

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Studi Pustaka

Ahmad dkk melakukan penelitian terkait analisis *waste* produksi pada PT. XYZ. Masalah yang ada dikarenakan hasil produksi yang tidak sesuai dengan target perusahaan dan masih banyaknya ditemukan produk yang tidak sesuai dengan kualitas atau *reject* sehingga hal tersebut mengakibatkan terganggunya proses produksi. Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu *lean manufacturing* dengan menggunakan metode SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output* dan *Customer*), *Value stream mapping* (VSM), *Waste assessment model* (WAM). Hasil penelitian yaitu menunjukkan identifikasi *waste* berdasarkan WAM menunjukkan bahwa *defect* merupakan *waste* tertinggi sebesar 23,94%. Faktor penyebab *waste* menggunakan diagram pareto menunjukkan bahwa didapatkan 11 cacat produk yang dominan dan faktor penyebab *waste defect* yaitu faktor manusia, material, metode dan mesin. Untuk mengatasi *defect* dapat dilakukan dengan memberikan arahan kepada operator yang tidak teliti sehingga didapatkan motivasi kerja yang meningkat dan dapat berkonsentrasi dalam bekerja dan membuat penjadwalan *maintenance* mesin sehingga tidak terjadi kerusakan yang dapat mengganggu produksi (Munandar dan Permana, 2019).

Agung dkk melakukan penelitian terkait penerapan *lean manufacturing* untuk mengurangi *waste* pada produksi *absorbent*. Masalah yang ada dikarenakan *waste* produksi pada *workstation* yang mengganggu peningkatan produktivitas serta mengurangi biaya produksi yang diakibatkan *waste* pada saat produksi. Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu menggunakan *tools value stream mapping* untuk menghilangkan *waste* serta memetakan aliran material serta informasi dalam sistem produksi. Hasil penelitian implementasi *value stream mapping* menunjukkan adanya pengurangan sebesar 66,97 ton/tahun atau 18,6% pada *waste gel* serta 88,8 ton/tahun atau 19,3% pada *waste powder*. Adanya pengurangan waktu pada proses

changeover selama 45 menit serta peningkatan kecepatan proses selama 2 menit 47 detik dari proses *lead time* (Ravizar dan Rosihin, 2018).

Andi dkk melakukan penelitian terkait identifikasi *waste* pada lini produksi di PT. KHI Pipe Industries. Masalah yang ada yaitu terdapat *waste overproduction* dikarenakan pipa *reject* sebanyak 57 dari 885 pipa yang diproduksi sehingga mengakibatkan waktu menunggu untuk produksi pipa berikutnya. Metode yang digunakan yaitu *lean manufacturing tools Waste assessment model (WAM)*, *Value stream mapping tools*, *Fault Tree Analysis* beserta 5W1H. Hasil yang didapatkan yaitu persentase *waste* produksi pada pipa gas spiral untuk *defect* sebesar 27%, *overproduction* 18%, *inventory* 14%, *motion* 13%, *transportation* 11%, *process* 8% dan *waiting* 8%. Usulan perbaikan untuk mengurangi *defect* yaitu *maintenance* mesin secara rutin dan selalu melakukan *controlling*. Melakukan *on job training* pada operator untuk meningkatkan *skill* pengoperasian alat dan mesin (Putri, dkk., 2017).

Tamzil dkk melakukan penelitian terkait perancangan *lean manufacturing* untuk meminimumkan *waste* pada PT. XYZ. Tujuan penelitian yaitu meminimumkan *waste* untuk mengurangi kerugian pada rantai produksi. Metode yang digunakan *lean manufacturing* menggunakan tools *Waste assessment model (WAM)* dan *Value Stream Analysis Tool (VALSAT)* untuk mengidentifikasi *waste* pada produksi. Hasil yang diperoleh pada penelitian *waste* terbesar adalah *defect*, penurunan *lead time* sebesar 14.767,4 detik dan *process cycle efficiency* mengalami kenaikan 39,12% (Satria, 2018).

