

## BAB II

### KAJIAN LITERATUR

#### 2.1. Kajian Empiris

Semakin meningkatnya persaingan bisnis dan tingginya tuntutan dari konsumen menuntut perusahaan untuk dapat mengelola proses produksi lebih efisien dan efektif (Pujawan, 2003). Salah satu metode yang paling sering digunakan perusahaan untuk mengelola proses produksi menjadi lebih efisien dan efektif adalah penerapan prinsip *lean*. *Lean* adalah suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang dan atau jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*) (Gasperz, 2007). Proses disebut sebagai *Lean* karena pada akhirnya proses dapat berjalan dengan menggunakan lebih sedikit material, membutuhkan sedikit investasi, menggunakan sedikit persediaan, memakan sedikit ruang, dan menggunakan sedikit orang (Wilson, 2010).

Di Indonesia terdapat beberapa penelitian yang menggunakan pendekatan *lean* untuk meningkatkan produktivitas pada industri manufaktur (Fanani dan Singgih, 2011), (Kurnia, 2011), dan (Zainudin dan Retnaningsih, 2014). Dalam suatu penelitian terdahulu, pendekatan *lean* digunakan untuk meningkatkan efisiensi perusahaan dengan mengurangi *stock out* bahan baku sebesar 750 Kg (Fanani dan Singgih, 2011). Dalam penelitian lain pendekatan *lean* digunakan untuk mengurangi *production lead time* sebesar 75% dan total *lead time* berkurang sebesar 1,63% (Kurnia, 2011). Selanjutnya terdapat penelitian yang menggunakan pendekatan *lean* untuk

meningkatkan produktivitas perusahaan sebesar 10% (Zainudin dan Retnaningsih, 2014). Dari kajian *literature* yang telah dilakukan tersebut diketahui bahwa pendekatan *lean* mempunyai tujuan utama untuk meningkatkan produktivitas pada suatu perusahaan, baik dengan cara pengurangan *waste stock* maupun *lead time*. Sehingga pada penelitian ini upaya peningkatan produktivitas dilakukan menggunakan pendekatan *lean*.

Salah satu prinsip *lean* yang terkenal adalah *Toyota Production System*. Prinsip *lean* dari *Toyota Way* telah membawa kesuksesan besar pada perusahaan Toyota. Inti dari prinsip *Toyota Production System* adalah menghilangkan suatu pemborosan (Liker, 2006). Hal ini karena banyak *tool* dari prinsip *lean* yang terfokus pada bagian *waste*. *Waste* atau pemborosan merupakan segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream* (Gaspersz, 2007).

Terdapat beberapa pendapat tentang klasifikasi dari *waste*, salah satunya mengelompokkan *waste* menjadi 8 kelompok (Liker, 2006), yaitu: Produksi Berlebih, Waktu Menunggu, *Transportasi Yang Tidak Perlu*, Memproses Secara Berlebih Atau Memproses Secara Keliru, Persediaan Berlebih, Gerakan Yang Tidak Perlu, Produk Cacat, Dan Kreativitas Karyawan Yang Tidak Dimanfaatkan. Sedangkan dalam penelitian lain *waste* dibagi menjadi 9 kelompok, yaitu: *Environmental Health and Safety (EHS)*, *defect*, *Overproduction*, *Waiting*, *Not utilizing employee Knowledge Skill and Ability*, *Transportation*, *Inventory*, *Motion*, dan *Excess Process* (Andini et al., 2012). Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, pada penelitian ini dilakukan identifikasi terhadap 9 *waste*, sehingga pengurangan *waste* dapat dilakukan secara keseluruhan.

Dalam upaya pengurangan *waste* terdapat beberapa *tool* yang dapat digunakan. Berikut merupakan beberapa penelitian tentang pengurangan *waste* pada industri manufaktur di Indonesia. *Tool lean six sigma* dapat digunakan untuk mengurangi *waste*

pada proses produksi botol (Cahyanti et al., 2012). Selain itu pengurangan *waste* dapat dilakukan dengan mengimplementasikan metode *day in the life of* dalam suatu proses (Bachtiar, 2016). Sedangkan dalam penelitian lain metode *Value stream mapping* digunakan untuk mengidentifikasi dan mengurangi *waste* pada proses produksi (Yoanita et al., 2009).

Berdasarkan kajian diatas salah satu metode *lean* yang dapat digunakan untuk mengurangi *waste* adalah *value stream mapping*. Hal ini didukung dari penelitian lain yang menggunakan *value stream mapping* untuk menelusuri *waste* yang ada dalam proses manufaktur (Lasa et al., 2008). *Value stream mapping* digunakan sebagai alat untuk untuk memudahkan proses implementasi *lean* dengan cara membantu mengidentifikasi tahapan-tahapan *value added* di suatu aliran proses, dan mengeliminasi tahapan-tahapan *non-value added* atau *waste*. Didalam *Toyota Way VSM* juga dikenal sebagai *material and information flow mapping*.

Terdapat beberapa penelitian yang bertujuan untuk mengurangi pemborosan dengan menggunakan *VSM* sebagai *tools* yang digunakan, diantaranya penelitian yang menyebutkan bahwa dengan menggunakan *lean production* dan *tool VSM* maka dapat menganalisis *waste* dan *non value added* pada sebuah proses produksi (Tyagi et al., 2015). Dalam penelitiannya pengembangan *current value stream mapping* dilakukan menggunakan pendekatan *gemba walk*. Untuk mengidentifikasi akar penyebab *waste* dan cara pengurangannya dilakukan *brainstorming* pada *current value stream mapping* oleh *Subject Matter Expert*.

Kemudian pada penelitian lain, terdapat penelitian tentang implementasi teknik *VSM* pada perakitan *helical spring* oleh perusahaan *Railway Spring Manufacturing* (Yadav et al., 2012). Tujuannya yaitu untuk mengidentifikasi *waste* dalam bentuk aktivitas dan proses *non-value added* kemudian menghilangkannya untuk meningkatkan performa perusahaan. Selanjutnya terdapat penelitian yang menawarkan *VSM* berdasarkan *lean production system* untuk perusahaan China guna membantu mereka

menggunakan *lean production* secara sistematis (Chen & Meng., 2010). Tujuan dari penelitian ini yaitu membantu perusahaan China untuk mengurangi *waste*, dan menyusun kembali *VSM* dan meningkatkan persaingan perusahaan China.

Selain memberikan keberhasilan pada pengurangan *waste* dalam proses produksi, penggunaan *lean* dan *value stream mapping* juga dapat menimbulkan dampak pada *health* dan *safety* operator jika tidak dilakukan dengan tepat. Hal ini didukung oleh penelitian (Landsbergis et al., 1999). Dalam penelitiannya dijelaskan bahwa usaha peningkatan kecepatan kerja dan beban kerja menggunakan pendekatan *lean* bisa saja berdampak kepada kesehatan, stress, kelelahan maupun cedera pada pekerja. Sebelumnya terdapat beberapa penelitian yang membahas tentang pengaruh penerapan *lean* terhadap *health* dan *safety* operator.

Kemudian terdapat penelitian yang membahas tentang dampak dari *lean production* terhadap resiko *musculoskeletal* dan *psychosocial* (Koukoulaki, 2014). Dalam penelitiannya dilakukan pengujian *trend* dari *sociotechnical* dalam 20 tahun. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi efek dari *lean production* (negatif dan positif) pada kesehatan kerja dan faktor-faktor resiko yang terkait. Sebuah model interaksi dikembangkan untuk mengusulkan hubungan dari karakteristik *lean production* menuju faktor resiko dari *musculoskeletal* dan *psychosocial* dan juga *output* yang positif. Hasilnya mekanisme yang menjadi dasar utama efek kesehatan dari *lean production* adalah intensifikasi kerja dan beberapa kasus yang tidak dapat dihindari.

