

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Value Stream Mapping

Value Stream mapping merupakan suatu metode untuk melihat proses yang memproduksi barang ataupun jasa, memetakan alur produksi dan alur informasi pada semua tingkat, tidak hanya pada masing-masing proses tetapi juga termasuk pada pelanggan dan pemasok.

2.1.1. Value Stream Mapping dan Manfaatnya

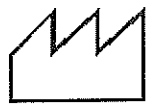
Manfaat dari Value stream mapping adalah :

- a. Memvisualisasikan seluruh proses operasi secara terintegrasi dan tidak sekedar masing-masing proses saja. Kita dapat melihat alirannya.
- b. Membantu melihat lebih dari sekedar pemborosan, tetapi juga penyebab pemborosan dalam value stream.
- c. Mengaitkan alur material dan alur informasi dalam suatu keterkaitan
- d. Menyamakan persepsi tentang kondisi saat ini
- e. Memperjelas perlunya keputusan untuk membuat produksi mengalir.
- f. Berperan sebagai cetak biru dari sebuah implementasi
- g. Meningkatkan kemampuan untuk melihat jauh kedepan
- h. Menyatukan konsep lean dan teknik-tekniknya kedalam value stream.

2.1.2. Simbol-Simbol Umum dalam Value Stream

Simbol- simbol umum yang biasa digunakan pada Value stream mapping adalah sebagai berikut :

Simbol Proses Value Stream Mapping



Customer/Supplier

Ikon ini merupakan Supplier ketika di kiri atas, biasanya menjadi titik awal untuk aliran material. Pelanggan diwakili ketika ditempatkan di kanan atas, biasanya menjadi titik akhir untuk aliran material.



Dedicated Process

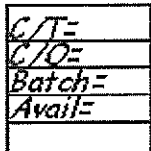
Ikon ini adalah proses, operasi, mesin atau departemen, yang mengalir melalui material. Biasanya, untuk menghindari pemetaan berat setiap langkah proses tunggal, merupakan satu departemen yang terhubung, aliran kontinu internal tetap.

Dalam kasus perakitan terhubung dengan beberapa workstation, bahkan jika beberapa persediaan WIP menumpuk antara mesin (atau stasiun), seluruh baris akan tampil sebagai single box. Jika ada operasi terpisah, di mana salah satu terputus dengan proses berikutnya, antara Inventory dan transfer batch, kemudian gunakan kotak ganda.



Shared Process

Ini adalah proses operasi, departemen atau workcenter yang berbagi value stream keluarga lainnya. Perkirakan jumlah operator yang diperlukan untuk Streaming Nilai yang dipetakan, bukan jumlah operator yang diperlukan untuk pengolahan semua produk.



Data Box

Ikon ini berada di bawah ikon proses yang memiliki informasi yang signifikan / data yang dibutuhkan untuk menganalisis dan mengamati sistem. Informasi khas ditempatkan di bawah ikon kotak data pabrik adalah frekuensi pengiriman selama pergeseran apapun, informasi material handling, transfer batch ukuran, jumlah permintaan per periode, dll

Informasi Khas di bawah ikon kotak data proses manufaktur: C/T (Cycle Time) - waktu (dalam detik) yang berlalu antara satu bagian dari proses yang datang ke bagian berikutnya akan berhenti, C/O (Changeover Time) - waktu untuk beralih dari menghasilkan satu produk di proses untuk lain waktu Uptime-persentase bahwa mesin yang tersedia untuk pengolahan LH (ukuran tingkat produksi / s) - Singkatan singkatan "Every part every___ ". Jumlah operator - operator menggunakan ikon dalam kotak proses Jumlah variasi produk Tersedia Kapasitas Scrap tingkat

Transfer ukuran batch (Berdasarkan ukuran batch dan tingkat materi transfer)



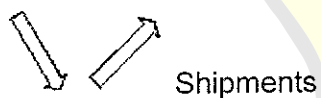
Simbol ini menunjukkan bahwa banyak proses yang terintegrasi dalam workcell manufaktur. sel seperti biasanya proses keluarga terbatas produk sejenis atau produk tunggal. Produk bergerak dari satu proses ke proses selanjutnya dalam batch kecil atau potongan tunggal.

Simbol Material Value Stream Mapping



Ikon ini menunjukkan persediaan di antara dua proses. Sementara pemetaan kondisi saat ini, jumlah persediaan dapat didekati dengan hitungan cepat, dan jumlah yang tercatat di bawah segitiga. Jika ada lebih dari satu akumulasi persediaan, gunakan ikon untuk masing-masing.

Ikon ini juga merupakan penyimpanan bahan baku dan barang jadi.



Ikon gerakan ini merupakan perpindahan bahan baku dari pemasok ke dermaga dalam pabrik. Atau, pergerakan barang jadi dari dermaga kapal pabrik ke pelanggan



Push Arrow

Ikon ini merupakan "mendorong" bahan dari satu proses ke proses berikutnya. Dorong berarti bahwa proses yang menghasilkan sesuatu yang terlepas dari kebutuhan mendesak dari proses hilir.



Supermarket

Ini merupakan persediaan "supermarket" (stockpoint kanban). Seperti supermarket, sebuah inventaris kecil tersedia dan satu atau lebih downstream pelanggan datang ke supermarket untuk memilih apa yang mereka butuhkan. Workcenter hulu yang kemudian mengisi ulang stock sesuai kebutuhan.

Ketika aliran kontinu adalah tidak praktis, dan proses hulu harus beroperasi dalam modus batch, supermarket mengurangi kelebihan produksi dan batas total inventory.



Material Pull

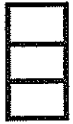
Supermarket terhubung dengan proses hilir dengan ikon "Tarik yang menunjukkan penghapusan fisik.



FIFO Lane

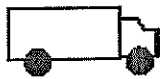
First-In-First-Out. Gunakan ikon ini ketika proses terhubung dengan sistem FIFO yang membatasi masukan. Sebuah konveyor rol

mengumpulkan adalah merupakan sebuah contoh. Catat persediaan yang paling maksimum.



Safety Stock

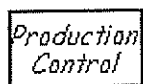
Ikon ini merupakan persediaan "pagar" (atau persediaan pengaman) terhadap masalah seperti downtime, untuk melindungi sistem terhadap fluktuasi yang tiba-tiba pesanan pelanggan atau kegagalan sistem. Perhatikan bahwa ikon ini ditutup pada semua sisi. Hal ini dimaksudkan sebagai penyimpanan, sementara bukan penyimpana permanen, demikian; harus ada kebijakan manajemen yang menjelaskan pada saat persediaan tersebut harus digunakan.



External Shipment

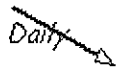
Pengiriman dari pemasok atau untuk pelanggan yang menggunakan transportasi eksternal.

Simbol Informasi Value Stream Mapping



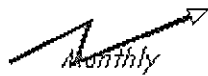
Production Control

Kotak ini merupakan jadwal produksi atau departemen pusat kontrol, orang atau operasi.



Manual Info

Panah lurus tipis menunjukkan arus umum informasi dari memo, laporan, atau percakapan. Frekuensi dan catatan lain yang mungkin relevan.



Electronic Info

Panah bergoyang ini merupakan aliran elektronik seperti pertukaran data elektronik (EDI), Internet, intranet, LAN (local area network), WAN (wide area network). Anda mungkin menunjukkan frekuensi informasi / data interchange, jenis media yang digunakan ex. fax, telepon, dll dan jenis data yang dipertukarkan.



Production Kanban

Ikon ini memicu produksi sejumlah sebelum ditetapkan bagian-bagian. Ini sinyal proses penyediaan untuk memberikan bagian untuk proses hilir.



Withdrawal Kanban

Ikon ini merupakan kartu atau perangkat yang menginstruksikan penangan bahan untuk mentransfer bagian dari supermarket ke proses penerima. Penangan bahan (atau operator) pergi ke supermarket dan menarik item yang diperlukan.



Signal Kanban

Ikon ini digunakan bila tingkat persediaan di tangan di supermarket antara dua proses turun menjadi pemicu atau titik minimum. Ketika tiba di Segitiga Kanban proses pengadaan, itu sinyal pergantian dan produksi dengan ukuran batch yang telah ditetapkan bagian dicatat pada Kanban. Hal ini juga disebut sebagai "satu-per-batch" kanban.