Andri melakukan penelitian terkait penerapan *lean manufacturing* untuk mengurangi *waste* pada PT. XYZ. Masalah yang ada yaitu tidak tercapainya target produksi dikarenakan banyak aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah atau *waste*. Metode yang digunakan yaitu *lean manufacturing tools value stream mapping*. Hasil penelitian didapatkan tiga rekomendasi perbaikan yaitu penambahan mesin dan operator serta penggunaan *forklift*. Hasil rekomendasi adanya penurunan *production lead time* sebesar 8.610,62 detik dan peningkatan *process cycle efficiency* sebesar 21.08%. Usulan perbaikan perlunya dilakukan simulasi

menggunakan perangkat lunak tertentu agar dapat menggambarkan proses produksi yang mendekati kondisi nyata (Andri dan Sembiring, 2019).

Nadia dkk melakukan penelitian terkait penerapan 5S untuk meminimasi *waste motion* di CV. XYZ dengan pendekatan *lean manufacturing*. Masalah yang ada yaitu tidak mempunya mencapai target produksi yang mengakibatkan keterlambatan pengiriman produk. Metode yang dilakukan menggunakan *lean manufacturing tools value stream mapping* dan *process activity mapping*. Hasil yang diperoleh yaitu pada pemetaan VSM mendapatkan nilai *lead time* sebesar 4727,55 detik dan pada PAM *waste motion* sebesar 24% pada produksi. Dari hasil penelitian perlu dilakukan perbaikan untuk meminimasi *waste motion* dengan mengidentifikasi akar penyebab *waste motion*. Usulan rancangan perbaikan dengan memetakan proses produksi didapatkan *lead time* berkurang 4561,60 detik (Havi et al., 2018).

Chrinadio dkk melakukan penelitian terkait pemborosan dalam proses produksi *painting plastic* pada perusahaan otomotif. Masalah yang ada yaitu terjadinya pemborosan pada penggunaan material atau *overkuota* diakibatkan karena adanya *waste* pada proses pengecatan. Metode yang digunakan yaitu *lean manufacturing tools value stream mapping (VSM)*, *Waste assessment model (WAM)* dan *Value Stream Analysis Tool (VALSAT)*. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa metode WAM terdapat tiga jenis *waste* dengan bobot tertinggi yaitu *defect* dengan persentase 30,33%, *motion* 16,09%, dan *waiting* 13,7%. Hasil perhitungan PAM menunjukkan waktu proses sebesar 21715,099 detik dan persentase *value added* 38, *necessary value added* 5%, *non-value added* 57%, selanjutnya hasil PCE 38% (Chrisna & Ahmad, 2018).

Rini dkk melakukan penelitian terkait usulan perbaikan untuk pengurangan *waste* dengan menggunakan *lean manufacturing*. Masalah yang ada yaitu terdapat *waste* yang paling dominan yaitu *defect*, *unnecessary motion*, dan *unnecessary transportation* sehingga dilakukan *lean manufacturing* untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi. Metode yang dilakukan dengan *lean manufacturing tools VSM*, *FTA* dan *FMEA*. Hasil penelitian berdasarkan *FMEA* dengan nilai *RPN* paling tinggi didapatkan usulan perbaikan yaitu dengan perubahan *layout* dengan

mendekatkan proses *welding* dengan *seam roller*, menambah kapasitas keranjang cuci serta menjadwalkan penggantian kompon *buffering* secara berkala. Usulan penelitian selanjutnya dilakukannya Langkah-langkah untuk meminimasi *waste* agar tidak menyebabkan kerugian pada perusahaan (Fitriyani et al., 2019).

Ireyna dkk melakukan penelitian terkait penerapan *lean manufacturing* untuk meminimasi *waste waiting* di CV. ABC *Offset*. Masalah yang ada yaitu salah satu produk konsisten dipesan namun produksi tidak mampu mencapai jumlah permintaan sehingga hal tersebut mengganggu proses produksi. Metode yang digunakan yaitu *lean manufacturing tools* VSM dan PAM. Hasil yang didapatkan *waste waiting* disebabkan oleh tiga yaitu adanya proses menunggu terjadinya *excessive travel* perpindahan jarak yang cukup jauh, dan terhalangnya jalur *trolley* dan *hand truck* karena adanya tumpukan material. Usulan perbaikan untuk meminimasi *waste* dilakukannya perbaikan tata letak stasiun kerja untuk mengurangi *waste waiting* pemindahan material dan menyediakan tempat penyimpanan material dan *scrap* sementara pada stasiun kerja (Octaviany et al., 2017).

