

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 *Lean Manufacturing*

Lean manufacturing merupakan upaya sistematis dalam mengurangi semua aktivitas yang tidak memberi nilai tambah melalui perbaikan berkelanjutan guna meningkatkan umpan balik pelanggan. Menurut (Hines & Taylor, 2000) perusahaan membedakan aktivitas menjadi 3 jenis, yaitu aktivitas yang memberikan nilai tambah pada produk dari perspektif konsumen (*value-added activity*), tidak memberikan nilai tambah (*non value-added activity*), aktivitas yang tidak secara langsung menambah nilai tetapi diperlukan untuk mempermudah proses produksi perusahaan (*necessary non value adding activity*). Dalam sistem manufaktur, sebagian besar aktivitas yang terjadi tidak memberikan nilai tambah (60%), aktivitas yang diperlukan tetapi tidak memberikan nilai tambah (35%) serta aktivitas yang memberikan nilai tambah (5%).

Gaspersz (2007) membagi prinsip *lean* menjadi lima yaitu:

- a. Mendefinisikan nilai produk (barang/jasa) berdasarkan kebutuhan konsumen, dimana konsumen mengharapkan produk yang berkualitas.
- b. Mendefinisikan *value stream process mapping* (pemetaan proses pada *value stream*) untuk setiap produk barang atau jasa.
- c. Mereduksi pemborosan yang tidak memberikan nilai tambah dari seluruh aktivitas dalam aliran nilai (*value stream*).
- d. Mengelola aliran material, informasi dan secara efisien sepanjang rantai proses *value stream* menggunakan system tarik (*pull system*)
- e. Terus menerus mencari berbagai teknik dan alat peningkatan (*improvement tools and techniques*) untuk mencapai keunggulan dan peningkatan terus menerus.

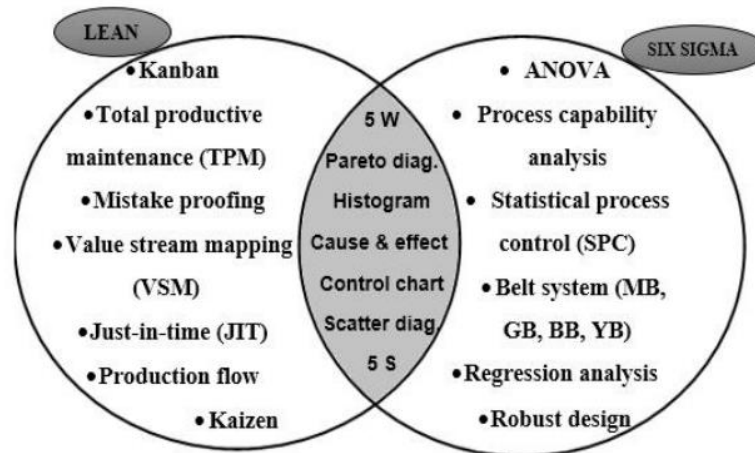
Upaya mereduksi pemborosan (*waste*) untuk meningkatkan proses produksi dengan menggunakan *lean manufacturing* untuk meningkatkan efisiensi sistem produksi. Terdapat 43 alat dari *lean manufacturing* yang dapat di implementasikan pada tingkatan yang berbeda berdasarkan penelitian (Matt & Rauch, 2013). Alat-alat tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah:

Type	Lean Production methods	micro	small	medium	large
Machinery and equipment	Low Cost Automation	○	◐	●	●
	OEE Overall Equipment Effectiveness	○	◐	●	●
	Preventive Maintenance	○	◐	●	●
	Setup Time Reduction (SMED)	○	◐	●	●
	Total Productive Maintenance	○	◐	●	●
Material flow and layout	Cellular Manufacturing	○	◐	●	●
	First in first out (FIFO)	●	●	●	●
	One-piece-flow	○	◐	●	●
	Simulation software (e.g. MatFlow)	○	◐	●	●
	Optimization of the supply chain	○	◐	●	●
	Value Stream Mapping	○	◐	●	●
	Work station design	○	◐	●	●
Organization and staff	5S	○	◐	●	●
	Autonomous work groups	○	◐	●	●
	Benchmarking	●	●	●	●
	Ideas Management	●	●	●	●
	Job rotation	○	◐	●	●
	Lean Office (Administration)	○	◐	●	●
	Kaizen (CIP-Meetings)	○	◐	●	●
	Standardisation	○	◐	●	●
Production planning and control	Just in Sequence	○	◐	●	●
	Just in Time	○	◐	●	●
	Kanban	○	◐	●	●
	Line Balancing and Muda reduction	○	◐	●	●
	Milkrun	○	◐	●	●
	PPS Simulation software	○	◐	●	●
	Economic (optimal) lot size	○	◐	●	●
	Visual Management	○	◐	●	●
Quality	FMEA	○	◐	●	●
	Poka Yoke	○	◐	●	●
	Quality Circles	○	◐	●	●
	Quality Function Deployment	○	◐	●	●
	Six-Sigma	○	◐	●	●
	Statistical Process Control (SPC)	○	◐	●	●
	Supplier Development	○	◐	●	●
	Total Quality Management	○	◐	●	●
	Zero Defect (Jidoka)	○	◐	●	●

