel data waktu gerakan yang menyeluruh, tabel yang digunakan adalah untuk orang eropa dan dibutuhkan ketelitian yang tinggi (Sutalaksana, 1979)

Dalam melakukan pengukuran kerja pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode jam henti (*stopwatch time study*). Metode ini digunakan karena aktivitas yang dilakukan oleh operator berulang-ulang dan kontinyu.

2.2.1 Stopwatch Time Study

Sesuai dengan namanya, maka pengukuran waktu ini menggunakan jam henti (*stopwatch*) sebagai alat utamanya. Urutan pengukuran waktu kerja dengan menggunakan *stopwatch time study* adalah:

1. Menetapkan tujuan pengukuran.
2. Menentukan elemen kerja yang akan diukur.
3. Melakukan pengukuran waktu pada setiap elemen kerja dengan *stopwatch*.
4. Uji keseragaman data

Uji keseragaman data dapat dilakukan dengan cara peta kontrol. Peta kontrol yang digunakan adalah peta kontrol \bar{x} . Berikut prosedur dalam pembuatan peta kontrol \bar{x} (Sutalaksana, 1979).

- a. Data disusun dalam kelompok.
- b. Hitung *mean* dengan perhitungan:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{k} \quad (2.1)$$

sumber: Sutalaksana (1979)

Keterangan:

\bar{x}_i = rata-rata dari subgroup

k = jumlah subgroup.

- c. Menghitung standar deviasi

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^k (x_{ij} - \bar{x})^2}}{N-1} \quad (2.2)$$

sumber: Sitalaksana (1979)

Keterangan:

N= Jumlah pengamatan pendahuluan yang dilakukan.

x= Waktu pengamatan.

- d. Menghitung standar deviasi rata-rata subgroup.

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{n} \quad (2.3)$$

sumber: Sitalaksana (1979)

Keterangan:

N= Jumlah subgroup

- e. Menghitung Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma \quad (2.4)$$

$$BKb = \bar{x} - 3\sigma \quad (2.5)$$

sumber: Sitalaksana (1979)

- f. Membuat peta kontrol dan memetakan tiap harga rata-rata subgroup.

5. Uji kecukupan data

Uji kecukupan bertujuan untuk melihat apakah data yang dikumpulkan telah cukup secara statistik atau tidak. Rumus uji kecukupan data adalah sebagai berikut.

$$N' = \frac{\frac{k}{s} N (\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}{x_i^2} \quad (2.6)$$

Sumber: Wignosoebroto (2003)

Keterangan:

k = tingkat kepercayaan yang digunakan 95%, k = 1,96

s = derajat ketelitian 5%, s= 0,05

x = jumlah pengamatan yang diambil.

N = jumlah data pengamatan yang telah diambil dan telah seragam.

N' = jumlah data pengamatan yang harus diambil.

6. Perhitungan waktu standar

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menentukan waktu standar adalah:

a. Menentukan *Performance Rating* operator

Performance Rating adalah teknik untuk menyamakan waktu hasil observasi terhadap seorang operator dalam menyelesaikan suatu pekerjaan tersebut. Metode yang umumnya digunakan untuk menentukan *Performance Rating* adalah *Westing House System's Rating*. Metode *Westing House System's Rating* mempertimbangkan empat faktor, yaitu kecakapan (*Skill*), usaha (*Effort*), kondisi kerja (*Working Condition*) dan keajegan (*Consistency*) dari operator selama melakukan kerja. Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa *skill*, *effort*, *working condition*, dan *consistency* semua operator dalam kondisi normal dan wajar.

b. Waktu Normal

Waktu normal untuk suatu operasi adalah semata-mata menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualitas baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada kecepatan atau tempo kerja yang normal. Dalam menentukan waktu normal, digunakan persamaan sebagai berikut:

$$W_n = \text{waktu pengaturan} \times \frac{\text{factor rating \%}}{100\%} \quad (2.9)$$

Sumber: Wignosoebroto (2003)

c. *Allowance*

Pada kenyataannya operator tidak mampu untuk bekerja secara terus menerus, operator memerlukan waktu khusus untuk keperluan seperti *personal needs*, istirahat karena alasan-alasan lain yang diluar kontrolnya. Waktu khusus ini disebut sebagai waktu longgar atau *allowance*. Penentuan nilai *allowance* berdasarkan pada table *allowance* pada lampiran 4.

d. Sebagaimana dijelaskan di atas bahwa ada operator yang mampu bekerja terus menerus, maka pada saat menentukan waktu standar akan diperhitungkan juga *allowance* yang diperlukan oleh operator. Dengan demikian waktu standar dapat ditentukan dengan persamaan:

$$W_s = \text{waktu normal} \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ allowance}} \quad (2.10)$$

Sumber: Wignosoebroto (2003)

2.3 VALUE STREAM MAPPING

Value stream adalah aliran utama semua aktivitas baik *value added* dan *non value added activity* yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu produk, yaitu aliran produksi dari *raw material* hingga ke tangan konsumen dan aliran desain dari konsep sampai

launching produk. Perspektif *value stream* berarti bekerja pada suatu gambar yang besar, bukan hanya proses individu, optimisasi sebagian saja, tetapi memperbaiki secara keseluruhan. *Value Stream Mapping* adalah suatu metode untuk menggambarkan proses aktual untuk memproduksi barang dengan memetakan baik aliran material dan juga aliran informasi pada semua level, tidak hanya pada proses individual tetapi juga mencakup *supplier* dan konsumen. Dalam VSM akan dihitung rasio dari waktu untuk kegiatan yang menambah nilai (*value added activity*) kemudian mempelajari bagaimana untuk mengembangkan *future VSM*, aliran informasi dan material berdasarkan *flow* dan *pull* yang sesuai dengan *takt time* (Rother dan Shook, 1999).