Sutharsan dkk melakukan penelitian terkait peningkatan produktivitas dan pengelolaan limbah melalui filosofi *lean manufacturing* di India. Masalah yang ada yaitu belum efisiensi proses pengelolaan limbah dan masih banyak tindakan *non-value added*. Metode yang digunakan yaitu *lean manufacturing tools* VSM. Hasil penelitian menggunakan pemetaan aliran nilai teridentifikasi bahwa *lead time* mengalami penurunan selama 24,9 hari dan meningkatnya *lean rate* menjadi 25%, dan tingkat kecacatan berkurang menjadi 1%. Upaya perbaikan yang dapat dilakukan dengan mengumpulkan jarak tempuh WIP dan *layout*, lalu digunakannya perangkat lunak VIPLANOPT untuk mengoptimalkan tata letak pabrik (Sutharsan et al., 2020).

Pravin dkk melakukan penelitian terkait implementasi teknik *lean* dalam mesin kemasan untuk mengoptimalkan waktu siklus mesin. Masalah yang ada yaitu mengurangi pemborosan yang terjadi agar dapat meningkatkan pengurangan biaya, standarisasi dan optimalisasi waktu siklus perakitan mesin pengemasan. Metode yang digunakan yaitu VSM, 5S, Manajemen visual, Kanban, JIT, SMED, kaizen,

kaizen digunakan untuk mengurangi biaya produksi mesin. Kaizen dan pengurangan limbah dapat menyebabkan mesin menjadi standar. Hasil yang diperoleh dalam penelitian yaitu teknik *lean manufacturing* dapat digunakan pada semua jenis produk untuk mengurangi *waste*, kemasan merupakan faktor penting untuk mengurangi limbah dari proses produksi. Penyediaan kemasan dengan kualitas yang tinggi, fleksibel dan inovatif dapat mengurangi biaya produksi (Jadhav & Ekbote, 2021).

Samuel dkk melakukan penelitian terkait implementasi *lean manufacturing* dengan gagasan kualitas peningkatan dalam industri perbaikan elektronik untuk meningkatkan proses produksi yang diukur berdasarkan kinerja dalam memperbaiki masalah, masalah yang ada yaitu adanya produk cacat yang mengganggu waktu produksi. Metode yang digunakan yaitu *lean six sigma* dan DMAIC. *Lean six sigma* digunakan untuk memecahkan masalah dan meningkatkan proses. *Lean* digunakan untuk lebih fokus pada proses menghilangkan pemborosan, mempersingkat waktu, dan meningkatkan efisiensi dengan menggunakan sumber daya dan *six sigma* digunakan untuk meningkatkan kualitas keluaran serta mempertahankan konsistensi dalam prosesnya. DMAIC memberikan hasil yang terukur dan berkelanjutan. Hasil yang diperoleh dalam penelitian adalah dengan bantuan *lean kaizen* dan *poka yoke* peningkatan dicapai pada proses yang berbeda dan menurunkan waktu siklus dari beberapa operasi yang memakan waktu. Diagram Tulang ikan membantu mengidentifikasi akar penyebab produk *bouncing* kembali. Keterlambatan menerima komponen atau input dari operasi sebelumnya adalah dianggap menunggu. Diagram alir proses digunakan untuk menghapus beberapa *waste* yang terjadi. Menerapkan *Lean Manufacturing* menghasilkan peningkatan berkelanjutan dan memfasilitasi pekerja manusia untuk meningkatkan kualitas proses perbaikan (Samuel et al., 2021).

Lijalem Mulugeta melakukan penelitian terkait Peningkatan produktivitas melalui alat *lean manufacturing* di perusahaan manufaktur garmen Ethiopia. Penelitian berdasarkan perusahaan garmen yang masih menggunakan sistem produksi konvensional dan menghadapi masalah terkait, waktu tunggu produksi yang lama, keseimbangan lini yang buruk, transportasi dan material yang lama