Selanjutnya terdapat penelitian yang membahas tentang permasalahan ergonomi dalam *lean manufacture* (Bianca & Anca, 2016). Penelitian yang dilakukan memberikan uraian kuantitatif dan *review* untuk memahami evolusi dari keterlibatan *lean*. Penelitian dilakukan dengan melakukan *overview* terhadap 5 material yaitu *occupational health and safety, Philosophy, Mechanical and Industrial Engineering, Production and System*, dan *Mechanical and Materials Engineering*. Hasilnya diantaranya pengurangan stress dalam *lean manufacturing* melalui laporan terhadap

kesalahpahaman, kolaborasi antara karyawan dan manager, kebutuhan karyawan akan *feedback* dan keterlibatan langsung dalam perusahaan, perbedaan antara teori *lean* dan *lean practice*.

Untuk mengatasi kemungkinan terjadinya peningkatan dampak pada *health* dan *safety* dalam penerapan *lean*, beberapa peneliti mencoba melakukan studi tentang penggunaan ergonomi kedalam penerapan *lean*. Contohnya pada penelitian yang membahas tentang implementasi pendekatan *lean-ergonomi* dalam pengurangan *waste* dengan parameter ergonomi pada perusahaan pembuatan kerupuk di Yogyakarta (Mulyati et al., 2015). Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk mengidentifikasi *waste* ergonomi dalam proses produksi kerupuk. *Waste* ergonomi dalam perusahaan diteliti berdasarkan postur kerja operator menggunakan metode *Ovako Working Assessment System (OWAS)*. Hasilnya menyatakan bahwa *motion* merupakan *waste* yang paling penting dan utama untuk dilakukan perbaikan. Dalam penelitian ini diketahui bahwa keilmuan ergonomi tentang postur kerja dapat digunakan sebagai alat identifikasi *waste* dari segi *motion*.

Selain itu terdapat penelitian lain yang membahas tentang keterlibatan *tool* ergonomi dalam metode *lean* (Maia et al., 2011). Penelitian dilakukan dengan menerapkan metodologi-metodologi dalam implementasi *lean* dan identifikasi keterlibatan *tool* ergonomi dalam metodologi tersebut. Untuk mengetahui hal tersebut dilakukan *review* terhadap penelitian ergonomi oleh peneliti. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan metodologi dalam implementasi *lean* masih belum melibatkan *tool* ergonomi. Namun hal ini masih mungkin untuk melihat arah dari *lean-ergonomi* dan bagaimana kedua *tool* saling terkait. Sehingga kedepannya akan dilakukan pengembangan metodologi *lean* yang melibatkan *tool* ergonomi untuk mendiagnosa kondisi ergonomi sekarang dan mengukur *effort* yang dibutuhkan sebelum dan sesudah *lean* diterapkan.

Kemudian terdapat penelitian tentang penggabungan ergonomi kedalam *lean*. Secara spesifik dilakukan penelitian tentang integrasi ergonomi kedalam *value stream mapping* (Jarebrant et al., 2016). Dalam penelitiannya dilakukan pengujian *value stream mapping* dan *ergonomic value stream mapping* untuk mengurangi *waste* pada salah satu perusahaan manufaktur di Swedia. Penggunaan *ergonomic* dalam penelitian tersebut dibagi menjadi 2 tahap yaitu *task level* dan *value stream level*. Pada kedua tahap tersebut dilakukan pengujian *physical ergonomic* yang mencakup *posture* dan *work force*) dan *work content* yang mencakup *mental demand* dan *control*. Dalam penelitian tersebut, salah satu keilmuan ergonomi yang dipakai sebagai alat identifikasi *waste* adalah postur kerja dan *work force*.

Berdasarkan kajian empiris yang dilakukan diatas, selama ini sudah terdapat banyak penelitian tentang pengurangan *waste* menggunakan *lean* pada industri manufaktur khususnya tentang penggunaan *value stream mapping*. Penelitian yang ada kebanyakan menggunakan metode *value stream mapping* untuk mengidentifikasi *waste* tanpa mempertimbangkan faktor ergonomi. Sedangkan integrasi ergonomi dalam *Value stream mapping* masih jarang dilakukan. Sehingga dari hasil *literature* diatas, dapat dijadikan dasar untuk melakukan penelitian tentang penggunaan *value stream mapping* dan ergonomi dalam pengurangan 9 *waste*. Perbandingan penelitian yang akan dilakukan dengan *literature* yang sudah dibahas sebelumnya dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya dan Penelitian yang diusulkan

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode
1	Zaenal Fanani dan Moses Laksono Singgih	2011	Implementasi <i>Lean Manufacturing</i> untuk Peningkatan Produktivitas (Studi Kasus pada PT. Ekamas Fortuna Malang)	<i>Value stream mapping</i> dan <i>VALSAT</i>
2	Ismail Kurnia	2011	Implementasi <i>Lean Production System</i> Menggunakan <i>Value stream mapping</i> di <i>Line Small Press Stamping</i>	<i>Value stream mapping</i> , <i>Jishuken</i> , dan <i>FMEA</i>
3	Zainudin dan Retnaningsih	2012	Pendekatan <i>Lean Six Sigma</i> untuk Peningkatan Produktivitas Proses Butt Weld Orbital	<i>Six Sigma</i> , <i>DMIX</i> , <i>VALSAT</i> , <i>Fishbone</i> , dan <i>Time Study</i>
4	Ganis Andini P, Yudha Prasetyawan, dan Hari Supriyanto	2012	Pendekatan Konsep <i>Lean Manufaktur</i> dalam Peningkatan Efisiensi pada Sistem Produksi Kaca di PT. Asahimas Flat Glass, Tbk	<i>Big Picture Mapping</i> , <i>Analisis Waste</i> , <i>Root Cause Analysis</i> , dan <i>Analisis Biaya Waste</i>
5	Elok Rizqi Cahyanti, Mochamad Choiri, Rahmi Yuniarti	2012	Pengurangan <i>Waste</i> pada Proses Produksi Botol X Menggunakan <i>Lean Sigma</i>	<i>Lean Sigma</i> , <i>DMAIC</i> , <i>DPMO</i> , <i>Fishbone</i> , dan <i>FMEA</i>
6	Reza Panji Bachtiar	2016	Aplikasi Metode <i>Day In Life Of (DILO)</i> untuk Studi Kerja di Departemen <i>Quality Control</i> PT. Kievit Indonesia	<i>Day In Life Of (DILO)</i> dan <i>5Whys</i>
7	Yoanita Y, Ambar H, dan Dicky E. D.	2009	Usulan Pengurangan <i>Waste</i> pada Proses Produksi dengan Menggunakan Metode <i>Lean Manufacturing</i> .	<i>SIPOC</i> , <i>Value stream mapping</i> <i>5W+1H</i> , dan <i>5S</i>
8	Satish Tyagi, Alok Choudhary, Xianming Cai, dan Kai Yang	2015	<i>Value stream mapping to Reduce the Leadtime of Product Development Process</i>	<i>Value stream mapping</i> , <i>Gemba Walk</i> , dan <i>Subject Matter Expert (SMEs)</i>
9	Renu Yadav, Ashish Shastri, dan Mithlesh Rathore	2012	<i>Increasing Productivity by Reducing Manufacturing Lead time through Value stream mapping</i>	<i>DMAIC</i> , <i>Value stream mapping</i> , dan <i>Root Cause Analysis</i>

