

2. DASAR TEORI

2.1 Lean Manufaktur

Lean manufacturing adalah seperangkat teknik komprehensif yang, jika digabungkan dan dimatangkan, akan memungkinkan untuk mengurangi dan kemudian menghilangkan tujuh pemborosan. Sistem ini tidak hanya akan membuat perusahaan akan menjadi lebih ramping, tetapi juga lebih fleksibel dan lebih responsif dengan mengurangi pemborosan. Disebut lean karena pada akhirnya prosesnya dapat berjalan : dengan menggunakan sedikit material, membutuhkan investasi lebih sedikit, menggunakan sedikit inventaris, menggunakan sedikit ruang, menggunakan lebih sedikit orang. Proses ramping, baik itu *Toyota Production System* (TPS) maupun yang lainnya dicirikan oleh aliran dan prediktabilitas yang secara signifikan mengurangi ketidakpastian dan kekacauan yang ada dalam pabrik manufaktur secara keseluruhan. Hal ini tidak hanya lebih menghemat biaya dan fisik tetapi ramah secara emosional dibandingkan dengan fasilitas yang tidak teratur. Fasilitas manufaktur yang dipercepat akan membuat orang yang bekerja dengan lebih percaya diri, mudah, dan aman (Wilson, 2015). Terdapat 7 jenis *waste* dalam suatu proses produksi anatar lain (Liker, 2004)

2.1.1 *Overproduction* (pemborosan produksi berlebihan)

Produksi melebihi pesanan yang menyebabkan pemborosan tenaga kerja, biaya, penyimpanan, dan transportasi.

2.1.2 *Waiting* (pemborosan menunggu)

Pekerja hanya mengawasi mesin otomatis, menunggu langkah pemrosesan berikutnya, atau kekurangan alat, pasokan, dan suku cadang, yang menyebabkan penundaan dan kemacetan dalam prosesnya.

2.1.3 *Transportation* (pemborosan transportasi)

Pemindahan barang, suku cadang, atau barang jadi ke atau dari penyimpanan atau antar proses, serta menjalankan pekerjaan dalam proses (WIP) jarak jauh.

2.1.4 *Overprocessing* (pemborosan proses berlebihan)

Tindakan pemrosesan yang tidak diperlukan akibat desain produk dan alat yang buruk menyebabkan gerakan yang tidak perlu dan cacat, serta menghasilkan produk berkualitas lebih tinggi dari yang diperlukan yang menjadi limbah.

2.1.5 *Inventory* (pemborosan persediaan)

Pemborosan ini yang terjadi seperti pemborosan bahan baku, barang setengah jadi, atau barang jadi menyebabkan keterlambatan, keusangan, kerusakan, biaya transportasi dan penyimpanan, serta menyembunyikan masalah seperti ketidakseimbangan produksi dan cacat.

2.1.6 Motion (pemborosan gerakan)

Pemborosan ini yang terjadi karena gerakan pekerja atau mesin yang tidak diperlukan saat bekerja, seperti mencari peralatan dan suku cadang termasuk berjalan yang dianggap pemborosan.

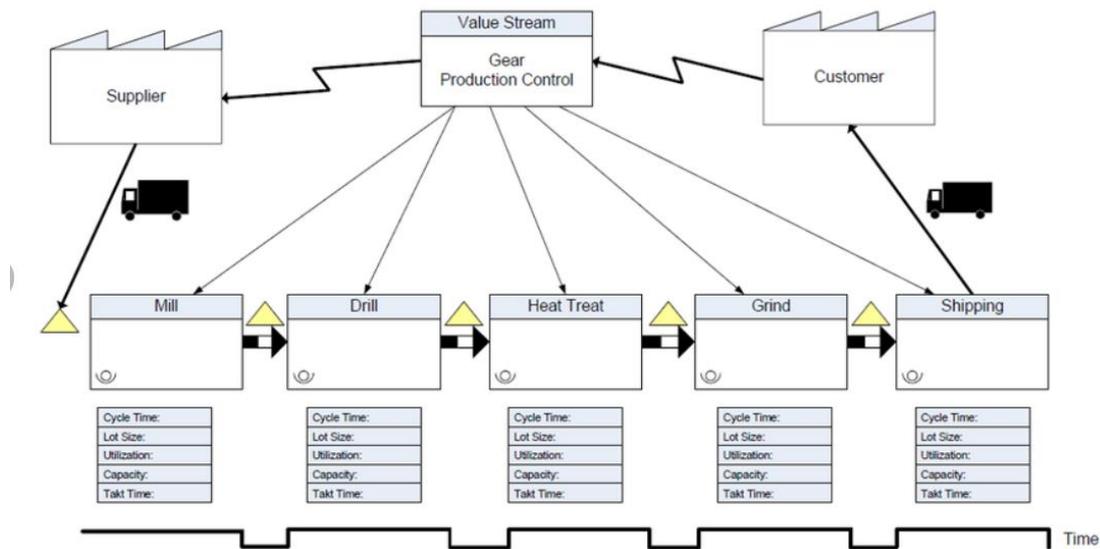
2.1.7 Defect (pemborosan cacat)