pergerakan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan produktivitas dengan meminimalkan dan menghilangkan masalah dan pemborosan yang ditemukan di perusahaan dan meningkatkan kompetensi pasar dengan menggunakan berbagai *lean* alat manufaktur. Metode yang digunakan yaitu *lean manufacturing*. Hasil yang didapatkan adalah waktu siklus berkurang menjadi 32,73%, waktu siklus seimbang dengan waktu *takt*, stasiun kerja dikurangi menjadi 14, melalui studi waktu; SAM produk distandarisasi untuk 41 menit, waktu tunggu produksi berkurang 11,8% dan produktivitas meningkat 16,66%. yang mengimplementasikan-mentasi praktik manufaktur baru dapat mengarah pada kualitas produk yang lebih baik dan partisipasi yang lebih besar. oleh pekerja dalam upaya perbaikan proses manufaktur, produk, dan perusahaan sebagai utuh. Juga dikaji dampaknya terhadap keuntungan perusahaan dengan menghasilkan produk yang berkualitas dan pengiriman tepat waktu, serta kepuasan pelanggan (Mulugeta, 2020).

Perbedaan penelitian yang dilakukan dengan penelitian terdahulu yaitu berdasarkan *tools* yang digunakan. Penelitian terdahulu banyak yang menggunakan *tools Value Stream Mapping (VSM)* dan *Waste Assessment Model (WAM)*. Perbedaan penelitian yang mayoritasnya menggunakan WAM adalah penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi *waste* dari yang paling tinggi sampai yang rendah berdasarkan hasil kuesioner, penelitian yang akan dilakukan menggunakan PAM (*process activity mapping*) dengan menggambarkan secara detail aktivitas yang bernilai tambah maupun tidak sehingga dapat dianalisis aktivitas apa saja yang termasuk kedalam *waste*. Sehingga pada penelitian yang dilakukan metode yang digunakan adalah metode *Value Stream Mapping (VSM)* untuk mengetahui gambaran aliran material dan informasi dari material hingga produk jadi dalam proses produksi, PAM (*process activity mapping*) dan diagram *fishbone* untuk mengidentifikasi penyebab awal munculnya *waste* dalam aliran proses produksi.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

Judul	Author	Metode	Tools							
			WAM	Fishbone	FMEA	VSM	PAM	VALSAT	Pareto	5S
Analisis <i>Waste</i> Produksi Celana Dengan Metode <i>Lean Six Sigma</i> Pada Area <i>Sewing Line 5</i> di PT. XYZ	Ahmad Munandar, Delfiana Sandi Permata	<i>Lean Six Sigma</i>	✓	✓	✓					
Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> Untuk Mengurangi <i>Waste</i> Pada Produksi <i>Absorbent</i>	Agung Ravizar, Rosihin Rosihin	<i>Lean Manufacturing</i>				✓				
Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> Untuk Mengidentifikasi <i>Waste</i> Pada Proses Produksi Kain <i>Knitting</i> di Lantai Produksi PT. XYZ	Kartika Lestari, Dony Susandi	<i>Lean Manufacturing</i>		✓		✓	✓			
Identifikasi <i>Waste</i> Menggunakan <i>Waste Assessment Model</i> (WAM) Pada Lini	Andi Rahayu Putri, Lely Herlina,	<i>Lean Manufacturing</i>	✓					✓	✓	

Produksi PT. KHI <i>Pipe Industries</i>	Putro Ferro Ferdinant									
Perancangan <i>Lean Manufacturing</i> Dengan Menggunakan <i>Waste Assessment Model</i> (WAM) dan VALSAT Untuk Meminimumkan <i>Waste</i> (Studi Kasus: PT. XYZ)	Tamzil Satria, Evi Yuliawati	<i>Lean Manufacturing</i>	✓			✓		✓		
Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> Dengan Metode VSM (<i>Value Stream Mapping</i>) Untuk Mengurangi <i>Waste</i> Pada Proses Produksi PT.XYZ	Andri	<i>Lean Manufacturing</i>				✓	✓			
Penerapan Metode 5S Untuk Meminimasi <i>Waste Motion</i> Pada Proses Produksi Kerudung Instan di CV. XYZ Dengan Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i>	Nadia Fairuz Havi, Marina Yustiana Lubis, Agus Alex Yanuar	<i>Lean Manufacturing</i>				✓	✓			✓