Value Stream Mapping memberikan gambaran yang nyata yang digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas yang tidak bernilai didalam perusahaan. Seperti dapat disimpulkan dari Rother dan Shook (1999) beberapa keuntungan dari VSM adalah sebagai berikut:

- a. Untuk membantu perusahaan dalam usaha visualisasi lebih dari sekedar level proses tunggal.
- b. Pemetaan membantu perusahaan tidak hanya melihat *waste* yang ada tetapi juga sumber penyebab *waste* yang terdapat dalam *value stream*.
- c. Sebagai dasar dari rencana implementasi, dengan membantu perusahaan merancang bagaimana keseluruhan aliran.

Dua tipe dari *Value Stream Mapping* adalah *Current State Map* dan *Future State Map*.

2.3.1 *Current State Map*

Current State Map berfungsi untuk memetakan kondisi di lantai pabrik saat ini, sehingga dapat mengidentifikasi *waste* apa saja yang terjadi. Tahap pembuatan *Current State Map* adalah sebagai berikut:

1. Penentuan *Family Product* yang akan dijadikan sebagai *Model Line*.

Tujuan pemilihan *model line* adalah agar penggambaran sistem fokus pada satu produk saja yang bisa dianggap sebagai acuan dan representasi dari sistem produksi yang ada.

2. Penentuan *Value Stream Manager*

Value stream manager adalah orang yang paham mengenai proses keseluruhan dalam *value stream* suatu produk, sehingga dapat membantu dalam memberikan saran bagi perbaikan *value stream* produk tersebut.

3. Pembuatan peta untuk setiap kategori proses di sepanjang *value stream*.

Selama proses penggambaran peta berjalan maka seluruh informasi kritis seperti *lead time*, *cycle time*, *change over time*, *uptime*, jumlah operator, dan waktu kerja perlu didokumentasikan. Semua informasi tersebut akan dimasukkan ke dalam *data box* untuk masing-masing proses. Untuk pembuatan *data box*, maka ukuran-ukuran yang diperlukan antara lain:

a. *Cycle time*

Cycle time menyatakan waktu normal untuk menyelesaikan satu produk, yang seharusnya lebih rendah atau sama dengan *takt time* (Gazpers, 2006). *Cycle time* dapat diartikan waktu yang dibutuhkan oleh satu operator untuk menyelesaikan seluruh kegiatan kerja dalam membuat satu *part* sebelum mengulangi kegiatan untuk *part* selanjutnya.

b. *Lead time*

Menyatakan waktu yang dibutuhkan untuk seluruh proses atau dalam satu *value stream*, mulai dari awal hingga akhir proses.

c. *Change over*

Menyatakan waktu yang dibutuhkan untuk mengubah posisi dari memproduksi satu jenis produk menjadi produk lainnya.

d. *Uptime*

Menyatakan kapasitas mesin yang digunakan dalam mengerjakan satu proses.

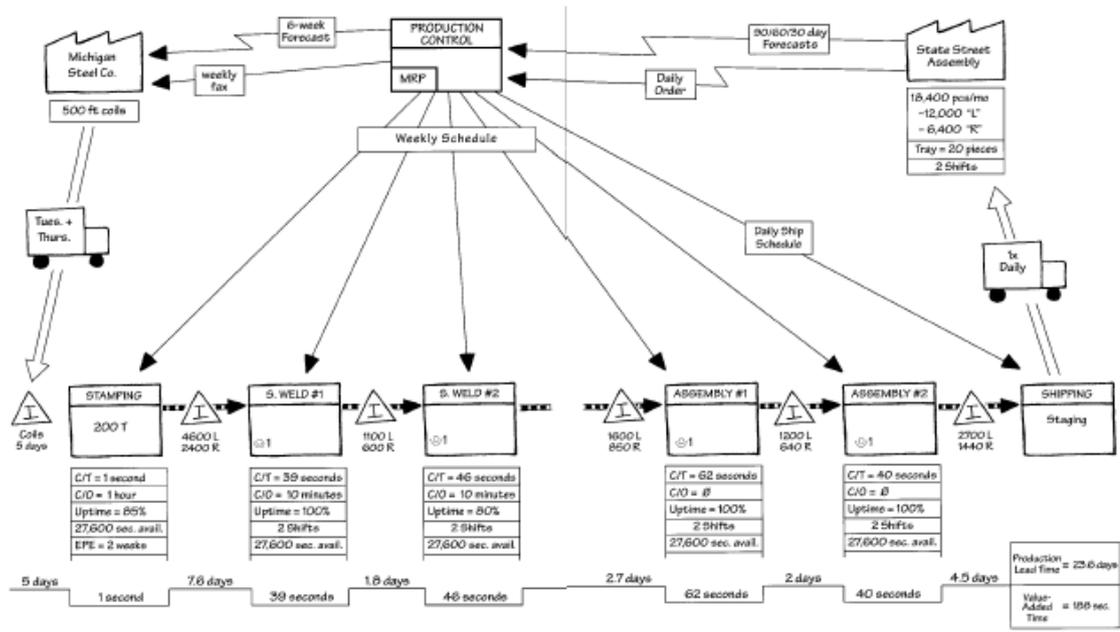
e. Jumlah operator

Menyatakan jumlah orang yang dibutuhkan untuk satu proses.

f. Waktu kerja

Waktu kerja yang dibutuhkan untuk tiap *shift* pada suatu proses sesudah dikurangi dengan waktu istirahat, waktu rapat, dan waktu membersihkan area kerja.