unsuitable less suitable suitable well suitable very suitable
 ○ ◐ ● ● ●

Gambar 2.1 Metode produksi *lean*

Menurut penelitian (Ghaleb et al., 2014), penelitiannya membagi *lean manufacturing*, *six sigma* dan *lean six sigma tools* kedalam diagram dibawah:



Gambar 2.2 Tools and technique of lean and six sigma

Penjelasan mengenai masing-masing tools lean manufacturing dikutip dari buku “*The Lean Six Sigma Black Belt Handbook*” oleh (Voehl et al., 2013) sebagai berikut:

1. *Kanban*

Tujuan penggunaan *Kanban* dalam suatu proses adalah untuk mengatur aliran informasi dan material antar karyawan dengan menghubungkan langkah-langkah proses VA yang berurutan. Sistem *Kanban* memungkinkan Anda menentukan jumlah pasti produk yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan pelanggan. Manfaat sistem ini adalah Anda hanya memproduksi apa yang diminta pelanggan, sehingga menghilangkan kecenderungan produksi berlebih, salah satu dari sembilan pemborosan.

2. *Total Productive Maintenance (TPM)*

TPM adalah metode yang berfokus pada pemeliharaan untuk mengecilkan *delay* dan mengoptimalkan penggunaan alat kerja. Tujuan TPM adalah untuk menghindari perbaikan yang tiba-tiba terjadi dan meminimalkan pemeliharaan tak terjadwal. Program TPM biasanya dipadukan dengan aktivitas OEE, yang mengidentifikasi area fokus aktivitas TPM.

3. *Mistake Proofing*

Mistake Proofing merupakan alat *lean six sigma* yang digunakan untuk meminimalkan atau menghilangkan kesalahan yang menimbulkan cacat pada suatu produk, proses, atau layanan. *Mistake Proofing* biasanya diterapkan menggunakan beberapa variasi siklus *Plan-Do-Check-Act* (PDCA), merupakan alat untuk membantu organisasi Anda mencapai konsep kualitas *Lean* di sumbernya.

4. *Just In Time* (JIT)

Sebuah konsep yang mendukung pengadaan dan konsumsi material untuk memenuhi permintaan pelanggan eksternal. Jika dijalankan dengan tepat, konsep ini membantu menghilangkan beberapa pemborosan, termasuk kelebihan persediaan, waktu tunggu, gerakan, dan transportasi.

5. *Kaizen*

Kaizen merupakan istilah dalam bahasa Jepang yang artinya peningkatan terus-menerus serta melibatkan semua partisipan baik manajer maupun pekerja. Dalam industri manufaktur, *kaizen* berfokus dalam mengidentifikasi dan menghapus pemborosan yang terjadi pada mesin, pekerja serta proses produksi. *Kaizen* adalah pendekatan yang serbaguna dan sistematis untuk mengubah dan meningkatkan semua proses. Di hampir semua organisasi *Lean Six Sigma*, konsep *Kaizen* dipraktikkan oleh semua karyawan di semua tingkatan organisasi.

2.2 Kualitas

Menurut (Armstrong et al., 2014) kualitas produk merupakan kemampuan produk dalam menunjukkan manfaatnya, mencakup seperti halnya ketahanan, keandalan, ketepatannya, aksesabilitas pengoperasian, dan perbaikan produk, serta atribut lainnya. Kualitas produk adalah kemampuan suatu barang untuk memberikan hasil atau kinerja yang sesuai bahkan melebihi dari ekspektasi pelanggan. Kualitas diartikan sebagai segala sesuatu yang meningkatkan kepuasan yang sesuai dengan kebutuhan

pelanggan. Dalam persaingan pasar kualitas menjadi kunci dalam memenangkan persaingan, produk berkualitas akan memberikan kepuasan dan kepercayaan terhadap performa dan produk yang diberikan perusahaan. Perusahaan dikategorikan sebagai perusahaan baik apabila sistem produksi dan proses operasionalnya terkendali (Kotler & Keller, 2016). Tujuan utama pengendalian kualitas adalah untuk memastikan produk atau jasa yang dihasilkan dapat memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan dengan biaya serendah dan seefisien mungkin. Pengendalian kualitas tidak dapat dipisahkan dari pengendalian produksi karena kedua berkaitan erat. Pengendalian produksi baik dari segi kualitas maupun kuantitas merupakan memegang peranan penting perusahaan. Hal ini bertujuan agar seluruh aktivitas produksi berjalan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan (Suryatman et al., 2020).