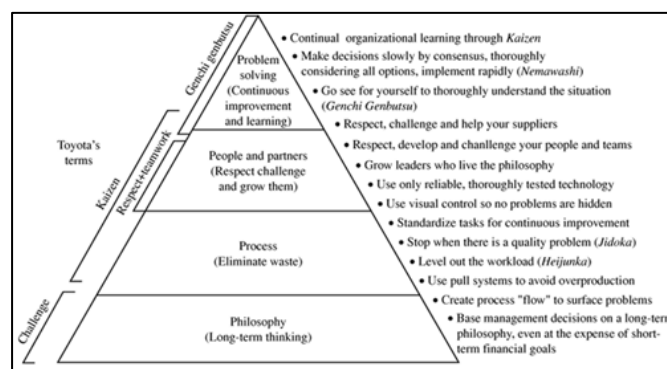
<b>No</b>	<b>Penulis</b>	<b>Tahun</b>	<b>Judul</b>	<b>Metode</b>
10	Lixia Chen dan Bo Meng	2010	<i>The Application of Value stream mapping Based Lean Production System</i>	<i>Value stream mapping</i>
11	Theoni Koukoulaki	2014	<i>The Impact of Lean Production on Musculoskeletal and Psychosocial Risks: An Examination of Sociotechnical Trends ver 20 years</i>	<i>Literature Review</i>
12	Bianca Cirjaliu dan Anca Draghici	2016	<i>Ergonomic Issues in Lean Manufacturing</i>	<i>Literature Review</i>
13	Guntarti Tatik Mulyati, Suharno, dan M.A. Muharom	2015	<i>An Implementation of Lean-ergonomic Approach to Reduce Ergonomic Parameter Waste in the Manufacture of Crackers</i>	<i>Operational Process Chart, OWAS, dan From-To Chart</i>
14	Maia, Laura C, Alves, Anabela C, Leao, dan Celina P	2011	<i>Do Lean Methodologies Include Ergonomic Tools?</i>	<i>Literature Review</i>
15	Caroline Jarebrant, Jorgen Winkel, Jan Johansson Hanse, Svend Erik Mathiassen, dan Birgitta Ojmertz	2016	<i>ErgoVSM: A Tool for Integrating Value stream mapping and Ergonomics in Manufacturing</i>	<i>Value stream mapping dan ERGO-VSM</i>
16	Rahmat Burhanudin	2017	<i>Implementasi Ergonomic Value stream mapping dalam Upaya Pengurangan Waste pada Proses Buffing Panel UP</i>	<i>Value stream mapping, REBA, Job safety analysis, dan 10 Denyut.</i>



## 2.2. Kajian Teoritis

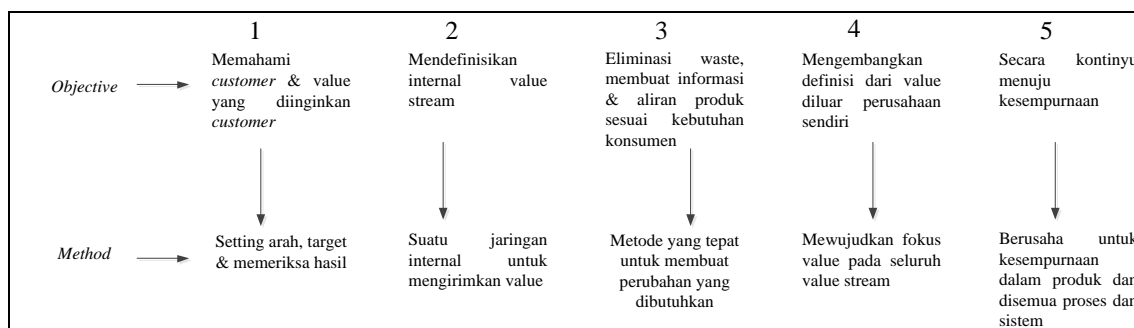
### 2.2.1 Lean

*Lean* atau *Toyota production system* (TPS) merupakan gerakan perampingan dalam berproduksi yang dipelopori oleh Toyota. *Lean* diartikan sebagai suatu upaya terus menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang/ jasa), agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*) (Gaspers dan Fontana, 2011). *Lean* memberikan cara untuk melakukan sebanyak mungkin dengan seminimal mungkin, yaitu minim *human effort*, minim peralatan, minim waktu, dan minim ruang dengan pendekatan sedekat mungkin ke konsumen sesuai apa yang konsumen inginkan (Womack dan Jones, 2003). Pemikiran *lean* berdasarkan *Toyota way* menuntut transformasi budaya yang lebih dalam daripada yang dapat dibayangkan oleh sebagian besar perusahaan. Tujuan dari penerapan *lean* adalah meningkatkan terus-menerus *customer value* melalui peningkatan terus-menerus rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (*the value to waste ratio*) (Gaspersz, 2007). *Lean manufacturing* merupakan 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 (Womack dan Jones, 2003). Selain itu terdapat 14 prinsip yang membentuk “Toyota way”. Secara ringkas prinsip-prinsip tersebut dibagi menjadi 4 kategori yaitu *Philosophy*, *Process*, *People/ Partners*, dan *Problem Solving* (Liker, 2006).



Gambar 2.1 Model 4P dari Toyota Way  
(sumber: Liker 2006)

Gambar 2.1 menjelaskan tentang 4 prinsip dari Toyota way dimulai dari *philosophy* sebagai dasar hingga prinsip *problem solving*. Dari 4 prinsip yang ada di Gambar 1 tersebut, kebanyakan perusahaan hanya berfokus pada satu tingkat yaitu “process”. Tanpa mengadopsi 3P yang lain (*philosophy, people/ partners, dan problem solving*) maka kinerja perusahaan akan tertinggal dari perusahaan-perusahaan yang mengadopsi budaya peningkatan berkesinambungan yang sebenarnya (Liker, 2006). Metode untuk mencapai kondisi *lean* dapat dilakukan seperti gambar 2.2 berikut (Hines dan Taylor, 2000):



**Gambar 2.2 Metode untuk mencapai Lean**  
(sumber: Hines dan Taylor, 2000)

Dalam menerapkan *lean*, terdapat 3 fase yang harus dilaksanakan yaitu sebagai berikut (Tapping dan Shuker, 2003):

1. Fase permintaan pelanggan

Pada fase ini, kita menentukan siapa pelanggan, apa yang dibutuhkan pelanggan, sehingga permintaan pelanggan dapat dipenuhi. Hal ini membutuhkan perhitungan takt time yang berasal dari istilah Jerman “*takt*” yang berarti irama. Takt time menunjukkan seberapa cepat sebuah proses berjalan untuk memenuhi permintaan pelanggan. *Takt time* dihitung dengan membagi total waktu operasi yang tersedia dengan total jumlah yang produk dibutuhkan oleh pelanggan.

2. Fase Aliran Berkelanjutan

Jantung dari *lean* adalah *just-in-time* atau aliran yang berkelanjutan yang berarti hanya memproduksi apa yang dibutuhkan pelanggan, pada saat dibutuhkan, dan dalam jumlah yang dibutuhkan.

### 3. Fase Perataan

Perataan yaitu mendistribusikan pekerjaan yang dibutuhkan dengan rata untuk memenuhi permintaan pelanggan pada periode waktu tertentu. Kegagalan dalam meratakan pekerjaan dapat berakibat pada penundaan proses sehingga menyebabkan adanya waktu tunggu di antara proses.

Dalam penerapannya terdapat beberapa tools yang bisa digunakan untuk mencapai *lean* dalam perusahaan. Diantara beberapa metode tersebut beberapa yang sering digunakan adalah *Value Stream Mapping*, *Muda (waste)*, *Kaizen (continuous improvement)*, dan *Root Cause Analysis*.

#### 2.2.2 Waste

Segala sesuatu yang tidak memiliki nilai tambah, baik untuk produk yang dihasilkan maupun untuk konsumen dapat disebut sebagai *waste* dalam *lean manufacturing*. Terdapat 8 *waste* yang perlu diperhatikan dalam *lean manufacturing*, yaitu (Liker, 2004):

1. *Overproduction*
2. *Waiting (time on hand)*
3. *Unnecessary transport or conveyance*
4. *Overprocessing or incorrect processing*
5. *Excess inventory*
6. *Unnecessary movement*
7. *Defects*
8. *Unused employee creativity*

Selain 8 *waste* tersebut diatas, *waste* dapat dikelompokkan menjadi 9 kelompok, yaitu (Andini et al., 2012):

1. *Environmental Health and Safety (EHS)*,

Terjadinya *lost time* yang disebabkan oleh kecelakaan kerja ataupun *injury* dari operator.