Kanban Post

Lokasi berada di mana sinyal kanban untuk pickup. Sering digunakan dengan sistem dua-kartu untuk bertukar penarikan dan kanban produksi.



Sequenced Pull

Ikon ini merupakan sistem tarik yang memberikan instruksi untuk subassembly proses untuk menghasilkan jenis yang telah ditetapkan dan kuantitas produk, biasanya satu unit, tanpa menggunakan supermarket.



Load Leveling

Ikon ini adalah alat untuk kanban batch untuk tingkat volume produksi dan campuran selama periode waktu



MRP/ERP

Penjadwalan menggunakan MRP / ERP atau sistem terpusat lainnya.



Mengumpulkan informasi melalui cara-cara visual.



Ikon ini merupakan arus informasi lisan atau pribadi.

Simbol Umum VSM



Ikon ini digunakan untuk menyoroti kebutuhan peningkatan dan rencana lokakarya kaizen pada proses tertentu yang penting untuk mencapai Peta Masa Depan dalam value stream.



Ikon ini merupakan operator. Hal ini menunjukkan jumlah operator yang dibutuhkan untuk memproses keluarga VSM di workstation tertentu.



Informasi Lain yang bermanfaat.



Timeline menunjukkan Waktu Siklus (Cycle Times) dan Lead Time. Gunakan simbol ini untuk menghitung Total Lead Time dan Total Siklus Time.

2.1.3. Langkah-langkah dalam penerapan VSM

Ada delapan langkah dalam implementasi Lean dengan menggunakan Value Stream Mapping :

a. Dapatkan komitmen untuk menerapkan lean

James Womack dan Daniel Jones mendefinisikan lean manufacturing sebagai suatu proses yang terdiri dari lima langkah yaitu mendefinisikan nilai bagi pelanggan, menetapkan value stream, membuatnya mengalir, ditarik oleh pelanggan, dan berusaha keras untuk mencapai yang terbaik. Untuk menjadi sebuah perusahaan manufaktur yang lean diperlukan suatu pola pikir yang terfokus pada membuat produk mengalir melalui proses penambahan nilai tanpa interupsi(one-piece-flow), suatu sistem tarik yang berawal dari permintaan pelanggan, dengan hanya menggantikan apa yang diambil oleh proses berikutnya dalam interval yang singkat, dan suatu budaya dimana semua orang berusaha keras melakukan peningkatan secara terus menerus.

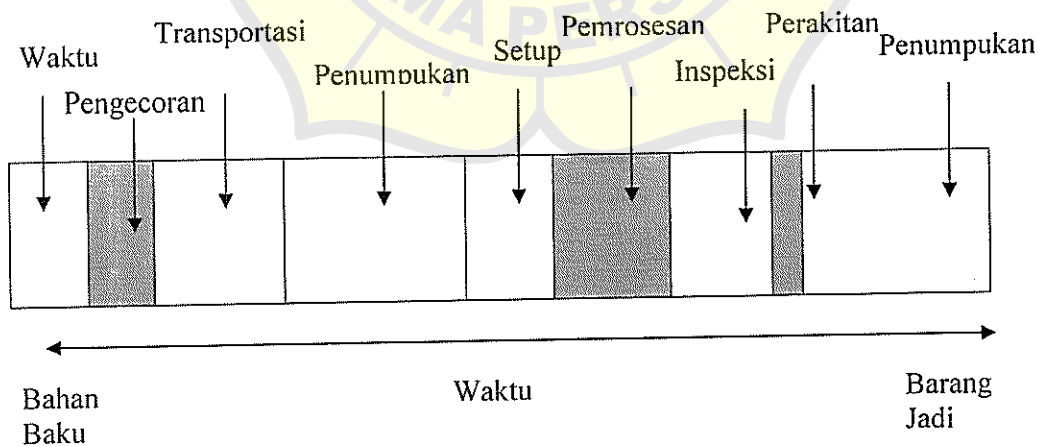
Taichi Ohno, pencipta TPS, bahkan dengan lebih ringkas menjelaskan :



"Segala yang kami lakukan hanyalah mengamati garis waktu sejak pelanggan memberikan pesannya hingga saat kami mengumpulkan uang tunai. Dan kami mengurangi garis waktu tersebut dengan menyingkirkan pemborosan yang tidak memberi nilai tambah.(Ohno 1998)

b. Pilih Value Stream

Gambar dibawah ini menunjukkan pemborosan ini melalui satu garis waktu yang sederhana untuk proses pengecoran, pemrosesan, dan perakitan. Seperti yang terjadi di operasi – operasi yang dikelola secara tradisional , sebagian besar waktu yang dihabiskan material sebenarnya terbuang percuma. Dari sudut pandang lean, hal pertama yang harus dilakukan adalah memetakan value stream dengan mengikuti aliran – aliran material (atau dokumen atau informasi) yang berputar – putar melalui proses yang terjadi. Yang terbaik adalah berjalan sesuai alurnya untuk memperoleh gambaran secara utuh. Ini dapat digambarkan dalam sebuah layout dan menghitung waktu dan jarak yang ditempuh dan memberikan nama teknis. Intinya adalah bahwa kita mengambil proses transformasi yang sangat sederhana dan memperbesarnya hingga mencapai satu titik dimana penambahan nilai hampir tidak dapat dikenali.

(The Toyota Way, Erlangga, 2008. Hal. 322)



	Waktu yang Bernilai Tambah	<ul style="list-style-type: none"> • Waktu yang menambah nilai hanya merupakan persentase kecil dari total waktu yang ada • Penghematan biaya secara tradisional hanya menekankan pada item-item yang menambah nilai
	Waktu yang tidak Bernilai Tambah (Pemborosan)	<ul style="list-style-type: none"> • Lean thinking menekankan value stream untuk menghilangkan item-item yang tidak menambah nilai.

c. Pelajari Lean dan teknik-tekniknya

Ada delapan pemborosan yang tidak menambah nilai yang secara terus menerus dicari oleh Toyota untuk dikeluarkan dari prosesnya adalah produksi yang berlebih, waktu menunggu, transport yang tidak diperlukan, pemrosesan yang berlebih, persediaan yang berlebih, gerakan yang tidak diperlukan, barang-barang cacat, kreativitas karyawan yang tidak digunakan.

d. Petakan Value Stream keadaan saat ini

Suatu metode yang sudah teruji dan digunakan dalam proses manufaktur lean adalah pemetaan value stream, yang diadaptasi oleh Mike Rother dan John Shook (1999) dari diagram alur material dan informasi Toyota. Peta Value stream ini mencakup proses, alur material, dan alur informasi dari satu keluarga produk tertentu dan membantu mengidentifikasi pemborosan di dalam system. Pemetaan value stream berasal dari suatu alat yang disebut Toyota sebagai "diagram alur material dan informasi" dan digunakan oleh divisi konsultasi manajemen operasi Taiichi Ohno untuk membantu pemasok manufaktur mempelajari TPS. Diagram ini merupakan tempat terbaik bagi para pemasok untuk memulai memahami situasi mereka,

sehingga selanjutnya mereka dapat memetakan visi keadaan masa depannya yang meliputi kanban, produksi campur merata, waktu changeover, dan sebagainya. (The Toyota Way, Erlangga,2008. Hal : 328)

e. Tetapkan ukuran Lean

Konsep lean utama yang harus menjadi bagian dari visi keadaan masa depan meliputi hal-hal berikut :(The Toyota Way, Erlangga 2008. Hal 335)

- Menciptakan one-piece flow. Sebisa mungkin, buatlah informasi bergerak mengalir diseluruh system dan tidak dalam batch
- Mengatur pusat kerja (misalnya struktur organisasi) agar selaras dengan value stream untuk mendukung pelanggan dalam one-piece flow.
- Menggunakan tim lintas fungsi, ditempatkan berdekatan jika memungkinkan, bila diperlukan untuk menghindari pengoperan pekerjaan.
- Mengidentifikasi value stream manajer yang bertanggung jawab untuk pelayanan sejak awal sampai selesai dari sudut pandang pelanggan.
- Meratakan (mertakan beban) jumlah transaksi jika mungkin untuk menyeimbangkan beban kerja.