Pemetaan Pemborosan (<i>Waste</i>) Dalam Proses Produksi Pada Seksi <i>Painting Plastic</i> (Studi Kasus Perusahaan Otomotif)	Chrinadio Chrisna, Ahmad	<i>Lean Manufacturing</i>	✓		✓		✓		
Usulan Perbaikan Untuk Pengurangan <i>Waste</i> Pada Proses Produksi Dengan Metoda <i>Lean Manufacturing</i>	Rini Fitriyani, Sahril Saifudin, Kesyah Margareta	<i>Lean Manufacturing</i>			✓		✓	✓	
Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> Untuk Meminimasi <i>Waste Waiting</i> Pada Proses Produksi <i>Hanger Sample</i> di CV. ABC Offset	Ireyna Nissa Octaviany, Agus Alex Yanuar, Meldi Rendra	<i>Lean Manufacturing</i>		✓		✓	✓		
Peningkatan Produktivitas dan Pengelolaan Limbah Melalui Filosofi <i>Lean</i> di Industri Manufaktur India	SM Sutharsan M. Mohan Prasad, S. Vijay	<i>Lean Manufacturing</i>				✓			

Implementasi <i>Lean Manufacturing</i> Dengan Gagasan Kualitas Peningkatan Dalam Industri Perbaikan Elektronik	Samuel, Rajesh, Rajanna, Emmanuel	<i>Lean Six Sigma</i>		✓		✓				
Pelaksanaan Teknik <i>Lean</i> Dalam Mesin Kemasan Untuk Mengoptimalkan Waktu Siklus Mesin	Pravin Jadhav, Nachiket Ekbote	<i>Lean Manufacturing</i>	✓			✓				
Menjelajahi <i>Alignment</i> Praktek Bersandar Pada Kesehatan dan Keselamatan Pekerja di Industri Manufaktur	Charanjit Singh, Davinder Singh, JS Khamba	<i>Lean Manufacturing</i>				✓				✓
Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> Untuk Mengurangi <i>Waste</i> Pada Proses Produksi Plastik <i>High Density</i>	Silvina Bahari	<i>Lean Manufacturing</i>		✓		✓		✓		

2.2. Dasar Teori

Adapun dasar teori yang digunakan pada penelitian menjelaskan terkait konsep *lean manufacturing*, konsep dasar *waste*, *value stream mapping*, *process activity mapping*, *fishbone diagram*.

2.2.1 Konsep *Lean Manufacturing*

Lean Manufacturing merupakan pendekatan yang digunakan untuk mengidentifikasi serta menghilangkan pemborosan atau aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah (*non-value added*) pada proses operasi (Gapersz, 2007). Penerapan *lean manufacturing* mempunyai 5 prinsip sebagai berikut:

1. Menentukan nilai produk (barang dan/atau jasa) berdasarkan sudut pandang pelanggan, dalam hal ini pelanggan membutuhkan produk berkualitas tinggi, harga terjangkau, dan pengiriman tepat waktu.
2. Dari informasi yang diterima sampai produk siap didistribusikan (barang dan/atau jasa), tentukan *value stream mapping* (pemetaan proses ke *value stream*).
3. Hilangkan pemborosan yang tidak memiliki nilai tambah pada aktivitas aliran nilai atau proses *value stream*.
4. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang proses *value stream*.
5. Gunakan sistem tarik untuk mengatur sehingga bahan, informasi, dan produk mengalir dengan lancar dan efektif di seluruh aliran nilai.
6. Terus mencari cara untuk mencapai keunggulan.

2.2.2 Konsep Dasar *Waste*

Waste merupakan aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses perubahan *input* menjadi *output* dalam *value stream mapping*. Terdapat 8 tipe-tipe *waste* menurut (Fhadillah et al., 2020):

1. Produksi yang berlebih (*Overproduction*)
Overproduction (produksi berlebih) adalah proses produksi yang memproduksi terlalu banyak dan mengakibatkan adanya *inventory* berlebih.

2. Menunggu (*Waiting*)

Waiting (menunggu) adalah hal-hal yang dapat menghentikan mesin dan pekerja sehingga menyebabkan pemborosan, bisa berupa proses menunggu kedatangan bahan baku, informasi, peralatan, dan material sementara pekerja hanya mengamati mesin yang sedang berjalan, atau bisa juga material yang keluar dari satu proses tanpa langsung masuk ke proses selanjutnya.