2. *Defect*,

Memproduksi komponen cacat atau yang memerlukan perbaikan-perbaikan atau pengerjaan ulang, *scrap*, memproduksi barang pengganti, dan inspeksi berarti tambahan penanganan, waktu, dan upaya yang sia-sia.

3. *Overproduction*,

Memproduksi lebih awal atau lebih cepat dari yang dibutuhkan pelanggan menciptakan pemborosan lain seperti biaya kelebihan tenaga kerja, penyimpanan dan *transportasi* karena persediaan berlebih. Persediaan dapat berupa fisik atau antrian informasi. Kriteria *overproduction* adalah:

- a. Memproduksi sesuatu lebih awal dari yang dibutuhkan
- b. Memproduksi dalam jumlah yang lebih besar dari pada yang dibutuhkan oleh pelanggan.

4. *Waiting*,

Kriteria waktu menunggu (*Waiting*) adalah:

- a. Pekerja berdiri menunggu tahap selanjutnya dari proses baik menunggu alat, pasokan, komponen dan lain sebagainya, atau menganggur karena kehabisan material, keterlambatan proses, kerusakan mesin dan bottleneck.
- b. Waktu menunggu informasi
- c. Material yang keluar dari satu proses dan tidak langsung dikerjakan di proses selanjutnya

5. *Not utilizing employee Knowledge Skill and Ability*,

Kehilangan waktu, gagasan, keterampilan, peningkatan, dan kesempatan belajar karena tidak melibatkan atau mendengarkan karyawan.

6. *Transportation*,

Kriteria *transportasi* adalah:

- a. Memindahkan barang dalam proses dari satu tempat ke tempat yang lain dalam satu proses, bahkan jika hanya dalam jarak dekat.
- b. Menciptakan angkutan yang tidak efisien.
- c. Pemindahan yang repetitif dan menempuh jarak jauh.

### 7. *Inventory*,

Salah satu kriteria persediaan berlebih adalah persediaan yang dapat meningkatkan resiko barang kadaluarsa, barang rusak. Menurut Toyota persediaan adalah pemborosan. Bahan baku, barang dalam proses atau barang jadi yang berlebih menyebabkan leadtime yang panjang, peningkatan biaya pengangkutan dan penyimpanan, serta keterlambatan. Persediaan berlebih juga menyembunyikan masalah seperti ketidakseimbangan produksi, keterlambatan pengiriman dari pemasok, produk cacat, mesin rusak, dan waktu set up yang panjang.

### 8. *Motion*,

Kriteria gerakan yang tidak perlu adalah:

- a. Gerakan tersebut tidak memberikan nilai tambah bagi produk seperti mencari, memilih atau menumpuk komponen, alat dan lain sebagainya.
- b. Berjalan juga merupakan pemborosan.

### 9. *Excess Process*.

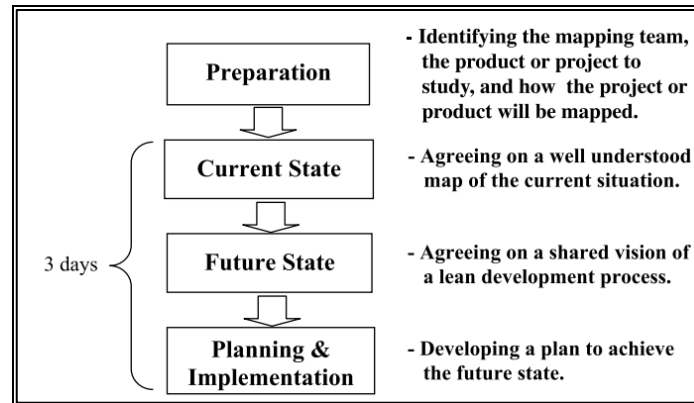
Kriteria proses berlebih adalah:

- a. Melakukan langkah yang tidak diperlukan untuk memproses komponen.
- b. Melaksanakan pemrosesan yang tidak efisien karena alat dan rancangan produk yang buruk, menyebabkan gerakan yang tidak perlu sehingga memproduksi barang cacat.

#### 2.2.3 *Value Stream Mapping*

*Value stream mapping* merupakan alat yang efektif untuk mengukur proses bisnis dan mendesain ulang proses tersebut berdasarkan konsep *lean* (Locher, 2008). *Value stream mapping* secara visual memetakan aliran material dan informasi secara menyeluruh dimulai dari kedatangan bahan baku dari *supplier* melalui semua tahap proses produksi hingga pengiriman produk kepada pelanggan akhir. Penggunaan *value stream mapping* mampu mengidentifikasi dan menggambarkan keberadaan *waste* dalam suatu aliran secara menyeluruh, sehingga dengan menggunakan *tools* ini dapat membantu perusahaan dalam mengambil keputusan untuk mengurangi *waste*. Penggunaan *value stream mapping* diperlukan agar perbaikan yang dilakukan dapat lebih terfokus pada

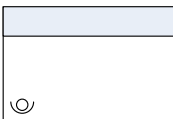
keseluruhan *waste* dalam sistem (Liker dan Meier, 2004). Tahapan-tahapan dalam proses *value stream mapping* dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut (Locher, 2008).



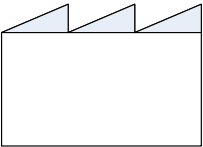





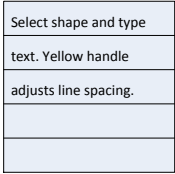

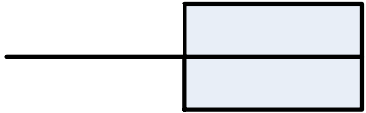


Gambar 2.3 Proses *Value stream mapping*  
(sumber: Locher, 2008)

Proses *value stream mapping* (Gambar 2.3) dimulai dari tahap *preparation*. Tahap ini merupakan tahap paling penting dalam proses *value stream mapping* agar dalam penentuan *future state* dapat berhasil. Dalam tahap *preparation* ditentukan tujuan dan arah dari pengembangan yang dilakukan. Tahap selanjutnya adalah *current state*, menggambarkan kondisi saat ini dari suatu proses. Kemudian dilakukan pembuatan *future state* berdasarkan diskusi dengan pertimbangan konsep *lean*. Langkah terakhir adalah perencanaan dan implementasi. Secara umum tujuan utamanya adalah mencapai *future state* yang telah ditentukan. Untuk dapat mempermudah dalam penyusunan VSM, maka diperlukan sebuah patokan dalam menentukan simbol-simbol dasar yang akan digunakan. Standar simbol yang digunakan akan ditunjukkan pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Simbol *Value Stream Mapping*

No	Simbol	Keterangan
1		Proses

No	Simbol	Keterangan
2		<i>Inventory</i>
3		Arah Proses
4		Pemasok
5		Arah Pengiriman
6		Pengiriman
7		<i>Production Control</i>
8		Informasi Manual
9		Informasi Elektronik
10		Data Tabel
11		<i>Timeline Segment</i>
12		<i>Timeline Total</i>