- Membangun kualitas ke dalam proses dan bukan menginspeksinya (misalnya menghilangkan persetujuan, pemeriksaan, siklus tinjauan ulang yang tidak perlu)
 - Menstandarisasi tugas dan mendokumentasikan pekerjaan dengan jelas diatas lembar kerja yang sesuai standar.
 - Menghilangkan tumpang tindih dalam system, seperti rekonsiliasi lintas karyawan yang berbeda.
 - Memasukkan peragaan dan pengendalian visual agar status kerja muda dilihat dan dipahami (meminimalkan penelusuran).
- f. Petakan Value stream masa depan

Morgan (2002) mengembangkan sebuah versi yang memetakan secara efektif value stream pengembangan produk. Pemetaan itu dimodifikasi untuk mencakup hal – hal yang seperti titik keputusan, lingkaran umpan balik, dan kegiatan peninjauan ulang proyek. Kegiatan – kegiatan ini ditempatkan dalam suatu jadwal waktu proyek, yang menunjukkan saat kegiatan itu terjadi. Karena fungsi organisasi yang berbeda terjadi pada waktu yang berbeda pula, proses – proses itu diatur oleh fungsi yang bertanggung jawab pada mereka.

Proses pelayanan sering merupakan proses yang kompleks dan melibatkan ratusan atau ribuan kegiatan. Jika kita mencoba memetakan sekaligus, akan timbul kekacauan. Meskipun demikian, dengan mengembangkan suatu gambaran besar, peta valu stream mapping makro dari system saat ini, kita dapat mempersatukan semua

orang untuk menyetujui semua pemborosan yang ada dalam proses tersebut. Kemudian peta makro keadaan masa depan dapat melakukan identifikasi versi gambaran besar dan membantu mengenali letak peluang terbesar untuk mengurangi pemborosan dalam value stream. Dari peta keadaan masa depan tersebut kita dapat mengidentifikasi lima sampai 10 tahapan tingkat tinggi yang perlu ditangani dan mulai bekerja dengan sangat detil untuk menghilangkan pemborosan .

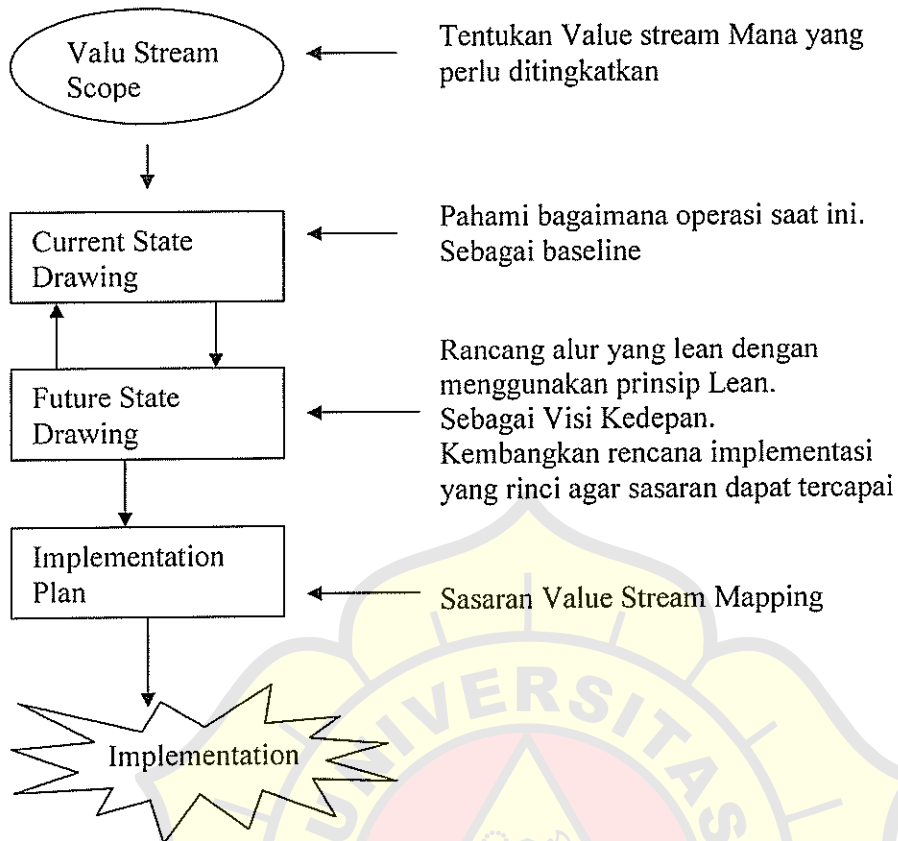
g. Susun rencana Kaizen / Improvement

Dari tahapan pemetaan masa depan tersebut diatas, ketika kita dapat melakukan identifikasi proses yang repetitif dan dapat diatur, organisasi siap untuk mendapatkan keuntungan yang maksimum dari semua upaya kaizen.

Kaizen adalah perbaikan secara terus menerus yang dilakukan secara konsisten. Peningkatan secara berkesinambungan hanya dapat terjadi setelah proses sudah stabil dan standarisasi. Inti dari kaizen adalah sebuah sikap dari refleksi diri sendiri bahkan kritik pada diri sendiri, sebuah keinginan yang membara untuk berkembang.

h. Implementasikan rencana kaizen

Proses Value Stream Mapping adalah sebagai berikut :



Langkah – langkah dalam penerapan VSM pada pemetaan waktu sekarang sebagai berikut :

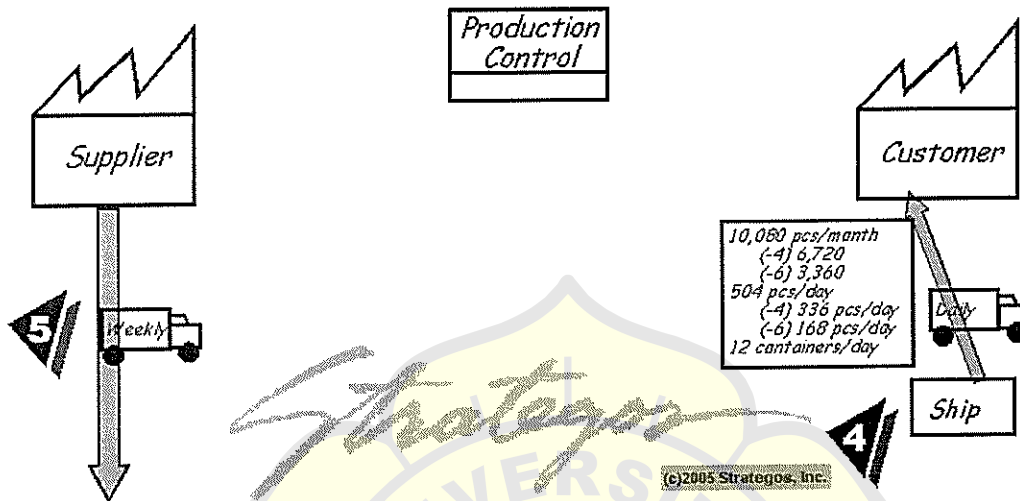
1. Menggambar Customer, Supplier dan Ikon Production Control.
2. Menggambar kotak data berisi informasi permintaan/kebutuhan customer (Masukkan permintaan pelanggan per bulan dan per hari).
3. Hitung produksi setiap hari dan permintaan kontainer.



(c)2005 Strategos, Inc.

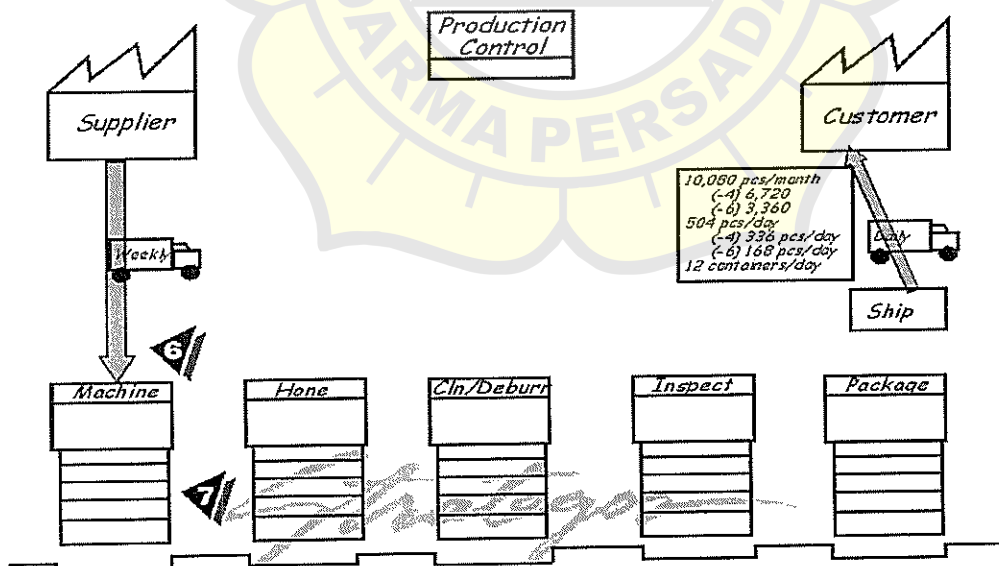
(Sumber : www.strategosinc.com)

4. Gambar ikon pengiriman outbound dan truk dengan frekuensi pengiriman.
5. Gambar ikon inbound shipping, truck and frekuensi pengiriman.