Pemborosan yang terjadi ketika produksi part yang rusak atau tidak berfungsi memerlukan perbaikan, pengerjaan ulang, pembuatan penggantian, dan inspeksi yang menghabiskan waktu, tenaga, dan usaha.

2.2 Value Stream Mapping (VSM)

Value stream mapping (VSM) adalah suatu metode untuk menemukan pemborosan dalam aliran nilai suatu produk. Setelah ditemukan pemborosan selanjutnya dapat menghilangkan pemborosan tersebut. VSM ini berfokus pada perbaikan proses pada tingkat sistem. *Value stream mapping* akan menampilkan proses dalam format aliran sederhana, tetapi menampilkan informasi yang biasanya ditemukan pada aliran diagram selain informasi yang diperlukan untuk merencanakan dan memenuhi kebutuhan dari konsumen. Dalam informasi prosesnya termasuk *cycle time*, stok yang ada, waktu perubahan, operator, dan cara transportasi. Salah satu keunggulan dari VSM ini adalah berfokus pada seluruh *value stream* untuk menemukan sistem *waste* dan mencoba untuk menghindari masalah optimasi lokal dengan mengorbankan keseluruhan aliran nilai secara keseluruhan (Wilson, 2015).

Tujuan dari VSM ini untuk mendapatkan sesuatu yang baik tentang bagaimana proses bisnis bekerja, menemukan area yang tidak efisien, dan membuat rencana atau usulan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas. *Value stream mapping* ini paling banyak digunakan di dunia manufaktur, tetapi bisa digunakan dalam kehidupan sehari-hari.



Gambar 2.1 Value stream mapping

Sumber : Dadashzadeh, M. D., & Wharton, T. (2012b). A value stream approach for greening the IT department. *International Journal of Management & Information Systems*, 16(2), 125. <https://doi.org/10.19030/ijmis.v16i2.6912>

2.3 Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

VALSAT merupakan alat atau *tool* yang dikembangkan oleh Hines & Rich (1997), untuk membuat pemahaman tentang *value stream* yang ada agar lebih mudah dipahami dan lebih mudah untuk melakukan perbaikan terkait *waste* yang ada dalam *value stream*. VALSAT merupakan suatu metode atau cara untuk melakukan pembobotan dalam *waste*, perbaikan dalam proses, dan meningkatkan efisiensi secara keseluruhan. Jenis tools yang dipakai dalam Valsat antara lain (Hines & Rich, 1997)

2.3.1 Process Activity Mapping (PAM)

Pendekatan teknis yang digunakan untuk memetakan proses yang terjadi secara keseluruhan untuk mengurangi *waste*, ketidakkonsistenan pada suatu kegiatan dalam hal ini proses produksi. *Tool* ini juga dipakai untuk melihat jumlah waktu yang diperlukan, jarak, tingkat persediaan produk pada tahap produksinya. Pada *tool* PAM ini dibantu dengan penggolongan kegiatan menjadi lima jenis yaitu O = operasi, T = transportasi, I = inspeksi, D = *delay*, dan S = *storage*. Operasi dan inspeksi merupakan aktivitas *value added* (VA), transportasi dan penyimpanan merupakan aktivitas *necessary non value added* (NNVA), dan *delay* aktivitas *non value added* (NVA). Tahapan dalam melakukan pendekatan PAM ini terbagi menjadi beberapa bagian antara lain :

- a. Memahami aliran proses secara keseluruhan.