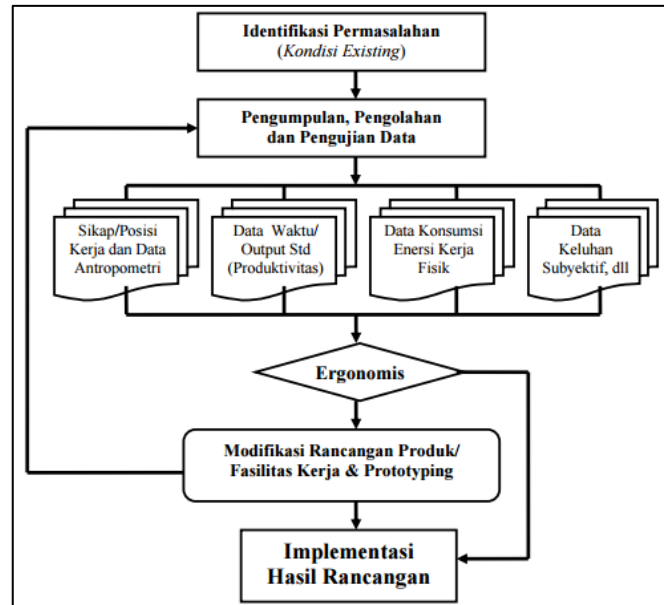
#### 2.2.4 Ergonomi

Ergonomi berasal dari dua kata yaitu *ergon* (kerja) dan *nomos* (hukum alam). Ergonomi adalah penerapan dari keilmuan ilmiah tentang manusia (termasuk metode ilmiah untuk memperoleh informasi tersebut) untuk permasalahan desain (Pheasant, 1988). Definisi lain dari ergonomi yaitu ilmu yang mempelajari tentang keterkaitan antara orang dengan lingkungan kerja (Nurmianto, 1996). Tujuan umum dari penerapan ergonomi (Tarwaka, 2004), yaitu:

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.
3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

Mc. Cormic dan Sanders membagi keilmuan ergonomi menjadi beberapa bagian, salah satu bagian dari ergonomi tersebut adalah *human error*, kecelakaan, dan keselamatan kerja. Dari bagian tersebut, terdapat pembagian lagi mengenai cara atau sudut pandang dalam penilaiannya, misalnya pengukuran terhadap postur kerja dan pengukuran beban kerja. Keduanya berkaitan dengan bagian kecelakaan (Purnomo, 2004). Selanjutnya terdapat contoh langkah-langkah untuk melakukan pendekatan ergonomi dalam hal perancangan produk maupun fasilitas kerja secara umum dapat ditunjukkan dalam bagan/gambar 3 berikut ini (Wignjosoebroto, 2005):





Gambar 2.4. Langkah-Langkah Penelitian dan Perancangan  
(sumber: Wignosubroto, 2005)

Gambar 2.4 diatas menggambar tentang langkah-langkah pendekatan ergonomi termasuk dalam perancangan fasilitas atau analisa fasilitas. Langkah dimulai dari identifikasi masalah mulai dari potensi kecelakaan kerja ataupun potensi cedera pada bagian *musculoskeletal disorder*. Kemudian permasalahan yang telah diidentifikasi dilakukan pengolahan untuk menemukan sumber masalah ataupun resiko dari kecelakaan dan cedera. Temuan akan ketidak ergonomisan kemudian dilakukan perancangan berdasarkan keilmuan ergonomi.

### 2.2.5 Safety

*Safety* atau keselamatan kerja merupakan upaya untuk menjamin kesehatan dari pekerja dalam sebuah perusahaan. Kesehatan dan keselamatan kerja dapat diartikan sebagai suatu promosi, perlindungan dan peningkatan derajat kesehatan yang setinggi-tingginya mencakup aspek fisik, mental, dan social untuk kesejahteraan seluruh pekerja di semua tempat kerja (*International Labour Organization, 1998*). Lebih lanjut dijelaskan bahwa kecelakaan bisa timbul dari hasil gabungan beberapa faktor, tiga faktor paling utama

adalah faktor pekerjaan, lingkungan kerja, dan pekerja itu sendiri. Bahaya keselamatan kerja (*occupational safety hazard*) yang terdapat di tempat kerja antara lain (Levy Barry S et al., 2006):

1. Bahaya pada permukaan dimana pekerja berjalan dan bekerja (*walking and working surfaces hazards*)
2. Bahay mekanik (*mechanical hazards*)
3. *Material-handling hazards*
4. Bahaya elektrik (*electrical hazards*)
5. Bahaya ruang terbatas (*confined space hazards*)
6. Bahaya kejahatan di tempat kerja (*workplace violence hazards*)
7. Bahaya kebakaran dan ledakan

Rekomendasi panduan yang efektif pada manajemen dan pencegahan *safety* dan *health* pekerja yaitu (OSHA, 2006):

1. Komitmen dari manajemen dan keterlibatan karyawan
2. Analisis *worksite*
3. Pencegahan *hazard* dan *control*
4. Training *safety* dan *health*

Untuk mengurangi peluang terjadinya kecelakaan atau sebagai pencegahan terhadap hazard harus dilakukan identifikasi potensi bahaya yang ada. Dengan melakukan identifikasi bahaya maka sumber bahaya dapat diketahui sehingga potensi kecelakaan dapat dikendalikan. Terdapat beberapa cara yang bisa digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, diantaranya adalah *What if, Hazard and Operability Study (HAZOB)*, *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, serta *Job safety analysis (JSA)*.

### 2.2.6 *Job Safety Analysis*

*Job safety analysis* adalah sebuah teknik pencegahan kecelakaan yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi resiko dan bahaya yang berkaitan dengan suatu pekerja serta memberikan pengendalian resiko untuk mengurangi resiko dan bahaya tersebut (Jaiswal et al., 2014). Penggunaan *JSA* ditujukan agar potensi bahaya yang ada dapat dikenali sebelum terjadi kecelakaan atau penyakit akibat kerja. Hal-hal positif yang dapat diperoleh dari pelaksanaan *JSA*, adalah (Abadi, 2007):

1. Sebagai upaya pencegahan kecelakaan
2. Sebagai alat kontak *safety (safety training)* terhadap tenaga kerja baru
3. Melakukan *review* pada *Job* prosedur setelah terjadi kecelakaan
4. Memberikan *pre job intruction* pada pekerjaan yang baru
5. Memberikan pelatihan secara pribadi kepada karyawan
6. Dapat Meninjau ulang *SOP*

Untuk melakukan *Job safety analysis* terdapat empat langkah utama yang harus dilakukan yaitu (OSHAcademy, 2002):

1. Memilih pekerjaan yang akan dianalisis

*JSA* dapat menganalisis semua pekerjaan yang ada di tempat kerja, namun harus diprioritaskan berdasarkan (OSHA 3071, 2002):

- a. Pekerjaan yang memiliki tingkat kecelakaan yang tinggi.
  - b. Pekerjaan yang memiliki berpotensi bahaya, kecelakaan dan cedera, walaupun belum ada catatan kecelakaan pada pekerjaan tersebut.
  - c. Pekerjaan yang dapat menyebabkan kecelakaan atau luka berat akibat kesalahan manusia yang sederhana.
  - d. Pekerjaan baru, pekerjaan tidak rutin, atau pekerjaan yang mengalami.
  - e. Pekerjaan yang kompleks/ rumit.
2. Membagi pekerjaan menjadi beberapa langkah pokok pekerjaan
  3. Mengidentifikasi resiko atau bahaya yang potensial

Identifikasi bahaya/ resiko dapat ditelusuri melalui beberapa pertanyaan seperti (Rausand, 2005):

- a. Apakah kebakaran atau ledakan dapat terjadi jika pekerjaan dilaksanakan?
  - b. Apakah ada benda (rantai, sling, kait dan sebagainya) yang dapat menghantam pekerja?
  - c. Apakah pekerja dapat terkena aliran listrik, logam panas, acid, air panas?
  - d. Apakah pekerja dapat terhimpit di antara/ di dalam/ pada benda?
  - e. Apakah pekerja dapat terekspos oleh bahaya kesehatan, seperti radiasi, asap beracun, bahan kimia, gas panas, kekurangan oksigen, dan lain sebagainya?
  - f. Jika terjadi kesalahan mengoperasikan peralatan, apakah peralatan tersebut akan rusak?
  - g. Kaji ulang setiap langkah, sehingga semua hazard teridentifikasi.
4. Mengendalikan resiko dengan memberikan perbaikan untuk mengurangi potensi resiko atau bahaya yang mungkin terjadi

Hirarki pengendalian resiko terdiri dari 5 bagian yaitu (Suardi, 2007):

- a. Eliminasi (Menghilangkan Bahaya)

Menghilangkan bahaya adalah langkah ideal yang dapat dilakukan dan menjadi pilihan pertama dalam melakukan pengendalian resiko. Ini berarti menghentikan peralatan atau prasarana yang dapat menimbulkan bahaya atau dengan kata lain peralatan tersebut tidak digunakan lagi.