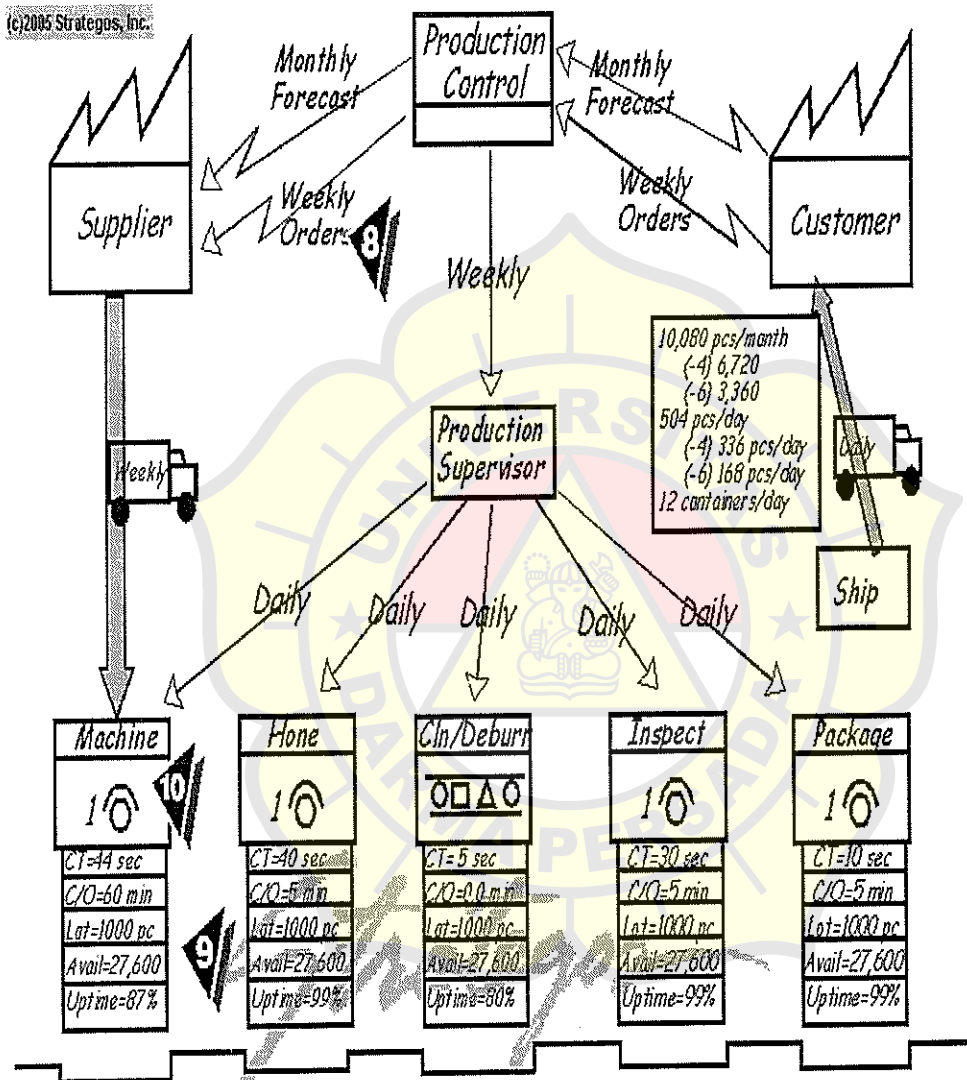
(Sumber : www.strategosinc.com)

6. Tambahkan kotak proses secara berurutan, Aliran barang digambarkan dengan urutan proses dari kanan mengarah ke kiri
7. Tambahkan kotak data di bawah kotak proses



(Sumber : www.strategosinc.com)

8. Tambahkan panah komunikasi dan metode catatan dan frekuensi
9. Mendapatkan proses atribut dan menambah kotak data. Perhatikan setiap saat secara langsung!
10. Tambahkan simbol operator dan nomor.

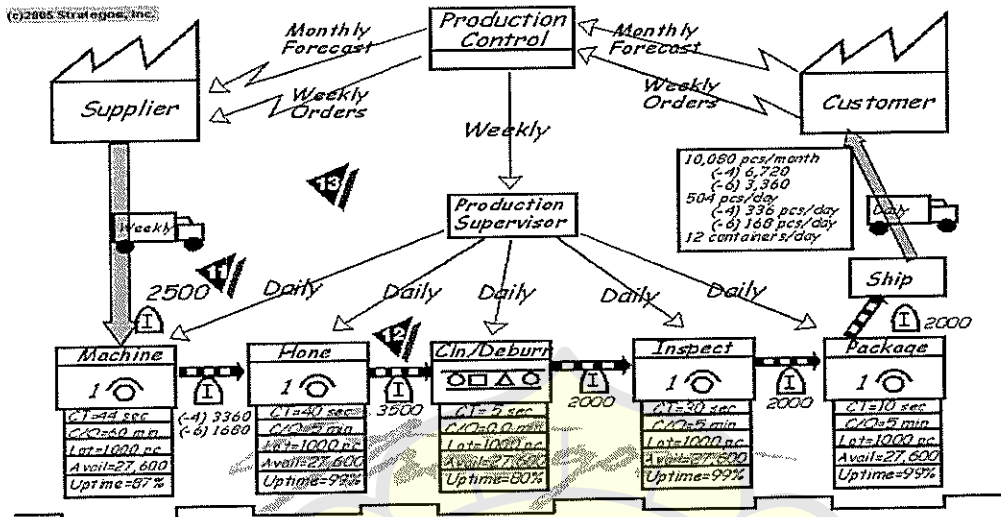


(Sumber : www.strategosinc.com)

11. Tambahkan lokasi persediaan dan tingkat di hari permintaan dan grafik di bawah.

12. Tambahkan ikon mendorong, tarik dan ikon FIFO.

13. Menambahkan informasi lain yang mungkin terbukti bermanfaat.

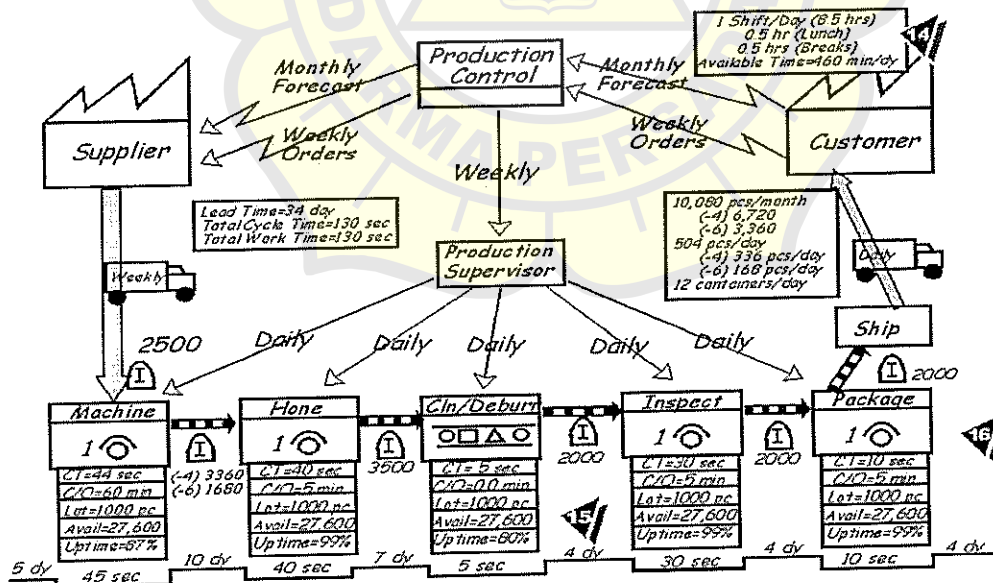


(Sumber : www.strategosinc.com)