- Mengidentifikasi *waste* yang ada.
- Mempertimbangkan kembali apakah suatu proses dapat dilakukan dengan efisien.
- Melakukan pertimbangan pola aliran yang lebih baik dengan mengubah tata letak aliran atau jalur transportasi.
- Mempertimbangkan apakah segala sesuatu yang telah dilakukan tersebut benar-benar diperlukan dan apa yang terjadi bila aktivitas *waste* dihilangkan.

| # | STEP | FLOW | MACHINE | DIST (M) | TIME (MIN) | PEOPLE | O | T | I | S | D | COMMENTS |
|----|-------------------------|------|-------------|----------|------------|--------|----|---|---|---|---|---------------------------------|
| | | | | | | | P | R | A | S | E | |
| | | | | | | | E | N | S | E | | |
| | | | | | | | T | O | R | | | |
| | | | | | | | A | S | S | E | | |
| | | | | | | | P | O | R | T | | |
| | | | | | | | C | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| 1 | RAW MATERIAL | S | RESERVOIR | | | | O | T | I | S | D | RESERVOIR/ ADDITIVES |
| 2 | KITTING | O | WAREHOUSE | 10 | 5 | 1 | O | T | I | S | D | |
| 3 | DELIVERY TO LIFT | T | | 120 | | 1 | O | T | I | S | D | |
| 4 | OFFLOAD FROM LIFT | T | | | 0.5 | 1/2 | O | T | I | S | D | |
| 5 | WAIT FOR MIX | D | MIX AREA | | 20 | | O | T | I | S | D | |
| 6 | PUT IN CRADLE | T | | 20 | 2 | 1/2 | O | T | I | S | D | |
| 7 | PICK UP CRADLE | O | MIX AREA 12 | | 0.5 | 1 | O | T | I | S | D | |
| 8 | MIX (BLOWERS) | O | | | 20 | 1/2 | O | T | I | S | D | BASE MATERIAL, BLOW & ADDITIVES |
| 9 | TEST #1 | I | | | 30 | 1+1 | O | T | I | S | D | SAMPLE TEST |
| 10 | PUMP TO STORAGE TANK | T | STORE TANK | 100 | | 1 | O | T | I | S | D | DEDICATED RESERVOIR |
| 11 | MIX IN STORAGE TANK | O | STORE TANK | | 10 | 1 | O | T | I | S | D | |
| 12 | I.R. REST | I | | | 10 | 1+1 | O | T | I | S | D | STAMP & APPROVE |
| 13 | AWAIT FILLING | D | | | 15 | | O | T | I | S | D | LONGER IF SCREEN LATE |
| 14 | TO FILTER HEAD | T | | 30 | 0.1 | 1 | O | T | I | S | D | |
| 15 | FILL/TW/TIGHTEN | O | FILTER HEAD | | 1 | 1+1 | O | T | I | S | D | 1 UNIT |
| 16 | STACK | T | PALLET | | 0.1 | 1 | O | T | I | S | D | 1 UNIT |
| 17 | DELAY TO FILL 1 PALLET | D | | | 30 | | O | T | I | S | D | |
| 18 | STRAP PALLET | O | | | 2 | 1 | O | T | I | S | D | |
| 19 | TRANSFER TO STORE | T | | 80 | 2 | 1 | O | T | I | S | D | |
| 20 | AWAIT TRUCK | D | STORE | | 540 | | O | T | I | S | D | BATCH 1600 QUEUE 180 |
| 21 | PICK/MOVE BY FORK LIFT | T | | 90 | 3 | 1 | O | T | I | S | D | FORK LIFT |
| 22 | WAIT TO BE FULLY LOADED | D | LORRY | | 30 | 1+1 | O | T | I | S | D | 1 OPERATOR, 1 HAULER |
| 23 | AWAIT SHIPMENT | D | LORRY | | 60 | 1 | O | T | I | S | D | TRAILER |
| | TOTAL | | | | 443 | 781.2 | 25 | 8 | 2 | 1 | 6 | |
| | OPERATORS | | | | 88.5 | 8 | | | | | | |
| | % VALUE ADDING | | | | 4.93% | 32% | | | | | | |

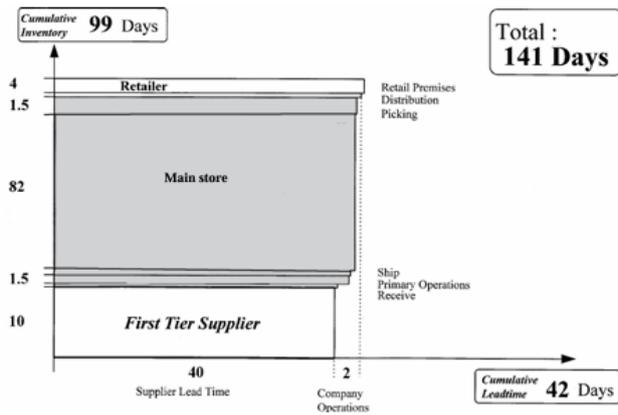
Gambar 2.2 *Process activity mapping*

Sumber : Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), 46-64. <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>