2.3 Pemborosan

Pemborosan atau *waste* diartikan sebagai segala aktivitas manusia yang mengelola sumber daya yang memberikan nilai tambah, *error* yang perlu diperbaiki, hasil akhir yang tidak memenuhi kebutuhan pelanggan, proses yang tidak diperlukan, gerakan tenaga kerja yang tidak efisien, serta waktu tunggu akibat keterlambatan proses sebelumnya. Pemborosan diklasifikasikan oleh (Liker & Morgan, 2006) yaitu:

1. Produksi berlebih (*Overproduction*)

Alir produksi yang terlalu cepat menyebabkan penumpukan produk jadi yang melampaui kebutuhan pelanggan. Produksi yang melebihi jumlah pesanan akan menyebabkan banyak kerugian, seperti kelebihan tenaga kerja, tempat dan biaya *inventory*, dan penambahan biaya transportasi. Penyebab lain *overproduction* karena manajemen dan pengendalian produksi yang harus ditingkatkan. Hal ini terjadi akibat pengelolaan sistem informasi yang tidak baik atau peramalan permintaan yang kurang tepat.

2. Menunggu (*Delays*)

Waktu menganggur pekerja dapat disebabkan oleh mengawasi atau menunggu mesin, menunggu berjalannya komponen kunci, atau bersantai tanpa tenggat waktu yang mendesak.

3. Transportasi

Hambatan transportasi dapat berupa proses perpindahan barang, material atau komponen (*work in process*), dalam jarak yang jauh baik ke dalam, ke luar, antar gudang atau antar stasiun kerja. Penyebab hambatan transportasi dikarenakan tata *layout* yang tidak efisien, kurangnya koordinasi antar proses produksi, dan penataan area kerja yang tidak terorganisir dengan baik.

4. Proses yang Tidak Perlu (*Inappropriate Processing*)

Aktivitas yang tidak diperlukan dalam proses produksi termasuk salah satu bentuk pemborosan, seperti mesin yang buruk menyebabkan proses produksi menjadi kurang efisien, atau desain produk tidak sesuai spesifikasi pelanggan yang menimbulkan gerakan tidak perlu yang berujung pada produk cacat. Selain itu aktivitas mencari selama waktu produksi yang sering terjadi selama proses produksi dapat dicegah jika tata letak stasiun kerja yang baik dan tertata.

5. Persediaan (*Unnecessary Inventory*)

Kelebihan persediaan material, *work in process*, dan barang jadi menyebabkan *lead time* yang lebih lama, keusangan, dan peningkatan biaya penyimpanan. Persediaan yang berlebihan dapat menyamarkan permasalahan ketidakseimbangan alur proses, keterlambatan persediaan pengiriman dari *supplier*, produk cacat, kerusakan mesin, dan *set up time* yang lama. Kelebihan persediaan juga berpotensi menimbulkan *extra paperwork*, *extra space*, dan *extra cost*.

6. Gerakan (*Unnecessary Motion*)

Gerakan berlebih pekerja yang tidak diperlukan selama proses produksim seperti mencari alat, menumpuk komponen, berjalan tanpa tujuan dan lainnya. Aktivitas tersebut tidak memberikan nilai pada produk, tetapi meningkatkan biaya dan waktu produksi.

7. Cacat (*Defect*)

Produk cacat memerlukan perbaikan yang membutuhkan waktu pengerjaan ulang, inspeksi kembali bahkan produksi ulang sebagai pengganti produk. Hal ini menyebabkan penambahan waktu, biaya, usaha sia-sia yang dapat dihindari. Produk cacat dihasilkan karena penanganan proses yang tidak handal dan tidak adanya standar operasional yang jelas.

2.3.1 *Value Stream Mapping (VSM)*

Value Stream Mapping merupakan metode yang digunakan untuk menggambarkan alur produksi dan informasi untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Seluruh informasi yang dikumpulkan kemudian disusun dalam bentuk gambar yang sederhana yang mencakup elemen seperti *input* dan *output*, proses proses produksi serta peran konsumen. *Value Stream Mapping* ini juga digunakan mengidentifikasi dan menganalisis kemungkinan pemborosan yang terjadi. Dengan menerapkan metode ini perusahaan bisa membangun kesadaran akan urgensi pada seluruh lapisan perusahaan sebagai alat komunikasi efektif untuk memperlancar implementasi *lean* tersebut. VSM memiliki dua jenis aliran, yaitu *current state-map* dan *future state-map*. *Current state-map* mengidentifikasi pemborosan yang sedang terjadi pada alur produksi paling baru sedangkan *future state-map* memberi informasi teknik untuk mengurangi pemborosan pada *current state-map*. Setelah diterapkannya perbaikan, data akan terupdate untuk kepentingan evaluasi ulang guna memastikan peningkatan kinerja perusahaan (Gaspersz & Fontana, 2011).