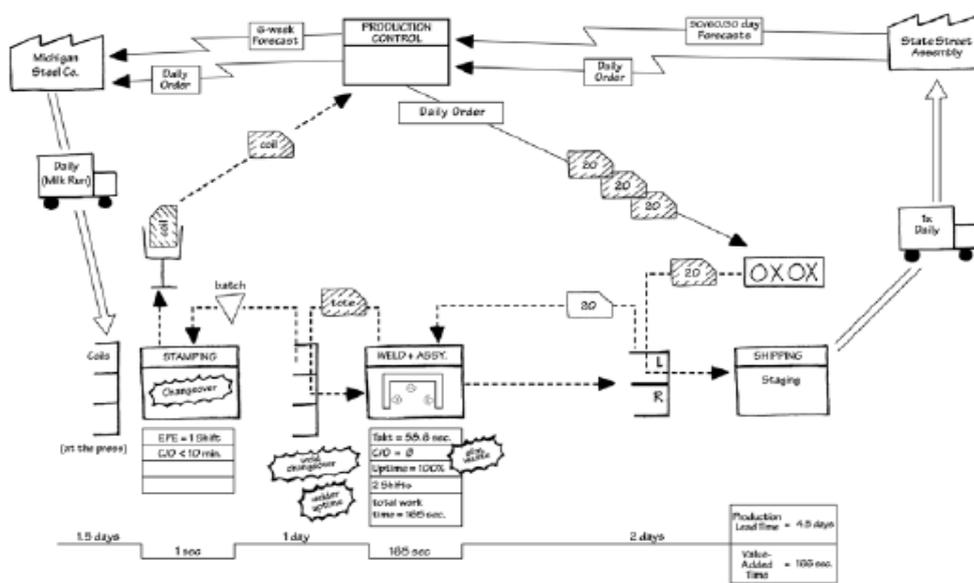
Gambar 2.1 adalah contoh dari *Current State Map*. Dari Gambar 2.1 dapat diketahui bahwa terdapat dua jenis informasi, yaitu informasi manual dan informasi elektronik. Informasi manual berupa jadwal harian yang dikeluarkan oleh departemen *production control* kepada rantai produksi. Informasi elektronik dikeluarkan oleh departemen *production control* kepada *supplier* dan oleh *customer* kepada departemen *production control*. Aliran yang terjadi dalam perusahaan adalah aliran *push*, yaitu aliran komponen dari awal proses menuju akhir proses. Terdapat *inventory* di awal dan diantara beberapa proses.



Gambar 2.1 Contoh Current State Map
Sumber: Rother & Shook, 1999

2.3.2 Future State Map

Tujuan dari Value Stream Mapping adalah untuk mengetahui dengan jelas sumber-sumber waste dan membantu dalam membuat area target dalam proses perbaikan yang nyata. Future State Map tidak lebih dari sekedar implementasi rencana yang menjelaskan tool yang dibutuhkan dalam proses untuk mengeliminasi waste dan di tempat mana tool tersebut diperlukan dalam value stream produk. Gambar 2.2 adalah contoh dari Future State Map.



Gambar 2.2 Contoh Future State Map
Sumber: Rother & Shook, 1999

2.3.3 Langkah-Langkah dalam Menggambar *Value Stream Mapping*

Berikut adalah langkah-langkah dalam menggambar *Value Stream Mapping* secara umum.

1. Menggambar simbol *outside source* yang mempresentasikan konsumen, *supplier*, dan *production control*.
2. Menggambar kotak data di bawah simbol *outside source* dan memasukkan kebutuhan konsumen di dalamnya, termasuk jumlah dalam hari dan bulan.
3. Masukkan data pengiriman dan penerimaan, gambarkan simbol pengiriman dan arahnya di bawah media pengiriman. Terakhir gambarkan media pengiriman di bawah *supplier* beserta frekuensi dan arah.
4. Gambarkan operasi yang berlangsung dari *supplier* sampai ke konsumen.
5. Masukkan data proses seperti waktu siklus dan *uptime*.
6. Gambarkan aliran informasi baik secara elektronik dan manual.
7. Gambarkan persediaan (*inventory*) diantara proses, termasuk barang dalam proses (*work in process*), kemudian hitung waktu untuk *inventory* tersebut.
8. Gambarkan aliran *push*, *pull* atau gabungannya.

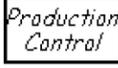
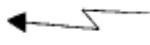
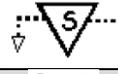
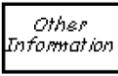
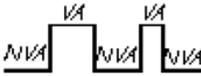
2.3.4 Simbol dalam *Value Stream Mapping*

Table 2.2 adalah simbol-simbol yang digunakan dalam *Value Stream Mapping*.