3. Transportasi yang berlebih (*Transportation*)

Transportasi adalah perpindahan produk antar proses merupakan kegiatan yang tidak menambah nilai, karena jarak antara gudang atau bahan baku dari satu mesin ke mesin lainnya terlalu jauh sehingga waktu dapat terbuang percuma. Transportasi yang efisien adalah pergerakan transportasi langsung ke tempat di mana produk dapat digunakan secara langsung.

4. Proses yang berlebih (*Over Processing*)

Over Processing (proses yang tidak sesuai) adalah proses atau aktivitas yang tidak perlu yang tidak akan menambah nilai produk, tetapi hanya akan menambah biaya dan waktu produksi. Pemborosan ini dapat menyebabkan pergerakan yang tidak perlu dan menghasilkan produk yang tidak baik, proses atau metode operasi produksi yang tidak sesuai karena penggunaan alat yang tidak sesuai dengan fungsinya.

5. Persediaan yang tidak perlu (*Unnecessary Inventory*)

Inventory adalah kelebihan persediaan. Persediaan dapat berupa kelebihan bahan baku, barang dalam proses dan produk jadi. Kelebihan persediaan memerlukan pemrosesan tambahan dan harus diminimalkan, seperti lokasi penyimpanan, manajemen, dan biaya. Efek lain dari persediaan adalah peningkatan *lead time*.

6. Gerakan yang tidak perlu (*Unnecessary Motion*)

Unnecessary Motion merupakan munculnya gerakan yang berlebih atau tidak diperlukan. Ketika operator hanya mondar-mandir untuk kembali

ke peralatan tanpa menambah nilai pada produk atau operator dalam posisi membungkuk

7. Produk cacat (*Defect*)

Cacat (*defect*) artinya hasil produksi tidak sesuai harapan, dan ada proses pengerjaan ulang. Hal ini merupakan pemborosan, karena perusahaan harus mengeluarkan biaya tambahan, material, tenaga kerja, dan waktu untuk memperbaiki atau memproduksi produk pengganti.

8. Ketidaksesuaian Penempatan Orang Sesuai Kemampuan (*Non-Utilized Talent*)

Ketidaksesuaian penempatan orang sesuai dengan kemampuan yang dimiliki sehingga orang tersebut tidak terlibat langsung dalam proses produksi.

2.2.3 Value Stream Mapping (VSM)

Menurut (Majori, 2017), peta aliran nilai adalah alat proses pemetaan yang digunakan untuk mengidentifikasi aliran material dan informasi dari material hingga produk jadi dalam proses produksi. Menurut (Majori, 2017) *Value Stream Mapping* adalah suatu metode untuk pemetaan dan visualisasi informasi dari setiap *workstation*. Peta aliran nilai dapat digunakan sebagai titik awal bagi perusahaan untuk mengidentifikasi pemborosan dan menentukan penyebabnya. Menggunakan peta aliran nilai berarti memulai dari gambaran besar, tidak hanya untuk memecahkan masalah dari satu proses, tetapi juga untuk meningkatkan secara keseluruhan, tidak hanya untuk proses tertentu. Peta aliran nilai diwakili oleh simbol-simbol yang mewakili aktivitas. Ada dua macam aktivitas, yaitu aktivitas bernilai tambah dan aktivitas tidak bernilai tambah.

Untuk pembuatan data box pada *value stream mapping* dibutuhkan data-data antara lain:

a. *Cycle Time (C/T)*

Cycle time merupakan ukuran penting yang digunakan dalam aktivitas lean manufacturing. *Cycle time* adalah waktu yang dibutuhkan suatu

operator untuk menyelesaikan seluruh elemen atau kegiatan dalam suatu proses produksi dalam membuat satu part ke part berikutnya. Lalu ada *lead time* yaitu waktu yang dibutuhkan untuk seluruh proses produksi mulai dari awal hingga akhir proses (Majori, 2017).

b. *Change-over Time (C/O)*

Change-over Time merupakan waktu yang dibutuhkan untuk merubah posisi dari memproduksi satu jenis produk menjadi produk yang lain (Majori, 2017).

c. Jumlah Operator

Menyatakan jumlah orang yang dibutuhkan saat proses produksi (Majori, 2017).

d. Jumlah Mesin

Menyatakan jumlah mesin yang dibutuhkan saat proses produksi (Majori, 2017)

e. *Uptime*

Persentase waktu yang tersedia pada mesin untuk proses produksi (Majori, 2017).