14. Tambahkan jam kerja.

15. Siklus dan Lead Times

16. Hitung Total Waktu Siklus dan Lead Time



(Sumber : www.strategosinc.com)

Langkah – langkah dalam penerapan VSM pada pemetaan waktu masa depan sebagai berikut

1. Hitung Takt Time

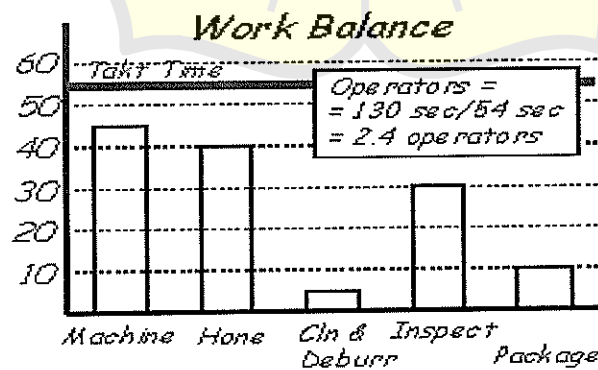
Takt Time adalah waktu rata-rata antara unit produksi yang diperlukan untuk memenuhi permintaan pelanggan. Kami menggunakan waktu yang tersedia dibagi dengan jumlah unit yang dibutuhkan. Contoh sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Takt Time} &= 460 \text{ min} / 504 \text{ pcs} \\ &= 0.91 \text{ min} \\ &= 55 \text{ Sec} \end{aligned}$$

2. Proses Identifikasi bottleneck

Proses bottleneck adalah operasi dengan siklus waktu terpanjang. Dalam contoh ini, ini adalah mesin sebesar 44 detik. bottleneck ini penting karena :

- a. Menentukan total output sistem
- b. Menjadi titik penjadwalan utama



Gambar Keseimbangan bekerja grafik (di atas) sangat membantu untuk langkah 2 dan 3. Siklus waktu diplot pada sumbu vertikal untuk setiap operasi.

3. Mengidentifikasi Ukuran Lot / Setup Peluang

Jika ukuran lot sekarang adalah 1000 Pcs, untuk sekitar 2 (dua) hari produksi, ini diperlukan sekitar 3 – 6 hari untuk barang jadi (finished Good), dan mengantisipasi penyesuain setiap hari untuk pembauran atau permintaan.

Jika ukuran lot yang dihilangkan, itu akan memungkinkan respon lebih cepat tetapi waktu setup tambahan dalam mesin akan menggunakan waktu yang tersedia. Mesin tidak dapat memenuhi rata – rata permintaan pelanggan. Namun jika difokuskan penurunan setup pada mesin dan setup menjadi 20 – 30 menit, ukuran batch 500 atau masih memungkinkan 250. Ini adalah tujuan (goal) dari pemetaan.

4. Identifikasi potensial workcell

Grafik keseimbangan menunjukkan waktu siklus (cycle time) untuk tiap – tiap kelima langkah proses tersebut. Operasi mesin dan pengasahan adalah keseimbangan yang terkait. Waktu siklus untuk operasi pembersihan, inspeksi dan packing adalah cukup singkat dalam perbandingan.

Waktu siklus yang paling singkat untuk operasi pembersihan dan packing mungkin secara normal menghalangi mereka dari workcell

sejak pemanfaatannya menjadi menurun. Namun operasi inspeksi dan packing adalah operasi maual yang memerlukan sedikit lebih dari pekerjaan meja (workbench) dan pekerjaan tangan (handtools), penggunaan peralatan canggih belum terlalu diperlukan.

Operasi pembersihan dijalankan secara khusus dengan peralatan kecepatan tinggi didalam area terpusat. Jika operasi pembersihan diperkecil menjadi operasi manual atau semi manual, itu bisa masuk dalam sel, ini adalah hal yang layak dan hal tersebut bisa diterima, entah bagaimana hal tersebut dilakukan. Tampak bahwa dengan tiga operator dapat menjalankan sel tersebut, ini bukan perhitungan yang tepat, ini hanya mempertimbangkan waktu siklus sekarang dan mengabaikan waktu setup.

5. Tentukan Lokasi Kanban

Dengan workcell untuk ke lima proses, penjadwalan antara mereka menjadi kasus sepele. Mereka akan langsung dihubungkan secara kontinu atau aliran "small-batch". Kanban, masuk ke dalam sel, tidak diperlukan atau menjadi bagian dari desain sel rinci.

Kanban tidak berlaku di dua lokasi lain:

* Antara sel dan pemasok

* Antara sel dan pelanggan

Desain rinci tentang sistem kanban ditampilkan sebagai "Kaizen burst". Tingkat persediaan merupakan perkiraan terbaik saat ini.

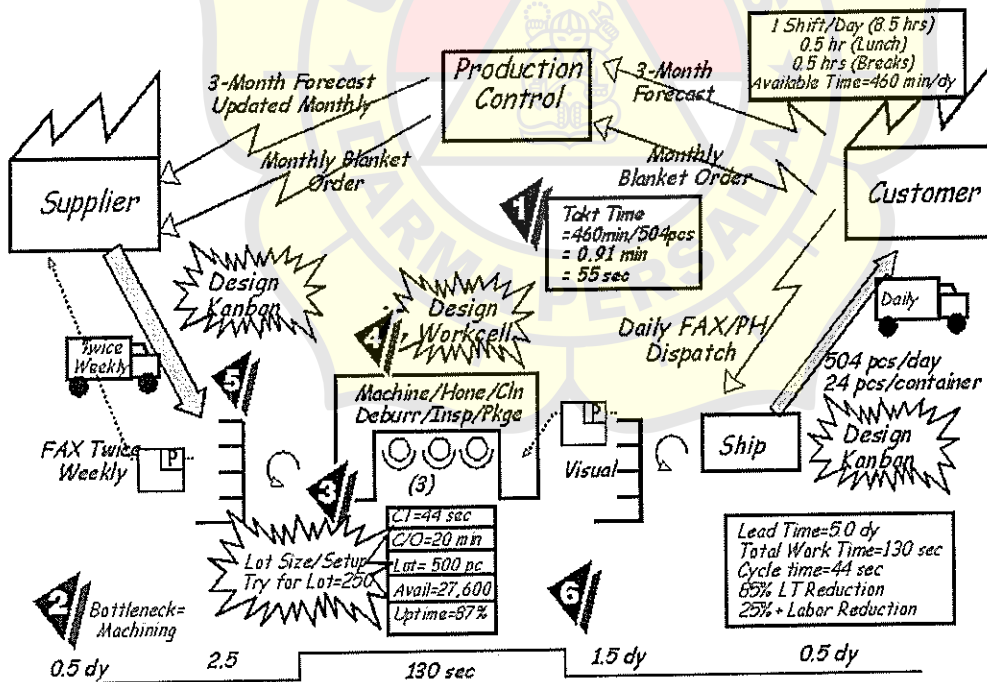
6. Menetapkan Metode Penjadwalan

Kanban dan direct link, menjadwalkan semua operasi jangka pendek. Baik workcell dan pemasok, Namun diperlukan permalan (forecast) untuk merencanakan staffing dan kemungkinan perubahan tingkat persediaan. Pemetaan menunjukkan aliran informasi bulanan.

Pembelian harus mengatur pembayaran. Mereka berniat untuk melakukannya dengan pesanan bulanan, juga ditampilkan.

7. Hitung Lead dan Waktu Siklus.

Langkah terakhir dalam Pemetaan Masa Depan adalah untuk menyelesaikan timeline di bagian bawah, dan menghitung Sisa Lead, Siklus Waktu dan Kerja Time.



(Sumber : www.strategosinc.com)

2.2. Pengukuran Kerja

Pengukuran yang dimaksudkan disini adalah pengukuran kerja (*time study*) adalah suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator (yang memiliki ketrampilan rata – rata dan terlatih baik) dalam melaksanakan sebuah kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo kerja yang normal.