- b. Substitusi atau Mengganti

Prinsipnya adalah menggantikan sumber resiko dengan sarana/ peralatan lain yang tingkat resikonya lebih rendah atau tidak ada. Ciri khas tahap ini adalah melibatkan pemikiran yang lebih mendalam bagaimana membuat lokasi kerja yang lebih aman dengan melakukan pengaturan ulang lokasi kerja, memodifikasi peralatan, melakukan kombinasi kegiatan, perubahan prosedur, mengurangi frekuensi dalam melakukan kegiatan berbahaya.

- c. Isolasi

Pada tahap ini dilakukan isolasi terhadap area berbahaya dari pekerja atau dari orang yang ingin memasuki area tersebut.

- d. Pengendalian secara Administrasi

Tahap ini menggunakan prosedur, *Standard Operational and Procedure* (SOP) atau panduan sebagai langkah untuk mengurangi resiko.

- e. Penggunaan alat pelindung diri (APD)

Terdapat beberapa form yang dapat digunakan dalam menganalisa Job safety analysis. Salah satu form yang dapat digunakan adalah pada gambar 2.5 berikut.

Lokasi				No. JSA			
Pekerjaan Yang Dilakukan				Ketua Tim JSA			
Tanggal				Anggota Tim JSA			
NO	LANGKAH KERJA	IDENTIFIKASI BAHAYA		FAKTOR RESIKO			TINDAKAN PENGENDALIAN
		JENIS BAHAYA	DAMPAK BAHAYA	K	D	FR	
Keterangan :							
FR < 6 : Resiko dapat diterima, pekerjaan dapat dilaksanakan							
FR ≥ 6: Resiko tidak dapat diterima, harus dilakukan tindakan pengendalian							

Gambar 2.5 Form *Job Safety Analysis*

FR pada gambar diatas merupakan faktor resiko, sedangkan K merupakan kemungkinan dan D merupakan Penilaian dampak. Untuk mengetahui nilai K dan D dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.3 **Kriteria Penilaian Kemungkinan (K)**

Nilai K	Tingkat	Frekuensi
5	Pasti	Sangat sering terjadi (harian)
4	Sangat Mungkin	Lebih dari satu kejadian dalam satu bulan
3	Mungkin	Lebih dari satu kejadian dalam satu tahun
2	Kecil Kemungkinannya	Satu kejadian dalam satu tahun
1	Sangat Kecil Kemungkinannya	Satu kejadian dalam 3 tahun

Tabel 2.4 **Kriteria Penilaian Dampak (D)**

Nilai D	Dampak Tingkat	Pengaruh (salah satu, keduanya, atau ketiganya)		
		Pada Manusia	Pada Perusahaan	Pada Lingkungan
5	Katastropik	Meninggal dunia	Penutupan	Mempengaruhi

Nilai D	Dampak Tingkat	Pengaruh (salah satu, keduanya, atau ketiganya)		
		Pada Manusia	Pada Perusahaan	Pada Lingkungan
		atau hilangnya kemampuan secara total	perusahaan	masyarakat dan lingkungan secara luas
4	Hampir	Hilangnya kemampuan sebagian	Terganggunya salah satu departemen	Pencemaran pada salah satu pabrik meluas ke pabrik lain
3	Serius	Mengakibatkan waktu kerja hilang lebih dari 2 hari	Terganggunya salah satu departemen	Pencemaran pada satu unit pabrik
2	Minor	Mengakibatkan waktu kerja hilang kurang atau sama dengan 2 hari	Interupsi operasi pabrik sementara	Pencemaran terjadi hanya di lokasi
1	Tidak berarti	Tidak memerlukan perawatan medis	Tidak mengganggu aktifitas perusahaan	Tidak menyebabkan pencemaran

### 2.2.7 Rapid Entire Body Assessment

*Rapid entire body assessment (REBA)* merupakan salah satu alat yang digunakan untuk mengukur postur kerja. Postur kerja pertama dikembangkan untuk mengukur tipe postur kerja yang tidak diprediksikan muncul pada bidang kesehatan atau industri jasa lainnya. Metode tersebut dapat digunakan secara cepat untuk menilai postur seorang pekerja, selain itu metode ini juga dipengaruhi oleh faktor coupling, beban eksternal yang ditopang oleh tubuh serta aktivitas pekerja (Hignett & McAtamney, 2000). Nilai akhir yang didapatkan dari *REBA* digunakan untuk memberikan indikasi tingkat resiko dan tindakan yang harus diambil. Dalam perhitungan menggunakan metode *REBA*, postur kerja manusia dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian A yang terdiri dari *Neck, Trunk, Leg* dan bagian B yang terdiri dari *Upper Arm, Lower Arm, Wrist*.

Pengembangan *Rapid Entire Body Assessment* dilakukan melalui 6 tahapan, yaitu (Stanton et al., 2004):

### 1. Observasi pekerjaan

Amati pekerjaan untuk merumuskan penilaian ergonomi pada workplace, termasuk dampak dari layout dan lingkungan, penggunaan peralatan, dan perilaku pekerja dalam pengambilan resiko. Jika memungkinkan, ambil data menggunakan foto atau video. Namun, pengamatan dengan lebih dari 1 orang lebih direkomendasikan.

### 2. Pilih postur untuk diukur

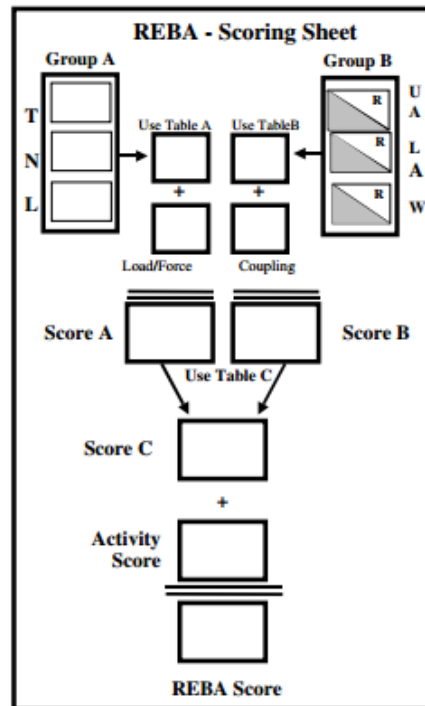
Tentukan postur yang akan dianalisis berdasarkan hasil observasi pada langkah yang pertama. Berikut kriteria dalam pemilihan:

- a. Postur yang paling sering diulang
- b. Postur yang paling lama
- c. Postur dengan aktivitas otot yang banyak atau penggunaan gaya yang besar
- d. Postur yang menyebabkan ketidaknyamanan
- e. *Extreme*, tidak stabil, atau postur yang aneh, terutama saat penggunaan gaya
- f. Postur yang paling mungkin ditingkatkan dengan intervensi, langkah-langkah pengendalian, atau perubahan lain.

Pengambilan kriteria bisa menggunakan salah satu atau lebih dari kriteria diatas. Kriteria dalam menentukan postur mana yang akan dianalisis harus dilaporkan dengan disertai hasil atau rekomendasi.

### 3. Nilai postur kerja

Gunakan scoring sheet (gambar 2.7) untuk menilai postur. Pada scoring sheet (gambar 2.6) terdapat dua bagian: *Group A (Trunk, Neck, Legs)* dan *Group B (Upper Arm, Lower Arm, dan Wrist)*.