Tabel 2.2 Simbol-simbol *Value Stream Mapping*

Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Outside Source</i>	Representasi dari <i>supplier</i> dan konsumen.
	<i>Dedicated Process</i>	Proses, operasi, mesin atau departemen di mana material mengalir.
	<i>Shared Process</i>	Proses, operasi, mesin atau departemen di mana saling berbagi dengan <i>value stream</i> yang lain.
	<i>Data Box</i>	Tempat menuliskan informasi.
	<i>Workcell</i>	Indikasi dari multi operasi yang terintegrasi dalam <i>workcell</i>
	<i>Inventory</i>	Menunjukkan persediaan antara dua proses. Juga untuk persediaan <i>raw material</i> dan barang jadi.
	<i>Shipments</i>	Menunjukkan pergerakan dari <i>raw material</i> dari pemasok dan di tempat pengiriman ke konsumen.
	<i>Push Arrow</i>	Menunjukkan aliran <i>push</i> .
	<i>Supermarket</i>	Persediaan yang sedikit tersedia dan operasi-operasi di bawahnya akan datang untuk mengambil sesuai dengan yang dibutuhkan.
	<i>Material Pull</i>	Supermarket terhubung ke operasi di bawahnya dengan aliran <i>pull</i> .

Tabel 2.2 Simbol-simbol *Value Stream Mapping* (lanjutan)

Simbol	Nama	Keterangan
	FIFO Lane	<i>First-In-First-Out</i> inventory dengan maksimum persediaan.
	Safety Stock	Digunakan untuk persediaan yang berfungsi sebagai penahan terhadap masalah sehingga tidak terjadi kekurangan stok.
	External Shipment	Pengiriman dari pemasok ke konsumen dengan transportasi luar.
	Production Control	Pusat penjadwalan dan kontrol.
	Manual Info	Aliran informasi secara manual, dapat berupa memo, laopran, dan percakapan.
	Elektronik Info	Aliran informasi secara elektronik.
	Production Kanban	Sinyal untuk proses sebelumnya untuk menyediakan lebih lagi ke proses di bawahnya.
	Withdrawal Kanban	Menginstruksikan operator untuk pergi ke supermarket dan mengambil barang yang dibutuhkan.
	Signal Kanban	Digunakan untuk level persediaan antara dua proses telah mencapai nilai minimum.
	Kanban Post	Lokasi di mana sinyal kanban diletakkan.
	Mrp/Erp	Penjadwalan dengan sistem.
	Go See	Pengumpulan informasi dengan melihat langsung.
	Verbal Information	Aliran informasi verbal.
	Kaizen Burst	Menandakan perencanaan perbaikan dan rencana untuk mencapai <i>future state</i> .
	Operator	Menandakan pekerja.
	Other	Informasi lainnya yang mungkin berguna.
	Timeline	Menunjukkan waktu siklus dan waktu menunggu

Sumber: Rother & Shook (1999)

2.4 KONSEP SEVEN WASTE

Dengan menghilangkan pemborosan (*waste*) yang terjadi di dalam perusahaan merupakan salah satu cara efektif yang dapat meningkatkan keuntungan dalam proses manufaktur dan distribusi bisnis perusahaan. Dalam upaya menghilangkan *waste*, maka sangatlah penting untuk mengetahui apakah *waste* itu dan di mana *waste* berada.

Ada 7 macam *waste* yang didefinisikan menurut Shigeo Shingo (*Hines & Taylor, 2000: 9*) yaitu:

1. *Overproduction*

Dapat berupa produksi yang terlalu banyak atau terlalu cepat sehingga mengakibatkan *inventory* yang berlebih serta terganggunya aliran informasi dan material.

2. *Defects*

Dapat berupa kesalahan pada proses dokumentasi, permasalahan pada kualitas produk yang dihasilkan, dan atau *delivery performance* yang buruk.

3. *Unnecessary Inventory*

Dapat berupa kuantitas *storage* yang berlebih serta *delay* material atau produk sehingga mengakibatkan peningkatan biaya dan penurunan kualitas pelayanan terhadap *customer*.

4. *Inappropriate processing*

Dapat berupa terjadinya kesalahan proses produksi yang diakibatkan oleh kesalahan penggunaan *tools* dan atau kesalahan prosedur/sistem.

5. *Excessive transportation*

Dapat berupa pemborosan waktu, tenaga, dan biaya akibat pergerakan yang berlebihan dari pekerja, informasi, dan atau material/produk.

6. *Waiting*

Dapat berupa ketidakaktifan dari pekerja, informasi, dan atau material/produk dalam waktu yang relatif panjang sehingga mengakibatkan terganggunya aliran serta *lead times* produksi.

7. *Unnecessary motion*

Dapat berupa lingkungan kerja yang tidak kondusif sehingga mengakibatkan buruknya konsep ergonomi dalam proses kerja yang dilakukan.

2.5 MACAM- MACAM AKTIVITAS

Pada saat berpikir tentang *waste*, akan lebih mudah bila mendefinisikan suatu aktivitas kedalam tiga jenis aktivitas yang berbeda yaitu:

1. *Value Added (VA) Activity*.

Segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa yang memberikan nilai tambah dimata konsumen.

2. *Non Value Added (NVA) Activity*.

Segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa yang tidak memberikan nilai tambah dimata konsumen. Aktivitas inilah yang disebut *waste* yang harus dijadikan target untuk segera dihilangkan.

3. *Necessary Non Value Added (NNVA) Activity*.

Segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa yang tidak memberikan nilai tambah dimata konsumen tetapi diperlukan kecuali apabila sudah ada perubahan pada proses yang ada. Aktivitas ini biasanya sulit untuk dihilangkan dalam waktu singkat, sehingga harus dijadikan target untuk melakukan perubahan dalam jangka waktu yang cukup lama (*Hines & Taylor, 2000: 10*)

2.6 PROCESS ACTIVITY MAPPING

Untuk membantu mengetahui kondisi perusahaan secara lebih detail digunakan metode *Process Activity Mapping (PAM)*. PAM merupakan pendekatan teknis yang bisa dipergunakan dalam aktivitas-aktivitas di lantai produksi. Walaupun demikian, perluasan dari *tool* ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi *lead time* dan produktivitas baik aliran produksi fisik maupun informasi. Konsep dasar dari *tool* ini adalah memetakan setiap tahap aktivitas yang terjadi mulai dari operasi, transportasi, inspeksi, *delay*, dan *storage*, kemudian mengelompokkannya dalam tipe -tipe aktivitas yang ada, mulai dari *Value Added (VA)*, *Non Value Added (NVA)*, dan *Necessary Non Value Added (NNVA) Activity*. Tujuan pemetaan ini adalah untuk membantu memahami aliran proses, mengidentifikasi adanya *waste*, mengidentifikasi apakah suatu proses dapat diatur kembali menjadi lebih efisien, mengidentifikasi perbaikan aliran penambahan nilai. Tahapan dalam pembuatan *Process Activity Mapping* adalah sebagai berikut:

1. Mencatat semua aktivitas yang dilakukan dalam proses produksi yang meliputi elemen kerja, waktu proses, dan waktu perpindahan, serta jumlah operator.

2. Mengklasifikasikan aktivitas tersebut kedalam aktivitas *Operation (O)*, *Transport (T)*, *Inspection (I)*, *Storage (S)*, dan *Delay (D)*.
 3. Menganalisa proporsi aktivitas yang tergolong ke dalam VA, NVA, NNVA.
- Kemudian semua data direkap dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Tabel *Process Activity Mapping*

No	Step	Flow	Machine	Distance	Time	People	O	T	I	S	D	Comment
1												
2												
3												
4												
5												

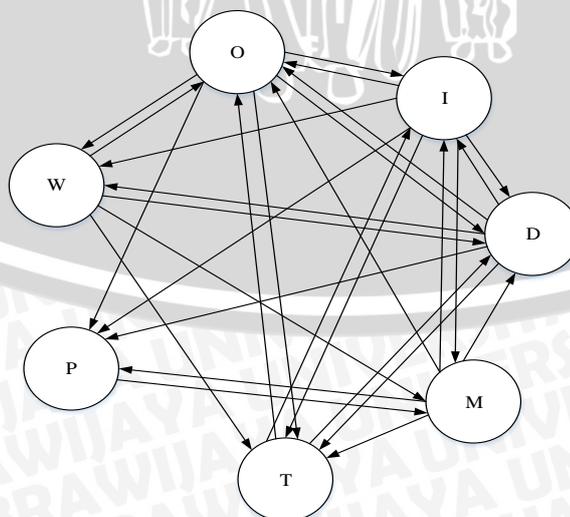
Sumber: Hines dan Rich (1997)

2.7 WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM)

Ketika *waste* sudah teridentifikasi, kemudian dilakukan proses merangking *waste* dengan menggunakan metode *Waste Assessment Model*. WAM merupakan suatu model yang dikembangkan untuk menyederhanakan pencarian dan permasalahan *waste* dan mengidentifikasi untuk mengeliminasi *waste* (Rawabdeh, 2005: 800). Model ini menggambarkan hubungan antara *seven waste*. WAM terdiri *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Quisioner* (WAQ).

2.7.1 Seven Waste Relationship

Semua jenis *waste* bersifat *inter-independent*, dan berpengaruh terhadap jenis lain. Gambar 2.3 menunjukkan pengaruh antar *waste*.



Gambar 2.3 Hubungan Antar *Waste*
 Sumber: Rawabdeh, 2005

Keterangan:

O	: <i>Overproduction</i>	T	: <i>Excessive transportation</i>
I	: <i>Unnecessary Inventory</i>	P	: <i>Inappropriate processing</i>
D	: <i>Defects</i>	W	: <i>Waiting</i>
M	: <i>Unnecessary motion</i>		

Untuk mengembangkan kekuatan dari *waste relationship* dikembangkan suatu pengukuran dengan kuisisioner. Tabel 2.4 memperlihatkan kriteria pengukuran yang berupa enam pertanyaan dengan tiap jawaban memiliki rentang bobot 0 sampai 4.

Tabel 2.4 Kriteria untuk Pembobotan Kekuatan *Waste Relationship*

No	Pertanyaan	Jawaban	Skor
1	Apakah <i>waiting</i> mempengaruhi <i>defect</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	4 2 0
2	Bagaimana jenis hubungan antara <i>waiting</i> dan <i>defect</i> ?	a. Jika <i>waiting</i> naik, maka <i>defect</i> naik b. jika <i>waiting</i> naik, maka <i>defect</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	2 1 0
3	Dampak terhadap <i>defect</i> karena <i>waiting</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Sering tidak muncul	4 2 0
4	menghilangkan dampak <i>waiting</i> terhadap <i>defect</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode <i>engineering</i> b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	2 1 0
5	dampak <i>waiting</i> terhadap <i>defect</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Leadtime</i> d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan <i>leadtime</i> f. Produktivitas dan <i>leadtime</i> g. Kualitas, produktifitas, dan <i>lead time</i>	1 1 1 2 2 2 4
6	sebesar apa dampak <i>waiting</i> terhadap <i>defect</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	4 2 0