Dalam melakukan *process activity mapping* dimulai dengan tahap membuat analisa dari seluruh aktifitas yang ada dalam proses kemudian melakukan pencatatan secara menyeluruh dari setiap prosesnya dan hasil yang didapatkan adalah peta prosesnya, yang mana seluruh aktifitas akan dilakukan penggolongan sesuai dengan jenis masing-masing.

2.3.2 *Supply Chain Matrix Response (SCM)*

Adalah diagram yang menggambarkan hubungan antara persediaan dan *lead time* pada saluran distribusi sehingga dapat diketahui peningkatan atau penurunan yang terjadi dan waktu distribusi pada setiap area dalam rantai pasok, area produksi, area produk jadi. Dengan bantuan *tool* tersebut pengguna akan mengetahui area mana yang mengalami masalah dan bisa mengurangi waktu *lead time*-nya.



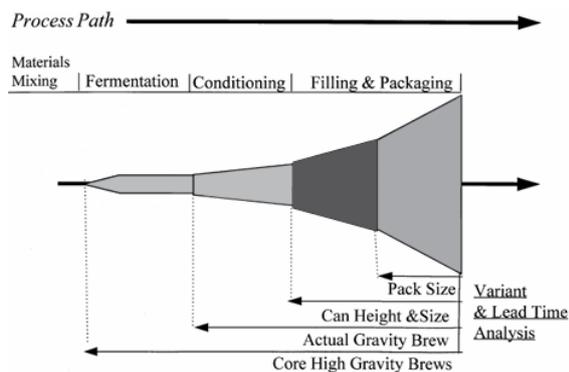
Gambar 2.3 Supply Chain Matrix Response - a distribution example

Sumber : Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), 46-64. <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>

Pada gambar 2.3 digambarkan secara sederhana masalah waktu tunggu yang penting dalam suatu proses. Waktu tunggu ini akan berkelanjutan dari distributor hingga pengecek kecil. Terdapat sumbu horizontal yang menunjukkan waktu tunggu untuk produk internal dan eksternal. Garis horisontal menunjukkan waktu hari kerja berkelanjutan.

2.3.3 Production Variety Funnel

Merupakan tool yang memberi gambaran umum secara visual untuk memetakan jumlah perbedaan produk dalam setiap proses manufaktur, *tool* ini juga dapat menunjukkan area *bottleneck* dalam proses produksi dari awal hingga akhir.



Gambar 2.4 Production Variety Funnel – a brewing industry case

Sumber : Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), 46-64. <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>

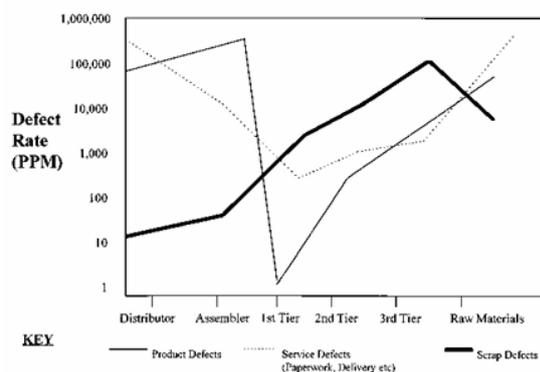
Pemetaan dengan bentuk corong tersebut memungkinkan untuk memahami perusahaan atau rantai pasokan yang beroperasi dan kompleksitas yang ada.

2.3.4 Quality Filter Mapping

Merupakan *tool* yang digunakan untuk menganalisa dimana terjadi masalah cacat kualitas pada rantai pasok yang ada. *Tool* ini dapat menggambarkan cacat produk berupa cacat *scrap*, cacat servis, dan cacat produk.

- Cacat *scrap* merupakan cacat yang diketahui pada saat proses inspeksi sedang terjadi.
- Cacat servis merupakan masalah yang didapatkan oleh konsumen ketika penggunaan produk yang dipakai, tetapi bukan kepada produk secara langsung tetapi dalam hal pelayanan yang diberikan kepada konsumen tersebut.
- Cacat produk merupakan produk yang ketika dilakukan pengecekan berhasil lolos pada tahap tersebut dan sampai ke tangan konsumen.