Gambar 2.6 Reba Scoring Sheet (Sumber: Stanton et al, 2004)

Untuk menilai masing-masing segmen tubuh dapat dilihat pada *REBA sheet* (Gambar 2.7) berikut:

### A. Neck, Trunk and Leg Analysis

**Step 1: Locate Neck Position**  
 +1 (0-20°), +2 (20-60°), +3 (60-90°), +4 (90°+)  
 Step 1a: Adjust...  
 If neck is twisted: +1  
 If neck is side bending: +1

**Step 2: Locate Trunk Position**  
 +1 (0-20°), +2 (20-60°), +3 (60-90°), +4 (90°+)  
 Step 2a: Adjust...  
 If trunk is twisted: +1  
 If trunk is side bending: +1

**Step 3: Legs**  
 +1 (0-30°), +2 (30-60°), +3 (60-90°), +4 (90°+)  
 Adjust: 30-60° +1, >60° +2

**Step 4: Look-up Posture Score in Table A**  
 Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A.

**Step 5: Add Force/Load Score**  
 If load < 11 lbs: +0  
 If load 11 to 22 lbs: +1  
 If load > 22 lbs: +2  
 Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

**Step 6: Score A. Find Row in Table C.**  
 Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

**Scoring:**  
 1 = negligible risk  
 2 or 3 = low risk, change may be needed  
 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon  
 8 to 10 = high risk, investigate and implement change  
 11+ = very high risk, implement change

### B. Arm and Wrist Analysis

**Step 7: Locate Upper Arm Position:**  
 +1 (0-20°), +2 (20-45°), +3 (45-90°), +4 (90°+)

**Step 7a: Adjust...**  
 If shoulder is raised: +1  
 If upper arm is abducted: +1  
 If arm is supported or person is leaning: -1

**Step 8: Locate Lower Arm Position:**  
 +1 (0-20°), +2 (20-45°), +3 (45-90°), +4 (90°+)

**Step 9: Locate Wrist Position:**  
 +1 (0-15°), +2 (15-30°), +3 (30-45°), +4 (45-60°), +5 (60-75°), +6 (75-90°), +7 (90-105°), +8 (105-120°), +9 (120-135°), +10 (135-150°), +11 (150-165°), +12 (165-180°)

**Step 9a: Adjust...**  
 If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

**Step 10: Look-up Posture Score in Table B**  
 Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

**Step 11: Add Coupling Score**  
 Well fitting Handle and mid range power grip, good: +0  
 Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part, fair: +1  
 Hand held not acceptable but possible, poor: +2  
 No handles, awkward, unsafe with any body part, Unacceptable: +3

**Step 12: Score B. Find Column in Table C**  
 Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

**Step 13: Activity Score**  
 +1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
 +1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
 +1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

SCORES	
Table A	Neck
	1 2 3
Legs	1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4
Trunk	1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4
Posture Score	2 2 3 4 4 5 6 6 4 5 6 7 5 6 7 8 7 8 9
	4 3 5 6 7 5 6 7 8 6 7 8 9 7 8 9
	5 4 6 7 8 6 7 8 9 7 8 9

SCORES	
Table B	Lower Arm
	1 2
Wrist	1 2 3 1 2 3
Upper Arm	1 1 2 2 1 2 3
Score	2 1 2 3 2 3 4
	3 3 4 5 4 5 5
	4 4 5 5 5 6 7
	5 6 7 8 7 8 8
	6 7 8 8 8 9 9

SCORES	
Score A (row from Table A)	Neck (table B value)
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
1	1 1 1 1 2 3 3 4 4 5 6 7 7 7 7
2	1 2 2 3 4 4 4 5 6 6 7 7 7 8
3	2 3 3 3 4 4 5 6 7 7 8 8 8 8
4	3 4 4 4 5 6 6 7 8 8 9 9 9 9
5	4 4 4 5 6 6 7 8 8 9 9 9 9 9
6	6 6 6 6 7 8 8 9 9 10 10 10 10
7	7 7 7 8 8 9 9 9 10 10 11 11 11
8	8 8 8 9 10 10 10 10 10 10 11 11 11
9	9 9 9 10 10 10 10 11 11 11 12 12 12
10	10 10 10 11 11 11 11 12 12 12 12 12
11	11 11 11 11 11 11 12 12 12 12 12
12	12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12

Table C Score	+	Activity Score
Final REBA Score		

Gambar 2.7 REBA Sheet (sumber: ergo-plus.com)



#### 4. Hitung skor yang didapat

Gunakan Tabel A (Gambar 2.5) untuk menentukan nilai total dari *trunk*, *neck*, dan *legs*. Kemudian gunakan Tabel B (Gambar 2.5) untuk menentukan nilai total dari *upper arm*, *lower arm*, dan *wrist*. Kemudian skor yang didapat ditambah dengan nilai *coupling* untuk hasil table B dan nilai beban/ gaya untuk hasil table A. Penentuan nilai *coupling* dan beban/ gaya dapat dilihat pada *REBA sheet* (Gambar 2.6).

#### 5. Tentukan nilai *REBA*

Hasil akhir dari penilaian adalah *REBA decision* yaitu tingkat resiko berupa score dengan kriteria sebagai berikut:

- a. Skor 1 mempunyai tingkat resiko CTD's yang masih dapat diterima
- b. Skor 2-3 mempunyai tingkat resiko CTD's rendah
- c. Skor 4-7 mempunyai tingkat resiko CTD's sedang
- d. Skor 8-10 mempunyai tingkat resiko CTD's tinggi
- e. Skor 11-15 mempunyai tingkat resiko CTD's sangat tinggi

#### 6. Kofirmasi nilai *action level*

*Hasil REBA* yang didapat pada langkah sebelumnya kemudian ditentukan nilai *action level* (Gambar 2.6) sesuai kriteria berikut:

- a. Skor 1 resiko pekerjaan dapat dikesampingkan
- b. Skor 2-3 diberikan perubahan postur kerja
- c. Skor 4-7 dibutuhkan investigasi lebih lanjut dan perubahan postur kerja secepatnya
- d. Skor 8-10 harus dilakukan investigasi dan adanya implementasi berupa perubahan postur kerja dan lingkungan kerja
- e. Skor 11-15 harus segera diganti dalam aplikasi pekerjaanya.

### 2.2.8 *Time Study*

Dalam suatu proses produksi diperlukan sebuah perencanaan dan pengukuran kerja (*Time Study*) untuk memastikan sebuah proses berjalan dengan baik dan sesuai target. 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 (Wignjosoebroto, 2003). Pengukuran waktu kerja bertujuan untuk mendapatkan waktu standar/ waktu baku 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 (Barnes, 1980). Waktu standar untuk tiap proses produksi komponen produk diperlukan sebagai dasar untuk melakukan identifikasi awal *waste* dilihat dari penyimpangan *lead time* yang berlebih

Dalam industri manufaktur *time study* merupakan bagian penting dalam perencanaan. Selain digunakan untuk perencanaan atau *Pre Production*, *time study* juga digunakan sebagai bahan analisa ketika proses produksi berlangsung atau *mass production*. Pengukuran *time study* saat *mass production* berlangsung bertujuan untuk menghitung berapa produk yang bisa dihasilkan oleh satu operator dalam satu hari kerja.

Salah satu metode yang digunakan untuk mengukur waktu kerja (*time study*) adalah metode pengukuran waktu kerja secara langsung. Metode pengukuran waktu kerja secara langsung ini dapat dilakukan menggunakan alat bantu *stopwatch*. Metode *Stopwatch* (jam henti) merupakan pengukuran waktu kerja secara langsung yang biasa diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang/ *repetitive* (Wignjosoebroto, 2003). Metode *stopwatch* digunakan untuk mengetahui waktu operasi yang dibutuhkan operator dalam menyelesaikan pekerjaannya. Penelitian dengan *stopwatch time study* memiliki beberapa tahapan yang harus dilakukan. Berikut ini adalah urutan langkah dalam *stopwatch* (Sritomo, 2003):

1. Definisi pekerjaan yang akan diteliti untuk diukur waktunya dan beritahukan maksud dan tujuan pengukuran ini kepada pekerja yang dipilih untuk diamati dan supervisor yang ada.
2. Catat semua informasi yang berkaitan erat dengan penyelesaian pekerjaan seperti *layout*, karakteristik/ spesifikasi mesin atau peralatan kerja lain yang digunakan, dan lain-lain.