2.2.1. Pengukuran kerja dan Manfaatnya

Untuk mengetahui apakah suatu sistem kerja yang diterapkan sudah baik, maka diperlukan prinsip-prinsip pengukuran kerja yang meliputi teknik-teknik pengukuran mengenai waktu yang dibutuhkan tenaga yang dikeluarkan, pengaruh psikologis dan fisiologis.

Salah satu pengukuran kerja adalah pengukuran waktu kerja (*time study*). Pengukuran waktu kerja bertujuan untuk mendapatkan waktu standar penyelesaian pekerjaan secara wajar, tidak terlalu cepat dan juga tidak terlalu lambat, oleh pekerja normal untuk menyelesaikan pekerjaannya dalam suatu sistem kerja yang telah berjalan dengan baik.

Manfaat dari waktu standar adalah : (Barnes, 1982, hal.257)

1. Untuk menentukan jadwal dan perencanaan kerja
2. Untuk menentukan standar biaya dalam mempersiapkan anggaran
3. Untuk memperkirakan biaya sebuah produk sebelum diproduksi, agar dapat mempersiapkan penawaran dan menentukan harga jual

4. Untuk menentukan pemanfaatan mesin, jumlah mesin yang dapat dioperasikan seorang operator dan membantu dalam menyeimbangkan lintasan produksi
5. Untuk menentukan standar waktu yang dapat dijadikan dasar dalam pemberian upah perangsang bagi pekerja langsung dan tidak langsung
6. Untuk menentukan standar waktu sebagai dasar pengendalian biaya tenaga kerja.

2.2.2. Pengukuran Waktu

Teknik pengukuran waktu terbagi 2 macam, yaitu :
(Sutalaksana,1979, hal.117)

1. Cara Langsung

Pengukuran waktu ini dilakukan secara langsung ditempat kerja.

Cara ini terbagi lagi menjadi 2 metode, yaitu :

- a. Metode jam henti
- b. Metode sampling pekerjaan

2. Cara tidak langsung

Pengukuran waktu ini dilakukan tanpa perlu berada ditempat kerja, tetapi cukup dengan membaca data dari tabel - tabel atau literatur yang tersedia.

Cara ini terbagi juga menjadi 2 metode, yaitu :

- a. Data waktu standar
- b. Data waktu gerakan

Dalam hal ini, pembahasan akan dilakukan dengan teknik pengukuran waktu secara langsung dengan menggunakan metode jam henti.

2.2.3 Pengukuran Waktu Metode Jam Henti

Pengukuran waktu dengan metode jam henti menggunakan *stop watch* sebagai alat pengukur waktu yang ditunjukkan dalam penyelesaian suatu aktivitas yang diamati (*actual time*). Waktu yang berhenti diukur dan dicatat kemudian dimodifikasikan dengan mempertimbangkan tempo kerja operator dan menambahkannya dengan kelonggaran waktu (*allowances time*) Langkah-langkah yang harus dilakukan sebelum melakukan pengukuran waktu dengan jam henti adalah sebagai berikut : (Sutalaksana, 1979, hal.119)

1. Penetapan tujuan pengukuran

Sebelum dimulai kegiatan pengukuran, maka perlu ditetapkan tujuan dari hasil pengukuran. Tujuan ini akan mempengaruhi besarnya tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan yang digunakan.

2. Melakukan penelitian pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mempelajari sistem dan kondisi kerja saat ini sehingga jika diperlukan dapat melakukan perbaikan sistem kerja yang baik.

3. Memilih operator

Operator yang akan diukur dalam melakukan pekerjaannya hendaknya seorang yang berkemampuan normal. Jadi, operator yang

dipilih adalah operator yang bekerja secara wajar dan berkemampuan rata-rata.

4. Menguraikan pekerjaan berdasarkan elemen pekerjaan

Pekerjaan yang hendak diukur waktunya dibagi – bagi menjadi elemen– elemen kerja dengan batas yang jelas. Penguraian ini dilakukan jika diperlukan dan tergantung dari tujuan yang diinginkan sehingga waktu siklus pekerjaan adalah penjumlahan dari waktu siklus elemen –elemen kerjanya.

5. Menyiapkan alat – alat pengukuran

Alat – alat yang dipakai dalam pengukuran waktu ini adalah :

- a. Jam kerja (*stop watch*)
- b. Lembar pengamatan
- c. Alat – alat tulis
- d. Papan pengamatan

Kegiatan pengukuran waktu merupakan kegiatan mengamati seorang operator dalam melakukan pekerjaannya dan mencatat waktu kerja yang dibutuhkan dengan alat pengukur waktu yang sesuai dalam suatu siklus operasi kerja.

Langkah – langkah dalam pengukuran waktu adalah:(Sutalaksana, 1979, hal 132)

1. Pengukuran pendahuluan

Dalam kegiatan pengukuran yang pertama dilakukan adalah melakukan pengukuran pendahuluan dimana bertujuan untuk

mengetahui berapa kali pengukuran harus dilakukan untuk tingkat ketelitian dan keyakinan yang diinginkan.

2. Uji keseragaman data

Setelah pengukuran pendahuluan dilakukan maka dilanjutkan dengan melakukan pengujian keseragaman data dan bila waktu yang didapat telah seragam dan cukup maka tidak diperlukan pengukuran tahap berikutnya.

Langkah – langkah dalam uji keseragaman data adalah sebagai berikut : (Sतालaksana, 1979,hal 133)

a. Mengelompokkan data kedalam subgrup – subgrup

Subgrup	Waktu penyelesaian					Rata – rata Subgrup
	X1	X2	X3	...	Xn	
1	X11	X12	X13	...	X1n	$\sum X1$
2	X21	X22	X23	...	X2n	$\sum X2$
3	X31	X32	X33	...	X3n	$\sum X3$
X	X	X	X	...	Xki	$\sum Xn$
Jumlah						$\sum Xi$

b. Menghitung harga rata – rata subgup

$$X = \frac{\sum Xn}{n} \dots\dots\dots (2.1)$$

c. Menghitung harga rata – rata dari harga rata – rata subgrup

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots(2.2)$$

d. Menghitung *standar deviasi* sebenarnya

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \dots\dots\dots(2.3)$$

e. Menghitung *standar deviasi* dari harga rata – rata subgrup

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(2.4)$$

f. Menghitung batas kontrol atas dan batas kontrol bawah

$$BKA = \bar{X} + 3\sigma_x \dots\dots\dots(2.5)$$

$$BKB = \bar{X} - 3\sigma_x \dots\dots\dots(2.6)$$

g. Menghitung uji kecukupan data dengan tingkat ketelitian 10% dan keyakinan 95%.

$$N^1 = \left[\frac{20 \sqrt{N(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2 \dots\dots\dots(2.7)$$

2.2.4. Tingkat Ketelitian dan Tingkat Keyakinan

Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Sedangkan tingkat keyakinan menunjukkan besarnya keyakinan pengukuran bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat penelitian tadi. Tingkat keyakinan dan ketelitian biasanya dinyatakan dengan persen.

Jadi tingkat ketelitian 10% dan keyakinan 95% memberi arti bahwa pengukuran membolehkan rata – rata hasil pengukurannya menyimpang

sejauh 10% dari rata – rata sebenarnya dari kemungkinan mendapatkan hasil ini adalah 95%.

2.3. Penyesuaian dan Kelonggaran

2.3.1. Penyesuaian

Dalam pengukuran langsung, pengukur harus mengamati kewajaran kerja yang ditunjukkan oleh seorang operator. Ketidak wajaran bisa terjadi disebabkan oleh banyak hal, misalnya bekerja tanpa kesungguhan, sangat cepat seolah – olah diburu waktu atau menjumpai kesulitan – kesulitan seperti kondisi ruangan yang buruk.

Ketidak wajaran harus diketahui oleh pengukuran dan juga pengukuran harus mampu menilai seberapa jauh hal ini terjadi. Penilaian perlu diadakan karena berdasarkan inilah penyesuaian dilakukan.

Biasanya penyelesaian dilakukan dengan mengalikan waktu siklus rata – rata atau waktu elemen rata – rata dengan suatu harga p yang disebut dengan faktor penyesuaian.