Tool ini dipakai untuk memaksimalkan tingkat kualitas internal dan eksternal sesuai dengan keinginan konsumen.



Gambar 2.5 Quality Filter Mapping – an automotive example

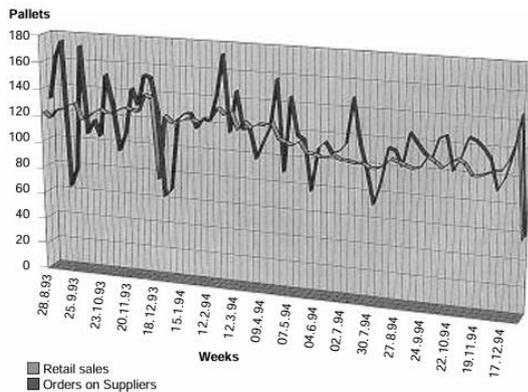
Sumber : Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), 46-64. <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>

Gambar 2.5 menjelaskan pihak dari industri otomotif yang terdiri dari distributor, perakitan, pemasok, sumber bahan baku. Metode ini mempunyai keuntungan yang jelas dalam menentukan lokasi cacat dan menentukan penyebab.

2.3.5 Demand Amplifikasi Mapping

Tool ini dipakai untuk menggambarkan perubahan permintaan dalam aliran rantai pasokan. Hal ini mengikuti hukum dinamika oleh *Forest* (1958) dan *Burbidge* (1984), dimana permintaan

ditransmisikan ke seluruh rantai pasokan melalui serangkaian pemesanan dan persediaan akan terlihat perluasan dari variasi permintaan akan meningkat untuk setiap tahapnya. Dengan kata lain pengatur persediaan ini akan sangat penting untuk mengantisipasi adanya perubahan permintaan kedepannya. *Tool* ini sangat berguna dalam hal mengatur perubahan harga dalam pasar sehingga permintaan dapat dikendalikan.



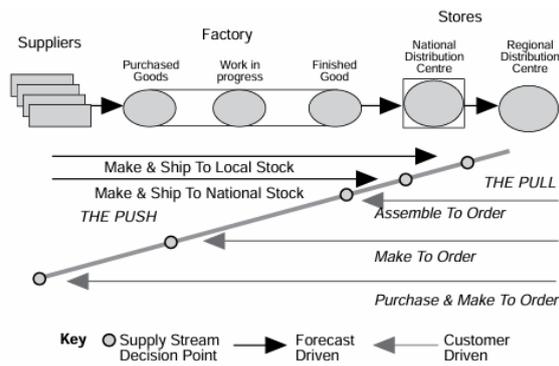
Gambar 2.6 Demand Amplifikasi Mapping - an FMCG food product sample

Sumber : (Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), 46-64. <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>

Gambar 2.6 menunjukkan dua kurva, yang terang menunjukkan penjualan ke konsumen dan yang lebih pudar menunjukkan pesanan yang diberikan pada pemasok untuk pemenuhan permintaan. Grafik tersebut menunjukkan penjualan ke konsumen jauh lebih besar, tool ini bisa digunakan untuk menunjukkan perubahan pada rantai pasok pada rentang waktu.

2.3.6 Decision Point Analysis

Menunjukkan banyak pemilihan sistem produksi yang berbeda, seperti perusahaan dengan banyak menghasilkan produk berbeda dari jumlah *input* yang terbatas. *Decision point* ini bertujuan untuk melihat aktual yang terjadi yang nantinya bisa untuk melakukan *forecast* mendatang. Penggunaan *decision point* juga membantu untuk mengantisipasi kekeliruan dalam menentukan keputusan. Dengan *tool* ini diharapkan bisa mempertimbangkan desain yang baru berdasarkan desain sebelumnya.