Sumber : Rawabdeh, 2005

Keenam pertanyaan di atas diajukan untuk masing-masing hubungan *waste*. Skor yang diperoleh dari enam pertanyaan tersebut kemudian ditotal untuk didapatkan nilai total tiap hubungan. Nilai total tersebut kemudian dikonversi menjadi simbol (A, I, U, E, O, dan X) dengan acuan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Konversi Rentang Skor Keterkaitan Antar *Waste*

<i>Range</i>	<i>Type of Relationship</i>	<i>Symbol</i>
17-20	<i>Absolutely Necessary</i>	A
13-16	<i>Especially Important</i>	E
9-12	<i>Important</i>	I
5-8	<i>Ordinary Closeness</i>	O
1-4	<i>Unimportant</i>	U
0	<i>No Relation</i>	X

Sumber : Rawabdeh, 2005

2.7.2 *Waste Relationship Matrix*

Berdasarkan perhitungan hasil keterkaitan *waste*, maka dapat dibuat *waste relationship matrix* seperti pada Gambar 2.4.

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	A	E	I	I	E	X	I
I	E	A	I	E	E	X	X
D	I	I	A	I	E	X	E
M	X	O	O	A	X	I	O
T	O	O	O	I	A	X	O
P	O	O	E	I	X	A	I
W	O	O	I	X	X	X	A

Gambar 2.4 *Waste Relationship Matrix*

Sumber : Rawabdeh, 2005

Untuk penyederhanaan *matrix* kemudian dikonversikan ke dalam bentuk persentase. *Waste Relationship Matrix* dikonversikan ke dalam angka dengan acuan A=10, E=8, I=6, O=4, U=2, dan X=0.

2.7.3 *Waste Assessment Questionnaire*

Nilai *waste* yang didapat dari WRM selanjutnya digunakan untuk penilaian awal WAQ berdasarkan jenis pertanyaan. Kuesioner *assessment* ini terdiri dari 68 pertanyaan yang berbeda. Beberapa pertanyaan ditandai dengan tulisan “*From*”, maksudnya adalah pertanyaan tersebut menjelaskan jenis *waste* yang ada saat ini yang dapat memicu munculnya jenis *waste* lainnya berdasarkan WRM. Pertanyaan lainnya ditandai dengan tulisan “*TO*”, yang artinya pertanyaan tersebut menjelaskan tiap jenis *waste* yang ada saat ini bisa terjadi karena dipengaruhi jenis *waste* lainnya. Setiap pertanyaan memiliki 3 pilihan jawaban dan masing-masing jawaban diberi bobot 1, 0.5, atau 0. Ada 3 jenis pilihan jawaban untuk tiap pertanyaan kuesioner, yaitu “Ya”, “Sedang”, dan “Tidak”. Skor untuk ketiga jenis pilihan jawaban kuesioner dibagi menjadi 2 kategori, yaitu:

- a. Kategori pertama, atau kategori A adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan adanya pemborosan. Skor jawaban untuk kategori A adalah: 1 jika “Ya”, 0,5 jika “Sedang”, dan 0 jika “Tidak”.
- b. Kategori kedua, atau kategori B adalah jika jawaban “Ya” berarti diindikasikan tidak ada pemborosan yang terjadi. Skor jawaban untuk kategori B adalah: 0 jika “Ya”, 0,5 jika “Sedang”, dan 1 jika “Tidak”.

Ranking akhir *waste* tergantung pada kombinasi jawaban, karena dari hasil kuesioner nanti akan diproses dengan suatu algoritma yang terdiri dari 8 langkah yang telah dikembangkan untuk menilai dan meranking *waste* yang ada. Pengukuran peringkat *waste* mengikuti 8 langkah sebagai berikut.

1. Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuesioner berdasarkan catatan “From” dan “To” untuk tiap jenis *waste*..
2. Memberikan bobot untuk tiap pertanyaan kuesioner berdasarkan *waste* relationship matrix.
3. Membagi tiap bobot dalam satu baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan (N_i).
4. Menghitung jumlah skor tiap kolom jenis *waste*, dan frekuensi (F_j) dari munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0.
5. Memasukkan nilai dari hasil kuesioner (1; 0,5; atau 0) ke dalam setiap bobot nilai di tabel, kemudian menghitung nilai rata-rata dan memasukkannya ke dalam kolom rata-rata jawaban.
6. Menghitung total skor untuk tiap nilai bobot pada kolom *waste* dan frekuensi (f_j) untuk nilai bobot pada kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0.

$$S_j = \sum_{k=1}^k x_k \frac{W_{j,k}}{N_i} \quad (2.12)$$

Sumber : Rawabdeh, 2005

Di mana s_j adalah total untuk nilai bobot *waste*, dan X_k adalah nilai dari jawaban tiap pertanyaan kuesioner (1; 0,5; atau 0).

7. Menghitung indikator awal untuk tiap *waste* (Y_j). Indikator ini hanya berupa angka yang masih belum mempresentasikan bahwa tiap jenis *waste* dipengaruhi oleh *waste* yang lain.

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f}{F_j} \quad (2.13)$$

Sumber : Rawabdeh, 2005

8. Menghitung nilai final *waste* faktor ($Y_{j\text{final}}$) dengan memasukkan faktor probabilitas pengaruh antar jenis *waste* (P_j) berdasarkan total “from” dan “To”

pada WRM. Kemudian mempresentase-kan bentuk final *waste* faktor yang diperoleh sehingga bisa diketahui peringkat level dari masing-masing *waste*.