Bila pengukur berpendapat bahwa operator bekerja diatas normal (terlalu cepat), maka harga p akan lebih besar dari 1 ($p > 1$), tetapi bila operator dipandang bekerja normal maka harga p sama dengan 1 ($p = 1$).

(Sutalaksana, 1979, hal.138).

Ada beberapa cara menentukan faktor penyesuaian, antara lain adalah
:(Sutalaksana, 1979, hal. 139)

1. *Presentase*

Cara *presentase* ini merupakan cara paling awal digunakan dalam melakukan penyesuaian. Disini faktor penyesuaian sepenuhnya ditentukan oleh pengukur melalui pengamatannya selama melakukan pengukuran. Jadi sesuai dengan pengukuran, pengukur tadi menentukan harga p yang menurut pendapatnya akan menghasilkan waktu normal. Cara ini merupakan cara yang paling mudah dan paling sederhana dalam menentukan faktor penyesuaian namun segera terlihat adanya ketidak telitian akibat dari kasarnya penelitian.

2. *Shumard*

Pada cara *Shumard* penyesuaian ditentukan dengan memberikan patokan – patokan penilaian melalui kelas performa kerja dimana setiap kelas mempunyai nilai sendiri – sendiri. Disini pengukur diberi patokan untuk menilai performa kerja operator menurut kelas – kelas seperti *superfast-*, *fast+*, *fast*, *fast-*, *excellent* dan seterusnya.

3. *Westinghouse*

Pada penelitian ini digunakan cara *Westinghouse* karena pada cara ini faktor penyesuaian lebih diarahkan pada empat faktor yang dianggap menentukan kewajaran atau ketidak wajarannya dalam bekerja. Keempat faktor ini adalah keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Untuk penyesuaian maka dibagi dalam enam kelas yaitu *super skill*, *excellent skill*, *good skill*, *average skill*, *fair skill* dan *poor skill*.

Angka – angka yang diberikan bagi setiap kelas dari faktor – faktor diatas diperhatikan pada **Tabel 2.1.** (Sutalaksana, 1997, hal.145)

Sebagai contoh pada waktu siklus rata – rata untuk pencucian case extension, transmission dan intermediate sama dengan 103,903 detik dan waktu ini dicapai dengan ketrampilan pekerjaan yang dinilai Average (D), usaha Good (C2), kondisi kerja Average (D) dan konsistensi Good (C), maka tambahan terhadap $p = 1$ adalah :

Ketrampilan	: Average	= D	= 0,00
Usaha	: Good	= C2	= 0,03
Kodisi Kerja	: Average	= D	= 0,00
Konsistensi	: Good	= C	= 0,01
Jumlah			0,04

Jadi $p = (1+0,04)$ atau $p = 1,04$

4. Objektif (*Bedaux* dan *Sintesis*)

Cara *Bedaux* dan cara *sintesa* dikembangkan guna lebih mengobyektifkan penyesuaian. Pada dasarnya cara *Bedaux* tidak berbeda dengan cara *Shumard*, hanya saja nilai – nilai pada cara *Bedaux* dinyatakan dalam “B” (huruf pertama *Bedaux*, penemunya) seperti misalnya 60B atau 70B.

Pada cara sintesis agak berbeda dengan cara – cara lain, dimana dalam cara ini waktu penyelesaian setiap elemen gerakan dibandingkan dengan harga – harga yang diperoleh dari tabel – tabel data waktu gerakan untuk kemudian dihitung harga rata – ratanya.

2.3.2. Kelonggaran

Kelonggaran waktu (*allowances time*) merupakan sejumlah waktu yang harus ditambahkan dalam waktu normal (*normal time*) untuk mengantisipasi terhadap kebutuhan – kebutuhan waktu guna melepaskan lelah (*fatigue*), kebutuhan – kebutuhan yang bersifat pribadi (*personal needs*) dan kondisi – kondisi menunggu / menganggur baik yang bisa dihindarkan ataupun tidak bisa dihindarkan (*avoidable or unavoidable delay*).

Kelonggaran diberikan untuk tiga hal yaitu untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa lelah dan hambatan – hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Ketiganya ini merupakan hal – hal yang secara nyata dibutuhkan oleh pekerja dan yang selama pengukuran tidak diamati, diukur, dicatat ataupun dihitung. Karenanya setelah pengukuran dan setelah mendapatkan waktu normal, kelonggaran perlu ditambahkan (Sutalaksana, 1979, hal : 149).

2.3.2.1. Kelonggaran untuk Kebutuhan Pribadi

Besarnya kelonggaran yang diberikan untuk kebutuhan pribadi seperti itu berbeda – beda dari satu pekerjaan ke pekerjaan lainnya karena setiap pekerjaan mempunyai karakteristik sendiri – sendiri dengan tuntutan yang berbeda – beda.

2.3.2.2. Kelonggaran untuk Menghilangkan Rasa Lelah

Rasa *fatigue* tercermin antara lain dari menurunnya hasil produksi baik jumlah maupun kualitas. Karenanya salah satu cara untuk

menentukan besarnya kelonggaran ini adalah dengan melakukan pengamatan sepanjang hari kerja dan mencatat pada saat – saat dimana hasil produksi menurun. Tetapi masalahnya adalah kesulitan dalam menentukan pada saat – saat menurunnya hasil produksi disebabkan timbulnya rasa fatigue karena masih banyak kemungkinan lain yang dapat menyebabkannya.

2.3.2.3. Kelonggaran untuk Hambatan – hambatan Tak Terhindarkan

Dalam melaksanakan pekerjaannya, operator tidak akan lepas dari berbagai hambatan. Ada hambatan yang dapat dihindarkan seperti mengobrol yang berlebihan dan menganggur dengan sengaja ada pula hambatan yang tidak dapat dihindarkan karena berada diluar kekuasaan operator untuk mengendalikannya.

Besarnya Kelonggaran Berdasarkan Faktor – faktor yang Berpengaruh pada **Tabel 2.2.**

Contoh perhitungan faktor kelonggaran pada bagian pencucian case extension, transmission dan intermediate adalah sebagai berikut :

A. Tenaga yang dikeluarkan (sangat ringan)	6
B. Sikap kerja (berdiri diatas dua kaki)	2
C. Gerakan kerja (normal)	
D. Kelelahan mata (pandangan yang terputus-putus)	0
E. Keadaan temperatur tempat kerja (tinggi 28-38 ⁰ C)	8
F. Keadaan atmosfer (kurang baik)	10
G. Keadaan lingkungan yang baik (sangat bisung)	5

H.Kelonggaran untuk Kebutuhan pribadi 5

Jumlah 40 %

Maka kelonggaran yang diberikan adalah $1+40\% = 1,40$ (Satalaksana, 1979, hal.151)

2.4. Menghitung Waktu Standar

Waktu standar secara definitif dinyatakan sebagai waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata – rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Waktu standar tersebut sudah mencakup kelonggaran waktu (*allowances time*) yang diberikan dengan memperhatikan situasi dan kondisi pekerjaan yang harus diselesaikan.

Untuk mendapatkan waktu standar maka terdapat beberapa langkah yang harus diikuti : (Satalaksana, 1979, hal. 137)

1. Menghitung waktu siklus rata – rata :

$$W_s = \frac{\sum X_i}{N} \dots\dots\dots(2.8)$$

2. Menghitung faktor penyesuaian :

$$\text{Faktor penyesuaian} = 1 + p \dots\dots\dots(2.9)$$

3. Menghitung waktu normal :

$$W_n = W_s \times \text{penyesuaian} \dots\dots\dots(2.10)$$

4. Menghitung waktu kelonggaran :

$$\text{Faktor kelonggaran} = 1 + k \dots\dots\dots(2.11)$$

5. Menghitung waktu standar

$$\text{Waktu standar} = W_n \times \text{Faktor kelonggaran} \dots\dots\dots(2.12)$$

2.5. Keseimbangan Lintas Perakitan

Keseimbangan lintas perakitan adalah suatu keseimbangan dari lini perakitan dimana terdapat pembebanan tugas yang sama pada tiap stasiun kerja (Biegel, 1992, hal: 226)

Keseimbangan lintas perakitan dapat dikatakan seimbang jika setiap stasiun kerja dapat memberikan keluaran untuk stasiun kerja lainnya dalam kecepatan waktu yang relatif sama. (Hicks, 1994, hal. 170)

Persoalan dalam keseimbangan lintasan berawal dari lintasan proses produksi massal, dimana tugas – tugas yang dibutuhkan dalam proses produksi harus dibagi kepada seluruh pekerja agar usaha pekerja merata dan jumlah pekerja dapat diminimumkan untuk mempertahankan laju produksi yang diharapkan. (Barnes, 1982, hal. 360)

Dengan demikian, masalah keseimbangan lintasan perakitan adalah bagaimana agar suatu pekerjaan dapat diselesaikan dengan beban kerja yang sama pada setiap stasiun kerja, sehingga menghasilkan keluaran yang sama persatuan waktu.