$$Uptime = 100 - \left(\frac{\text{Kerusakan mesin per bulan}}{\text{Waktu produksi perbulan}} \right) \times 100\%$$

f. *Takt Time*

Takt time merupakan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan sesuai dengan tingkat kecepatan permintaan pelanggan (Majori, 2017).

$$Takt\ Time = \frac{\text{Jumlah waktu kerja}}{\text{Jumlah permintaan produksi}}$$

Dalam pembuatan sebuah peta *Value Stream Mapping* digunakan simbol-simbol yang dapat mempermudah pembaca untuk memahami alur stream sebuah proses produksi berikut ini merupakan simbol-simbol umum yang digunakan untuk menggambarkan *Value Stream Mapping* pada tabel

2.2.4 Process Activity Mapping (PAM)

Alat ini digunakan untuk memetakan semua kegiatan secara rinci untuk menghilangkan pemborosan di *workstation*, yang diharapkan dapat mencapai tujuan peningkatan kualitas produk dan memfasilitasi layanan, mempercepat proses dan mengurangi biaya memberikan gambaran fisik tentang arus dan informasi, waktu yang diperlukan untuk setiap aktivitas, jarak yang ditempuh, dan tingkat persediaan produk pada setiap tahap produksi. Alasan mengapa identifikasi aktivitas mudah karena aktivitas dibagi menjadi lima jenis: operasi, transportasi, inspeksi, penundaan, dan penyimpanan. Operasi dan inspeksi adalah aktivitas bernilai tambah. Pada saat yang sama, transportasi dan penyimpanan adalah penting, tetapi bukan nilai tambah. Penundaan adalah aktivitas yang harus dihindari, jadi ini adalah aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah (Lestari & Susandi, 2019).

2.2.5 Fishbone Diagram / Cause and Effect Diagram

Diagram sebab akibat merupakan suatu diagram yang menunjukkan hubungan sebab akibat. Dalam hal pengendalian proses statistik, diagram kausalitas digunakan untuk mewakili penyebab dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab tersebut. Diagram kausalitas ini sering disebut "diagram tulang ikan". Karena bentuknya seperti kerangka tulang ikan, atau diagram Ishikawa, karena pertama kali dikemukakan oleh Profesor Kaoru Ishikawa dari Universitas Tokyo pada tahun 1953 (Gaspersz, v., & Fontana, 2011).

2.2.6 Methods Time Measurement

Methods Time Measurement adalah suatu sistem yang tidak langsung untuk menentukan awal waktu baku dan dikembangkan berdasarkan studi gerakan dari proses operasi. Metode ini berguna untuk mengidentifikasi elemen gerakan dasar secara detail. Terdapat tiga jenis tipe kontrol yang dapat membantu untuk memahami efek dari gerakan kerja (Wignjosoebroto, 1992), yaitu:

1. Pengendalian otot, jumlahnya akan bervariasi sesuai kebutuhan
2. Pengendalian penglihatan atau mata, terdiri dari focus, pergeseran dan sudut pandang
3. Pengendalian material. yaitu motivasi untuk bergerak.

2.2.7 Elemen Gerakan

Dalam MTM-1 terdapat 10 jenis elemen gerakan dasar yang berlaku dan 1 jenis penggunaan tekanan dalam pergerakan, yaitu *Reach (R)*, *Move (M)*, *Turn (T)*, *Grasp (G)*, *Release (Rl)*, *Position (P)*, *Disengage (D)*, *Eye Travel (ET) and Eye Focus (EF)*, *Body, Leg and Foot Motion*, *Crank (C)*, *Apply Pressure (AP)*. Berbagai jenis elemen-elemen diatas dapat lebih jelas untuk dipahami maka akan dijabarkan satu per satu sebagai berikut (Wignjosoebroto, 1992):

1. Menjangkau (*Reach*)

Menjangkau adalah elemen gerakan dasar yang digunakan bila maksud utama gerakan adalah untuk memindahkan tangan atau jari ke suatu tempat tujuan tertentu. Waktu yang dibutuhkan untuk gerakan menjangkau ini bervariasi dan tergantung pada faktor-faktor seperti keadaan atau tujuan, panjang gerakan dan macam gerak jangkauan yang dilakukan (Wignjosoebroto, 1992).