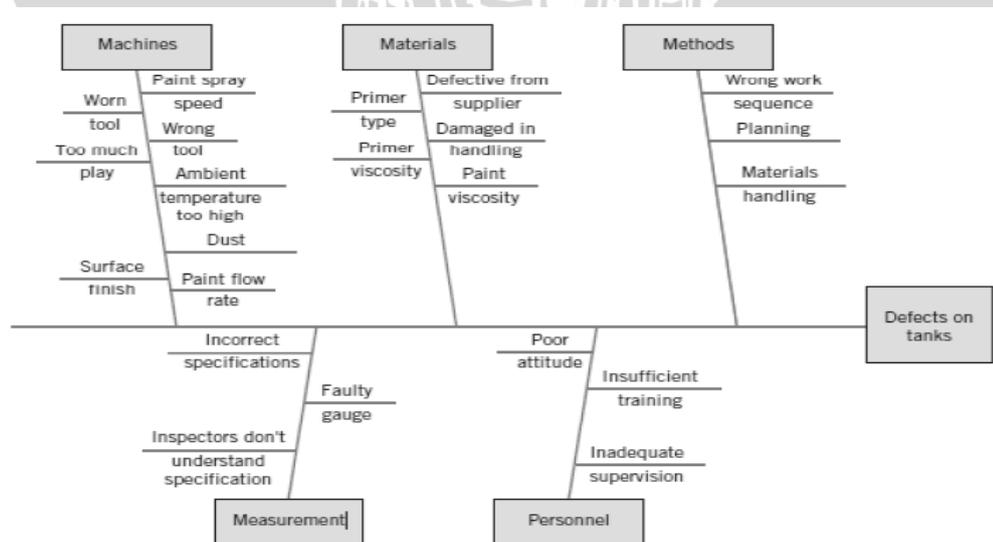
$$Y_j \text{ final} = Y_j \times P_j = \frac{S_j}{S_j} \times \frac{f}{F_j} \times P_j \quad (2.14)$$

Sumber : Rawabdeh, 2005

2.8 DIAGRAM ISHIKAWA

Ketika telah dilakukan identifikasi dan merangking *waste*, langkah selanjutnya yaitu menganalisa penyebab potensial dari akibat yang tidak diinginkan dengan menggunakan diagram *Ishikawa*. Diagram *Ishikawa* biasa disebut dengan diagram tulang ikan atau *fishbone*. Diagram *Ishikawa* adalah alat yang berguna untuk mengidentifikasi penyebab potensial dari akibat yang ditimbulkan (Wignjosoebroto, 2006: 268). Dalam penelitian ini diagram *Ishikawa* digunakan sebagai metode untuk mencari penyebab permasalahan pada proses dengan bobot *waste* tertinggi untuk kemudian dicari solusi dari permasalahan tersebut.

Hal yang paling penting agar mampu mencapai solusi masalah yang efektif dan efisien adalah memahami bahwa setiap akibat memiliki paling sedikit dua penyebab dalam bentuk penyebab yang dapat dikendalikan dan penyebab yang tidak dapat dikendalikan. Untuk setiap penyebab yang tidak dapat dikendalikan terdapat lagi dua kategori penyebab yaitu penyebab yang dapat diprediksi dan penyebab yang tidak dapat diprediksi. Kedua jenis penyebab yaitu penyebab yang dapat dikendalikan dan penyebab yang tidak dapat dikendalikan namun dapat diprediksi (Gazpersz, 2006: 180). Gambar 2.5 merupakan contoh dari diagram *Ishikawa*.



Gambar 2.5 Diagram *Ishikawa*
Sumber: Montgomery, 2009

2.9 KANBAN

Metode *Kanban* digunakan dalam usulan perbaikan untuk minimasi *waste* pada proses terpilih. Metode *kanban* dipilih karena dapat mengurangi *waste* yang terjadi dengan informasi yang disampaikan melalui kartu *kanban*, terutama dapat mengurangi *waste waiting*. Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai definisi *kanban*, manfaat, dan cara perhitungan *kanban*.

2.9.1 Definisi *Kanban*

Menurut Monden *kanban* adalah suatu alat untuk mencapai *Just In Time*. *Kanban* berupa kartu yang biasanya ditaruh dalam amplop vinil berbentuk empat persegi panjang. Ada dua macam *kanban*, yaitu *kanban* pengambilan dan *Kanban* perintah produksi. *Kanban* pengambilan berisikan tentang jumlah dan jenis dari produk yang akan diambil dari proses sebelumnya. *Kanban* perintah produksi berisikan tentang jumlah dan jenis produk yang harus dibuat proses sebelumnya.

Ada beberapa jenis *Kanban* yang lain, yaitu untuk melaksanakan pengambilan dari penjual (pemasok suku cadang atau bahan, juga disebut kontraktor) digunakan *Kanban* pemasok (*Kanban* subkontraktor). *Kanban* pemasok berisi perintah yang meminta pemasok atau subkontraktor untuk mengirimkan suku cadang. Berikutnya, untuk menetapkan spesifikasi produksi lot digunakan *Kanban* pemberi tanda. *Kanban* pemberi tanda ditempelkan pada suatu kotak dalam lot, kalau pengambilan mencapai kotak yang ditemplei *Kanban* ini, maka instruksi produksi harus digerakkan. Dua jenis *Kanban* ini adalah *Kanban* segitiga dan *Kanban* peminta bahan.