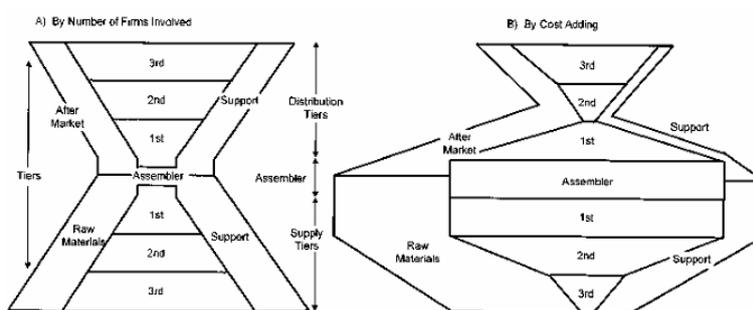
Gambar 2.7 Decision Point Analysis - an FMCG example

Sumber : Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), 46-64. <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>

Pengambilan keputusan dapat dibuat pada tingkatan manapun dalam rantai pasokan, mulai dari produsen hingga pusat distribusi yang berkaitan dengan perusahaan.

2.3.7 Physical Structure

Tool ini untuk mengetahui kondisi sebenarnya aktivitas pasokan di lantai produksi. Penggunaan tool ini untuk mengetahui bagaimana kegiatan produksinya dan untuk mengetahui area yang mungkin untuk mendapat perhatian untuk dikembangkan lebih lanjut. Terdapat dua bagian penting dalam tool ini adalah mengenai kapasitas atau volume dan biaya yang dikeluarkan. Pada tahap ini dapat dilihat bagaimana struktur dari kedua pihak baik dari sisi vendor dan sisi distribusinya. Dan juga dari segi biaya bisa diketahui dalam hal penggunaannya untuk bahan baku sampai dengan pengolahannya.



Gambar 2.8 Physical Structure - an automotive industry example

Sumber : Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), 46-64. <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>

Tool ini mencakupi semua bisnis atau pihak yang terlibat. Area dari setiap bagian diagram sebanding dengan jumlah perusahaan yang termasuk dalam setiap kelompok.

Dari *tools-tools* di atas suatu kegiatan akan dapat diidentifikasi peluang untuk melakukan perbaikan, mengoptimalkan proses, dan meningkatkan kualitas yang diberikan ke pelanggan.

Tabel 2. 1

The seven stream mapping tools

| Mapping Tool Wastes/Structure | 1. Process Activity Mapping | 2. Supply Chain Response Matrix | 3. Production Variety Funnel | 4. Quality Filter Mapping | 5. Demand Amplification Mapping | 6. Decision Point Analysis | 7. Physical Structure a) Volume b) Value |
|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------|
| 1. Overproduction | L | M | | L | M | M | |
| 2. Waiting | H | H | L | | M | M | |
| 3. Transportation | H | | | | | | L |
| 4. Inappropriate Processing | H | | M | L | | L | |
| 5. Unnecessary Inventory | M | H | M | | H | M | L |
| 6. Unnecessary Motion | H | L | | | | | |
| 7. Defects | L | | | H | | | |

Sumber : Hines, P., Rich, N., & Esain, A. (1998). Creating a lean supplier network: a distribution industry case. *European Journal of Purchasing and Supply Management/European Journal of Purchasing & Supply Management*, 4(4), 235–246.
[https://doi.org/10.1016/s0969-7012\(98\)00015-x](https://doi.org/10.1016/s0969-7012(98)00015-x)

Tabel 2.1 ini akan digunakan untuk memberi pembobotan pada *waste* yang telah teridentifikasi yang nantinya akan dipilih *tools* mana yang cocok berdasarkan poin yang dihasilkan.

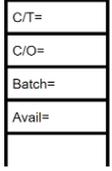
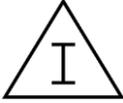
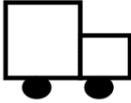
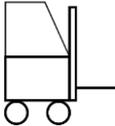
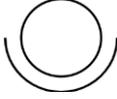
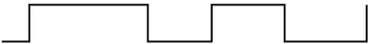
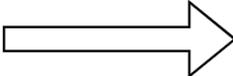
2.3.8 Simbol pada *value stream mapping*

Terdapat simbol-simbol yang digunakan dalam pembuatan *value stream mapping* beserta kegunaannya masing-masing. Tabel 2.2 akan menjelaskan kegunaan dari masing-masing simbol yang ada pada *value stream mapping*.