3. Bagi operasi kerja dalam elemen kerja sedetail-detailnya tapi masih dalam batas-batas kemudahan untuk pengukuran waktunya.
4. Amati, ukur dan catat waktu yang dibutuhkan oleh operator untuk menyelesaikan elemen-elemen kerja tersebut.
5. Tetapkan jumlah siklus kerja yang harus diukur dan dicatat. Teliti apakah jumlah siklus kerja yang dilaksanakan ini sudah memenuhi syarat atau tidak.
6. Tetapkan *rating* dari operator saat melaksanakan aktivitas kerja yang diukur dan dicatat waktunya tersebut. *Rating* ini ditetapkan untuk setiap elemen kerja yang ada dan hanya ditujukan untuk *performance* operator.

Data yang didapat dari perhitungan stopwatch yaitu *Observation Time* digunakan untuk menentukan nilai dari waktu normal (*Basic Time*) dan Waktu Standar (*Standard Time*). Waktu standar/ waktu baku adalah waktu yang diperlukan oleh operator yang terampil rata-rata, bekerja pada kecepatan normal, untuk melakukan tugas tertentu menggunakan metode yang ditentukan. Didalamnya sudah termasuk *allowance* yang tepat untuk memungkinkan orang untuk pulih dari kelelahan dan, bila perlu waktu tambahan untuk menutupi elemen kontingen yang mungkin terjadi (Salvendy, 2001).

### 2.2.9 Stopwatch

Salah satu metode yang digunakan untuk mengukur waktu kerja (*time study*) adalah metode pengukuran waktu kerja secara langsung. Metode pengukuran waktu kerja secara langsung ini dapat dilakukan menggunakan alat bantu *stopwatch*. Metode *Stopwatch* (jam henti) merupakan pengukuran waktu kerja secara langsung yang biasa diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang/*repetitive* (Wignjosoebroto, 2003). Metode *stopwatch* digunakan untuk mengetahui waktu operasi yang dibutuhkan operator dalam menyelesaikan pekerjaannya.

Penelitian dengan *stopwatch time study* memiliki beberapa tahapan yang harus dilakukan. Berikut ini adalah urutan langkah dalam *stopwatch* (Sritomo, 2003):

1. Definisi pekerjaan yang akan diteliti untuk diukur waktunya dan beritahukan maksud dan tujuan pengukuran ini kepada pekerja yang dipilih untuk diamati dan *supervisor* yang ada.
2. Catat semua informasi yang berkaitan erat dengan penyelesaian pekerjaan seperti *layout*, karakteristik/ spesifikasi mesin atau peralatan kerja lain yang digunakan, dan lain-lain.
3. Bagi operasi kerja dalam elemen kerja sedetail-detailnya tapi masih dalam batas-batas kemudahan untuk pengukuran waktunya.
4. Amati, ukur dan catat waktu yang dibutuhkan oleh operator untuk menyelesaikan elemen-elemen kerja tersebut.
5. Tetapkan jumlah siklus kerja yang harus diukur dan dicatat. Teliti apakah jumlah siklus kerja yang dilaksanakan ini sudah memenuhi syarat atau tidak.
6. Tetapkan *rating* dari operator saat melaksanakan aktivitas kerja yang diukur dan dicatat waktunya tersebut. *Rating* ini ditetapkan untuk setiap elemen kerja yang ada dan hanya ditujukan untuk *performance* operator.

Data yang didapat dari perhitungan *stopwatch* yaitu *Observation Time* digunakan untuk menentukan nilai dari waktu normal (*Basic Time*). Waktu normal yang sudah didapatkan digunakan sebagai waktu siklus dalam untuk pengerjaan tiap proses.

#### 2.2.10 *Worksampling*

*Work sampling* adalah suatu teknik untuk mengadakan sejumlah besar pengamatan terhadap aktifitas kerja dari mesin, proses atau operator (Sritomo, 1992). Pengukuran kerja menggunakan metode *worksampling* merupakan metode pengukuran kerja secara langsung karena dilakukan secara langsung. Tujuan utama dari *worksampling* adalah untuk mengamati seberapa produktif operator dengan waktu observasi yang terbatas. *Worksampling* dapat digunakan untuk mengetahui distribusi pemakaian waktu

sepanjang waktu kerja oleh operator (Sutalaksana, 2006). Selain itu *worksampling* juga dapat digunakan untuk memperkirakan kelonggaran bagi suatu pekerjaan. *Worksampling* dapat dibagi menjadi tiga pendekatan, yaitu: *field rating*, *productivity rating*, dan *5-minute rating*, dimana kegiatan seorang pekerja digolongkan menjadi tiga, yaitu: *effective work*, *essential contributory work*, dan *ineffective work* (Oglesby et al., 1989). Pengertian ketiga jenis kegiatan ini adalah sebagai berikut:

1. *Effective work* adalah pekerjaan dimana kegiatan pekerja berkaitan langsung dengan proses konstruksi yang berperan langsung terhadap hasil akhir.
2. *Essential contributory work* adalah kegiatan yang tidak berpengaruh langsung terhadap hasil akhir, tetapi pada umumnya dibutuhkan dalam menjalankan suatu operasi.
3. *Ineffective work* adalah kegiatan pekerja yang menganggur atau melakukan sesuatu yang tidak berkaitan langsung dengan pekerjaan yang sedang dilakukan.

Dari penjelasan dapat diartikan bahwa *effective work* merupakan *value added activity*, *essential contributory work* merupakan *necessary non value added activity*, dan *ineffectife work* merupakan *non value added activity*.

#### 2.2.11 Beban Kerja Fisik

Dalam bekerja tubuh akan menerima beban dari luar tubuh, beban tersebut dapat berupa fisik maupun mental. Berat ringannya suatu beban kerja tergantung dari kapasitas dan beban yang diberikan kepada operator itu sendiri. Berat ringannya beban kerja yang diterima oleh seorang tenaga kerja dapat digunakan untuk menentukan berapa lama seorang tenaga kerja dapat melakukan aktivitas pekerjaannya sesuai dengan kemampuan atau kapasitas kerja yang bersangkutan (Manuaba, 2000). Di mana semakin berat beban kerja, maka akan semakin pendek waktu kerja seseorang untuk bekerja tanpa kelelahan dan gangguan fisiologis yang berarti atau sebaliknya. Salah satu pendekatan untuk mengetahui berat ringannya beban kerja adalah dengan menghitung nadi kerja, konsumsi oksigen, kapasitas ventilasi paru dan suhu inti tubuh (Grandjean, 1993).

Untuk dapat mengukur denyut nadi kerja dapat dilakukan menggunakan metode 10 denyut (Kilbon, 1992). Dengan metode tersebut dapat diukur denyut nadi kerja sebagai berikut:

$$\text{Denyut Nadi} = \frac{10 \text{ Denyut}}{\text{Waktu Perhitungan}} \times 60 \dots (1)$$

Dari denyut nadi kerja yang diperoleh dari persamaan 1, kemudian dapat digunakan untuk menentukan klasifikasi beban kerja dari suatu pekerjaan. Manuaba & Vanwongerghem menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskuler (*cardiovascular load* = %CVL) yang dihitung dengan rumus sebagai berikut (Tarwaka, 2004).

$$\%CVL = \frac{100 \times (\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{(\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat})} \dots (2)$$

Dimana denyut nadi maksimum didapatkan dari (220 – umur) untuk laki-laki dan (200 – umur) untuk perempuan. Dari hasil perhitungan %CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi yang telah ditetapkan pada tabel 2.5 berikut:

**Tabel 2.5 Klasifikasi Beban Kerja**

<b>%CVL</b>	<b>Kategori</b>
<30%	Tidak terjadi kelelahan
30 s.d. <60%	Diperlukan perbaikan
60 s.d. <80%	Kerja dalam waktu singkat
80 s.d. <100%	Diperlukan tindakan segera
>100%	Tidak diperbolehkan beraktivitas