2.9.2 Fungsi *Kanban*

Menurut Yasuhiro Monden secara terperinci sistem *Kanban* digunakan untuk melakukan fungsi sebagai berikut:

1. Perintah

Kanban berlaku sebagai alat perintah antara produksi dan pengiriman. *Kanban* yang dituliskan merupakan suatu alamat yang menginformasikan proses sebelum tempat penyimpanan komponen yang telah diolah, dan menginformasikan proses yang sesudah tempat komponen yang dibutuhkan.

2. Pengendalian diri sendiri untuk mencegah *overproduction*.

Sistem *Kanban* merupakan mekanisme pengendalian diri sendiri sehingga memungkinkan tiap proses melakukan penyesuaian kecil terhadap pasokan untuk jadwal produksi bulannya karena adanya fluktuasi permintaan bulanan.

3. Pengendalian Visual

Sistem *Kanban* berlaku sebagai alat untuk pengendalian visual karena bukan saja memberikan informasi numerik, tetapi juga informasi fisik dalam bentuk kartu *Kanban*.

4. Perbaikan Proses dan Operasi Manual

Penggunaan sistem *Kanban* untuk membantu perbaikan operasi sangat dibutuhkan karena peningkatan produktivitas mengakibatkan perbaikan keuangan sehingga memperbaiki perusahaan secara keseluruhan.

2.9.3 Menghitung Jumlah *Kanban*

Sistem *Kanban* adalah sistem tarik, dimana proses sesudah memesan unit yang diperlukan dari proses sebelum dalam jumlah yang tepat pada saat yang tepat, dan kemudian proses sebelum memproduksi unit tersebut sebanyak yang diambil. Akibatnya sistem *Kanban* dapat ditinjau dari sudut sistem pengendalian persediaan. Terdapat dua jenis sistem pengendalian persediaan, yaitu:

1. Sistem jumlah pesanan tetap
2. Sistem siklus pesanan tetap

Dalam sistem *Kanban*, jumlah keseluruhan komponen yang akhirnya disimpan pada proses berikutnya dan jumlah *Kanban* yang disampaikan ke proses sebelumnya, ditentukan oleh kedua jenis sistem persediaan tersebut. Walaupun terdapat persamaan dasar antara sistem *Kanban* dengan sistem pengendalian persediaan, terdapat banyak perbedaan penting. Contohnya, apabila menggunakan *Kanban*, persediaan tidak perlu diperiksa terus menerus karena jumlah *Kanban* Pengambilan yang dilepaskan adalah jumlah yang harus dipesan. Tetapi dalam “siklus pesanan tetap” jumlah persediaan harus diperiksa pada tiap waktu pemesanan, dan jumlah tersebut harus dikurangi dari jumlah baku.

Dalam Sistem Produksi Toyota terdapat dua jenis sistem pengambilan yang sesuai dengan kedua sistem pengendalian persediaan tersebut, yaitu sistem pengambilan jumlah tetap, siklus tidak tetap dan sistem pengambilan siklus tetap, jumlah tidak tetap.

1. Sistem pengambilan jumlah tetap, siklus tidak tetap

Pada sistem pengambilan jumlah tetap untuk mengurangi waktu pemesanan produksi, ukuran lot harus dibuat sekecil mungkin dan jumlah penyiapan per hari harus ditambah. Bila metode penyiapan telah diperbaiki, dan jarak antara proses sesudah dan proses sebelum telah pendek, “jumlah tetap” akan setara dengan satu lot yang sesuai dengan satu lembar *Kanban*. Bila proses sesudah mengambil satu lot (jumlah tetap), maka proses sebelum harus mengambil lot yang dikosongkan dan dengan segera memproduksi unit sejumlah yang harus diisikan dalam lot. Rumus yang digunakan untuk menghitung jumlah keseluruhan *Kanban* yang digunakan yaitu:

$$Y = \frac{D \times L \times (1 + \alpha)}{K} \quad (2.15)$$

Sumber: Monden (2000, 37)

Dimana:

D = *Demand* per hari (pcs)

L = *Lead Time* (hari)

α = Koefisien Pengaman

K = Kapasitas Kotak (pcs)

2. Sistem pengambilan siklus tetap, jumlah tidak tetap

Sistem pengambilan ini berlaku untuk waktu pemesanan yang relatif lama karena disebabkan oleh jarak yang lebih jauh, sehingga waktu pengirimannya menjadi lebih lama. Dengan sistem ini tanggal pemesanan ulang dibuat tetap dan jumlah yang dipesan bergantung pada penggunaan sejak pesanan terdahulu diberikan dan perkiraan selama waktu pemesanan. Perkiraan ini terjadi setelah pesanan diberikan, tetapi pesanan tersebut belum diterima. Satu hal yang penting dilakukan apabila perusahaan akan menerapkan sistem *Kanban* adalah menentukan jumlah *Kanban* yang harus disuplai ke suatu sistem produksi dalam suatu periode tertentu. Hal ini diperlukan, mengingat jumlah *Kanban* akan berpengaruh langsung terhadap tingkat persediaan dalam sistem. Penentuan jumlah *Kanban* harus dilakukan setiap ada proses penjadwalan produksi. Apabila diinginkan untuk meningkatkan jumlah produksi maka dapat dilakukan penambahan *Kanban* dan sebaliknya apabila ingin mengurangi jumlah produksi maka jumlah *Kanban* tersebut dikurangi.