Tabel 2. 2

Simbol dan keterangan pada *value stream mapping*

| Simbol | Keterangan | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">Process</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Description</td> </tr> </table> | Process | Description | Menunjukkan suatu operasi atau proses yang dilakukan oleh manusia maupun mesin dan bisa diberi simbol operator di dalamnya. |
| Process | | | |
| Description | | | |

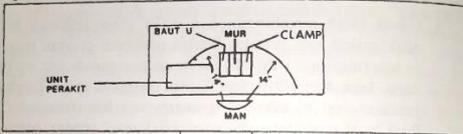
| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Simbol ini bisa menunjukkan <i>customer</i> ataupun <i>supplier</i>, jika diposisikan di kanan atas maka melambangkan <i>customer</i> dan jika di kiri atas melambangkan <i>supplier</i>.</p> |
|  | <p>Berupa informasi yang menunjukkan antara lain CT (<i>cycle time</i>), <i>Setup time</i>, <i>batch</i>, CO (<i>changeover time</i>).</p> |
|  | <p>Melambangkan tempat penyimpanan barang <i>WIP</i> atau yang barang jadi.</p> |
|  | <p>Menjelaskan tentang perpindahan barang atau pengiriman barang oleh transportasi external pabrik (ke konsumen).</p> |
|  | <p>Menunjukkan perpindahan barang yang dilakukan dalam area pabrik (<i>hand pallet</i> dan <i>forklift</i>).</p> |
|  | <p>Menjelaskan tentang operator yang bekerja pada proses tersebut (jumlah operator).</p> |
|  | <p>Menunjukkan aktivitas yang memberi nilai tambah (VA) atau tidak memberi nilai tambah (NVA) dan waktu untuk transportasi antar prosesnya.</p> |
|  | <p>Menjelaskan tentang pergerakan suatu material dari proses sebelumnya ke proses sesudahnya.</p> |
|  | <p>Menunjukkan aliran informasi elektronik yang digunakan antar proses (<i>Handy talkie</i>).</p> |
|  | <p>Menunjukkan perpindahan barang dari perusahaan ke konsumen maupun dari <i>supplier</i> ke perusahaan.</p> |
|  | <p>Melambangkan aliran informasi non elektronik yang digunakan (kertas produksi, dialog).</p> |

2.4 PTKTK (Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan)

Peta tangan kiri dan tangan kanan adalah peta kerja setempat yang bermanfaat untuk menganalisa gerakan tangan manusia di dalam melakukan pekerjaan-pekerjaan yang bersifat manual. Peta kerja ini akan menggambarkan semua gerakan ataupun *delay* yang terjadi yang dilakukan oleh tangan kanan maupun tangan kiri secara mendetail sesuai dengan elemen-elemen *Therblig* yang membentuk gerakan tersebut. Pembuatan peta operator ini baru terasa bermanfaat apabila gerakan yang dianalisa tersebut terjadi berulang-ulang (*repetitive*) dan dilakukan secara manual (seperti dalam proses perakitan), (Wignjosoebroto, 2006).

DORBEN MANUFACTURING Co
PETA PROSES OPERATOR

No. Komponen : SK-1112-1 No. Gambar : SK-112
 Operasi : Perakitan Cable Clamps
 Tanggal : 6-11-1991 Departemen : 11
 Digambarkan oleh : Sriomo W.



| Tangan kiri | Waktu (detik) | Simbol | Waktu (detik) | Tangan Kanan |
|----------------------------|---------------|--------------|---------------|-----------------------------------------------|
| Mengambil Baut U (25 cm) | 1,00 | RE G G | 1,00 | Mengambil Cable Clamp (25 cm). |
| Menempatkan Baut U (25 cm) | 1,20 | M M P | 1,20 | Meletakkan Cable Clamp (25 cm). |
| Memegang erat-erat | 11,00 | RE G G | 1,00 | Mengambil mur # 1 (22 cm). |
| | | M M P | 1,20 | Meletakkan mur # 1 (22 cm). |
| | | U | 3,40 | Memasukkan mur # 1 & memutarkannya pd U-Baut. |
| | | RE G G | 1,00 | Mengambil mur # 2 (22 cm). |
| | | | 1,20 | Meletakkan mur # 2 (22 cm). |
| | | U | 3,40 | Memasukkan mur # 2 memutarkannya pd U-Baut. |
| Meletakkan hasil rakitan | 1,10 | M RL | 0,90 | Menunggu. |
| Total | 14,30 | | 14,30 | |

Siklus Waktu = 14,30 detik.
 Unit/siklus = 1 unit.
 Waktu per unit = 14,30 detik.

Gambar 2.9 PTKTK (Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan)

Sumber : Wignjosoebroto, S. (2006). *Ergonomi studi gerak dan waktu teknik analisa untuk peningkatan produktivitas kerja*. Surabaya: Guna Widya, 117-169.