2.5.1. Tujuan Penyeimbangan Lintasan

Dalam pengaturan dan perencanaan yang tidak tepat dimana kecepatan proses perakitan dari setiap stasiun kerja yang berbeda – beda ini mengakibatkan lintas perakitan tidak efisien karena terjadinya penumpukan material atau produk setengah jadi diantara stasiun kerja yang tidak berimbang kecepatan proses perakitannya.

Umumnya merencanakan keseimbangan dalam sebuah lintasan meliputi usaha yang bertujuan untuk mencapai suatu kapasitas yang optimal, dimana tidak terjadi penghamburan fasilitas (waktu, tenaga dan material). Tujuan ini tercapai bila : (Barnes, 1982, hal.363)

1. Lintasan bersifat seimbang, setiap stasiun kerja mendapatkan beban kerja yang sama nilainya diukur dengan waktu.
2. Stasiun kerja berjumlah minimum.
3. Jumlah waktu menganggur minimum di setiap stasiun kerja sepanjang lintasan perakitan.

2.5.2. Masukan Keseimbangan Lintasan

Masukan yang diperlukan untuk merencanakan keseimbangan lintasan perakitan adalah :

1. Suatu jaringan kerja (terdiri atas rangkaian simpul dan anak panah) yang menggambarkan urutan perakitan.
2. Data waktu baku pekerjaan tiap operasi, yang diturunkan dari perhitungan waktu baku pekerjaan operasi perakitan.
3. Kecepatan lintasan yang diinginkan.

2.6. Metode Keseimbangan Lintasan Perakitan

Dalam menyeimbangkan lintasan terdapat beberapa metode atau cara pendekatan yang berbeda – beda, akan tetapi mempunyai tujuan yang pada dasarnya sama yaitu mengoptimumkan lintasan agar didapat penggunaan tenaga kerja dan fasilitas yang sebaik mungkin.

Secara umum terdapat 3 metode dasar keseimbangan lintas perakitan :

1. *Metode Matematis*

Merupakan metode yang dapat menghasilkan suatu solusi optimal.

2. *Metode Probabilistik*

Simulasi solusi yang dihasilkan adalah solusi - solusi yang *feasible*.

3. *Metode Heuristik*

Metode heuristik pertama kali digunakan oleh *Simon* dan *Newll* untuk menggambarkan pendekatan tertentu untuk memecahkan masalah dan membuat keputusan. Beberapa metode heuristik yang umum dikenal adalah :

a. *Metode Helgesson – Birnie*

Disebut juga metode *ranked positional weight*.

b. *Metode Region Approach*

Dasarnya adalah *opc* yang ditransformasikan menjadi *precedence diagram*

c. *Metode Largest Candidate Rules*

Prinsip dasarnya adalah menghubungkan proses – proses atas dasar pengurutan operasi dari waktu proses terbesar.

d. *Metode J. Wagon*

Metode ini hampir sama dengan *Helgesson – Birnie* hanya saja dalam menentukan bobot posisi yang dihitung adalah jumlah operasi bukan waktu operasi.

2.6.1. Metode Peringkat Bobot Posisi (*Rangked Positional Weight Method*)

Salah satu pendekatan lintasan yang biasa digunakan sebagai metode dasar adalah metode yang dikembangkan oleh *Helgeson dan Barnie* yaitu Peringkat Bobot Posisi.

Pendekatan ini menugaskan operasi ke dalam stasiun – stasiun kerja dengan dasar panjang waktu operasi. Proses kerja diurutkan berdasarkan peringkat, mulai dari yang paling besar sampai yang paling kecil. Nilai peringkat didapat dari jumlah waktu operasi mulai dari awal sampai akhir proses.

Langkah yang harus dilakukan : (Kusuma, 1999, hal. 97)

1. Hitung kecepatan lintasan yang diinginkan. Kecepatan lintasan aktual adalah kecepatan lintasan yang diinginkan atau kecepatan operasi paling lambat jika operasi paling lambat itu lebih kecil dari kecepatan lintasan yang diinginkan.
2. Buat matrik keterdahuluan berdasarkan jaringan kerja perakitan.
3. Hitung bobot posisi tiap operasi yang dihitung berdasarkan jumlah waktu operasi tersebut dan operasi – operasi yang mengikutinya.
4. Urutkan operasi – operasi mulai dari bobot posisi terbesar sampai dengan bobot posisi terkecil.
5. Lakukan penbebanan operasi pada stasiun kerja mulai dari operasi dengan bobot posisi terbesar sampai dengan bobot posisi terkecil,

dengan kriteria total waktu operasi lebih kecil dari kecepatan lintasan yang ditentukan.

7. Hitung efisiensi rata-rata stasiun kerja yang terbentuk.
8. gunakan prosedur *trial and error* untuk mencari pembebanan yang akan menghasilkan efisiensi rata-rata lebih besar dari efisiensi rata-rata pada point f di atas.
9. Ulangi langkah f dan g sampai tidak ditemukan lagi stasiun kerja yang memiliki efisiensi rata-rata yang lebih tinggi.

Secara matematis keseimbangan lintas perakitan dapat dirumuskan sebagai berikut : (Bedworth,1982, hal. 364)

1. Efisiensi stasiun kerja

$$Efisiensi.Stasiun.Kerja = \frac{W_i}{W_s} \times 100\% \dots\dots\dots(2.13)$$

2. Efisiensi Lintasan

$$Efisiensi.Lintasan = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{n \cdot W_s} \times 100\% \dots\dots\dots(2.14)$$

3. Waktu Menganggur

$$Waktu.Menganggur = n \cdot W_s - \sum_{i=1}^n W_i \dots\dots\dots(2.15)$$

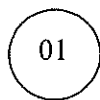
Dimana : n = jumlah stasiun standar
 Ws = Waktu siklus terbesar
 Wi = Waktu sebenarnya pada stasiun kerja
 i = 1,2,3,4,...,n

2.7. Diagram Jaringan Kerja (*Precedence Diagram*)

Diagram jaringan kerja adalah suatu jaringan kerja yang berisi lintasan – lintasan dan urutan – urutan kegiatan dalam suatu proses perakitan. Notasi yang digunakan dalam jaringan kerja adalah notasi yang memperlihatkan urutan operasi pekerjaan.

Adapun notasi – notasi adalah sebagai berikut :

1. Notasi elemen kerja yaitu suatu lingkaran yang berisi nomor elemen kerja.



Berarti elemen kerja no.01.

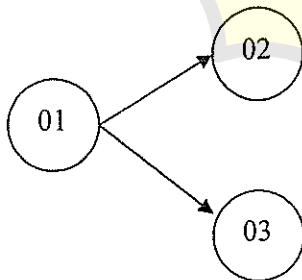
2. Notasi penghubung yang berupa panah yang menghubungkan suatu elemen ke elemen yang lain. Notasi ini terdiri dari 2 bagian, yaitu :

- a. Hubungan yang teratur



Berarti elemen 01 harus mendahului elemen 02

- b. Hubungan yang tidak teratur



Elemen 01 harus mendahului elemen 02 dan 03, tetapi tidak ada hubungan keterkaitan antar elemen.

3. Notasi waktu yaitu angka yang menunjukkan berapa lama elemen dikerjakan.

01

15"

Berarti elemen kerja 01 lamanya 15 detik.

Waktu disini bisa berdasarkan jam, menit ataupun detik.

2.8. Perencanaan Tenaga Kerja

Perencanaan tenaga kerja dalam suatu rangkaian proses perakitan pada stasiun kerja menyangkut banyak hal, antara lain mencakup tenaga kerja yang tersedia pada stasiun kerja yang bersangkutan dan kebutuhan operasi kerja yang ada, serta beban kerja yang harus dilakukan pada stasiun kerja tersebut.