2. Mengangkut (*Move*)

Mengangkut adalah elemen gerakan dasar yang dilaksanakan dengan maksud utama untuk membawa suatu objek dari satu lokasi ke lokasi tujuan tertentu (Wignjosoebroto, 1992).

3. Memutar (*Turn*)

Memutar adalah merupakan gerakan memutar tangan sepanjang sumbu tangan atau lengan bawah. Dalam penentuannya *Turn* dibagi menjadi 3 kategori yang didasarkan atas berat objek yang diputar atau beban putaran yaitu, *Medium*, lebih besar 57% dari *small*. *Large*, lebih besar 200% dari *small*. Gerakan *Turn* juga dibagi berdasarkan kondisi tangan waktu memutar,

yaitu, *Reach-turn* adalah jika tangan dalam keadaan kosong. *Move-turn* adalah tangan terdapat objek (Wignjosoebroto, 1992).

4. Memegang (*Grasp*)

Memegang adalah elemen gerakan dasar yang dilakukan dengan tujuan utama untuk menguasai sebuah atau beberapa objek baik dengan jari atau dengan tangan untuk memungkinkan melaksanakan gerakan dasar berikutnya. Diantara hal-hal yang mempengaruhi lamanya gerakan ini adalah mudah atau sulitnya objek dipegang, bercampur tidaknya objek dengan objek lain, bentuk objek dan lain- lain (Wignjosoebroto, 1992).

5. Melepas (*Release*)

Melepas adalah elemen gerakan dasar untuk membebaskan kontrol atas suatu objek oleh jari atau tangan dalam gerakan ini biasanya tidak membutuhkan waktu untuk melakukannya terkecuali bila gerakannya terpisah dengan gerakan lainnya (Wignjosoebroto, 1992).

6. Mengarahkan (*Position*)

Mengarahkan adalah sebuah elemen gerakan yang dilaksanakan untuk menggabungkan, mengarahkan, atau memasang suatu objek dengan objek lainnya. Gerakan yang ada disini cukup sederhana sehingga tidak diklasifikasikan seperti elemen-elemen gerakan yang lainnya. Waktu untuk gerakan mengarahkan dipergunakan oleh derajat kesesuaian, bentuk simetris, dan kemudahan untuk ditangani (*handling*) (Wignjosoebroto, 1992).

7. Melepas Rakit (*Disengage*)

Melepas rakit adalah suatu elemen gerakan dasar yang digunakan untuk memisahkan kotak antara satu objek dengan objek lainnya. Hal ini termasuk gerakan memaksa yang dipengaruhi oleh mudah atau tidaknya pada saat gerak lepas rakit dilaksanakan atau mudah sulitnya objek dipegang. Waktu yang dibutuhkan untuk gerakan lepas rakit akan dipengaruhi oleh 3 variabel seperti tingkat hubungan atau sumbangan dari objek-objek yang akan dipisahkan, kemudian akan ada sebuah prosedur di dalam proses *handling*, faktor, kehati-hatian yang perlu dipertimbangkan (Wignjosoebroto, 1992).

8. *Eye Travel*

Eye Travel adalah gerakan mata yang dipergunakan untuk mengubah pandangan dari suatu lokasi ke lokasi yang lain. Umumnya gerakan mata tidak mempengaruhi waktu gerakan, kecuali bila gerakan diarahkan oleh mata (Wignjosoebroto, 1992).

9. *Eye Focus*

Eye Focus adalah konsentrasi mata atau penglihatan mata terhadap suatu objek pada kurun waktu tertentu dengan maksud memperjelas penglihatan. Besar TMU yang ditetapkan untuk gerakan ini adalah sebesar 7.2 TMU (Wignjosoebroto, 1992).

10. Memutar Dari Jari Tangan, Tangan, Pergelangan Tangan dan Lengan (*Crank*)

Crank adalah gerakan memutar dari jari tangan, tangan, pergelangan tangan dan lengan, dimana perputaran tersebut bersumbu pada siku. Berbeda dengan *Turn*, *Crank* terdapat diameter dari putaran, sebagai contoh kita dapat ambil seseorang yang memutar stir mobil (Wignjosoebroto, 1992).