2.5 Cycle Time

Cycle time Adalah berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu *output*, termasuk aktivitas di dalamnya yang memberikan nilai tambah dan tidak memberikan nilai tambah, atau berapa lama waktu yang dibutuhkan seorang operator untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaannya termasuk untuk melakukan kerja manual dan berjalan (Tatun Uswatun Hasanah et al., 2020).

Cycle time ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas (dengan mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan waktu, suatu kegiatan akan dapat dikatakan produktif), dapat meningkatkan kualitas (dengan mengurangi waktu dari proses produksinya perusahaan bisa mengurangi kecacatan

dalam produksi yang dilakukan), mengoptimalkan persediaan (ketika *cycle time* pendek maka perusahaan dapat mengoptimalkan persediaan yang ada dengan mengurangi persediaan yang disimpan), mempercepat waktu pengiriman ke pelanggan (*cycle time* yang singkat dapat membantu perusahaan untuk mendistribusikan produk ke pelanggan dengan cepat dan hal tersebut bisa memberikan keuntungan yang baik bagi perusahaan).

2.6 Perhitungan waktu Kerja

Menurut Wignjosoebroto (2003), pengukuran waktu kerja adalah upaya untuk menghitung jumlah waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator yang memiliki keterampilan rata-rata dan terlatih untuk menyelesaikan berbagai tugas dalam kondisi dan waktu normal. Menetapkan waktu standar adalah tujuan utama dari aktivitas ini, terdapat dua cara untuk mengetahui waktu kerja tersebut :

2.6.1 Pengukuran waktu tidak langsung

Metode pengukuran tidak langsung berarti tidak harus melakukan pengamatan secara langsung kepada operator dalam melakukan pekerjaannya dan bisa melalui analisa berdasarkan perumusan dan data waktu yang telah tersedia.

1. Data waktu gerakan
2. Metode waktu baku

2.6.2 Pengukuran waktu langsung

Metode pengukuran langsung berarti mengamati pekerjaan dari operator secara langsung dan mencatat waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikannya. Dari pengukuran langsung ini dibagi menjadi 2 teknik.

1. Metode *stopwatch time study* (STS)
2. Metode *work sampling*

2.7 Uji Kecukupan data

Uji kecukupan dipakai untuk mengetahui apakah data yang diambil tersebut sudah cukup atau belum, jika cukup pengambilan data dihentikan, tetapi jika tidak pengambilan ulang diperlukan. Sampai data pengukuran yang diperlukan sudah melewati batas yang telah ditentukan $N' <$ dari nilai N . (Sutalaksana, 2006).

$$N' = \left[\frac{k}{s} \sqrt{N \times \frac{\sum xi^2}{N} - (\frac{\sum xi}{N})^2} \right]^2 \quad (2.1)$$

Keterangan :

K = Taraf keyakinan (persen)

S = Tingkat terhadap ketelitian (persen)

N = Kuantitas data yang diamati

N' = Kuantitas data minimal yang dibutuhkan

X_i = Data waktu

$N' < N$ maka data tersebut dianggap cukup dan jika sebaliknya $N' > N$ maka data tersebut dianggap tidak cukup.

2.8 Uji Normalitas data

Uji normalitas digunakan untuk menentukan apakah nilai residual yang dihasilkan dari regresi berdistribusi secara normal. Uji normalitas dapat dilakukan dengan uji satu sampel *Kolmogorov-Smirnov*, *Anderson darling*, dan *Chi Square* (Tala & Karamoy, 2017). Uji normalitas ini bertujuan untuk melihat persebaran data apakah berdistribusi dengan normal dan tidak lebih dari *p-value* yang ditentukan. Jika data yang dihasilkan melebihi *p-value* yang ditentukan (0.05) maka data tersebut berdistribusi normal.

2.9 Uji Keseragaman data

Uji keseragaman data merupakan metode yang dilakukan untuk mendapatkan data yang seragam, karena dalam pengambilan data, data yang tidak seragam akan muncul tanpa disadari sehingga diperlukan alat untuk mendeteksi hal tersebut. Sekelompok data dapat dikatakan seragam apabila berada dalam batas kontrol, dan ketika berada diluar batas kontrol secara statistika disebut berasal dari sistem sebab yang berbeda, dinyatakan sebagai data yang tidak seragam (Sutalaksana, 2006). Data dikatakan seragam jika persebaran data masih berada dalam batas UCL dan LCL.