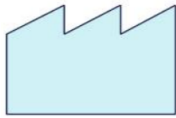
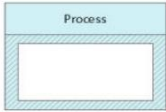
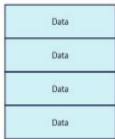
Tujuan dari pengembangan alat *Value Stream Mapping* adalah untuk mendalami keterkaitan antar dua departemen yang berbeda dan mengatasi kendala alat-alat teknik industri

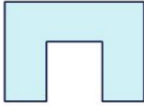
konvensional untuk memberikan pandangan holistik secara menyeluruh (Seth* & Gupta, 2005).

Simbol-simbol umum yang digunakan dalam membuat *value stream mapping* yaitu:

1. Proses

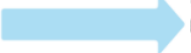
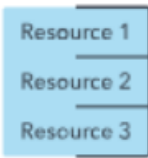
Tabel 2.1 Simbol Proses

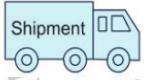
Simbol	Nama	Keterangan
	Pelanggan/Pemasok	Ketika ditempatkan di pojok kiri atas dari peta alur nilai, yang merupakan titik awal umum untuk aliran material, ikon ini merepresentasikan pemasok. Ketika ditempatkan di pojok kanan atas, ikon tersebut merepresentasikan pelanggan.
	Alur Proses Khusus	Ikon ini merepresentasikan departemen, proses operasi, atau mesin dengan aliran material internal tetap dan berkelanjutan.
	Proses Bersama	Ikon ini menunjukkan sebuah proses, departemen, operasi, atau pusat kerja yang digunakan bersama oleh keluarga alur nilai lainnya
	Kotak Data	Kotak data ditempatkan di bawah ikon lain yang memerlukan data untuk menganalisis sistem. Sebagai contoh, sebuah kotak data dapat diletakkan di bawah ikon pabrik untuk menunjukkan frekuensi pengiriman, data

		penanganan produk, ukuran batch, atau informasi lainnya.
	Sel Kerja	Gunakan ikon ini untuk menunjukkan bahwa beberapa proses telah diintegrasikan ke dalam sebuah sel kerja manufaktur.

2. Materi

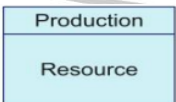
Tabel 2.2 Simbol Materi

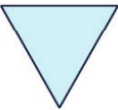
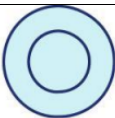
Simbol	Nama	Keterangan
	Inventaris	Persediaan antara dua proses digambarkan dengan ikon-ikon ini. Jika perlu mencantumkan jumlah persediaan, tambahkan di bawah ikon segitiga. Simbol ini juga dapat mewakili persediaan yang disimpan.
	Pengiriman	Simbol ini menunjukkan bahan baku yang berasal dari pemasok atau barang jadi yang dikirim dari pabrik ke pelanggan.
	Dorong Panah	Ikon ini menunjukkan material yang didorong ke proses berikutnya secara berurutan.
	Supermarket	Ikon ini melambangkan titik stok Kanban di mana pelanggan hilir dapat mengambil persediaan yang mereka butuhkan, yang kemudian diisi ulang oleh pemasok awal.

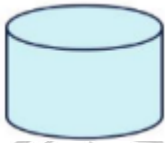
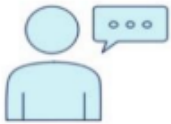
	Tarikan Bahan	Simbol tarik ini menunjukkan pengambilan fisik persediaan yang disimpan dari supermarket.
	Jalur FIFO	Ikon ini melambangkan sistem <i>First-In-First-Out</i> (FIFO) yang membatasi jumlah input persediaan. Kapasitas maksimum persediaan dapat dituliskan di bawah jalur tersebut.
	Safety Stock	Ikon ini menunjukkan stok darurat untuk mencegah masalah jika terjadi kegagalan sistem atau kendala lainnya.
	Pengiriman Eksternal	Ikon pengiriman eksternal digunakan untuk menunjukkan pengiriman bahan baku dari <i>supplier</i> atau pengiriman produk ke konsumen.

3. Informasi

Tabel 2.3 Simbol Informasi

Simbol	Nama	Keterangan
	Pengendalian produksi	Departemen penjadwalan atau pengendalian produksi yang terpusat direpresentasikan oleh simbol kotak sederhana ini.
	Informasi Panduan	Aliran informasi manual dari memo, laporan, atau percakapan. Jelaskan jenis informasi jika diperlukan.

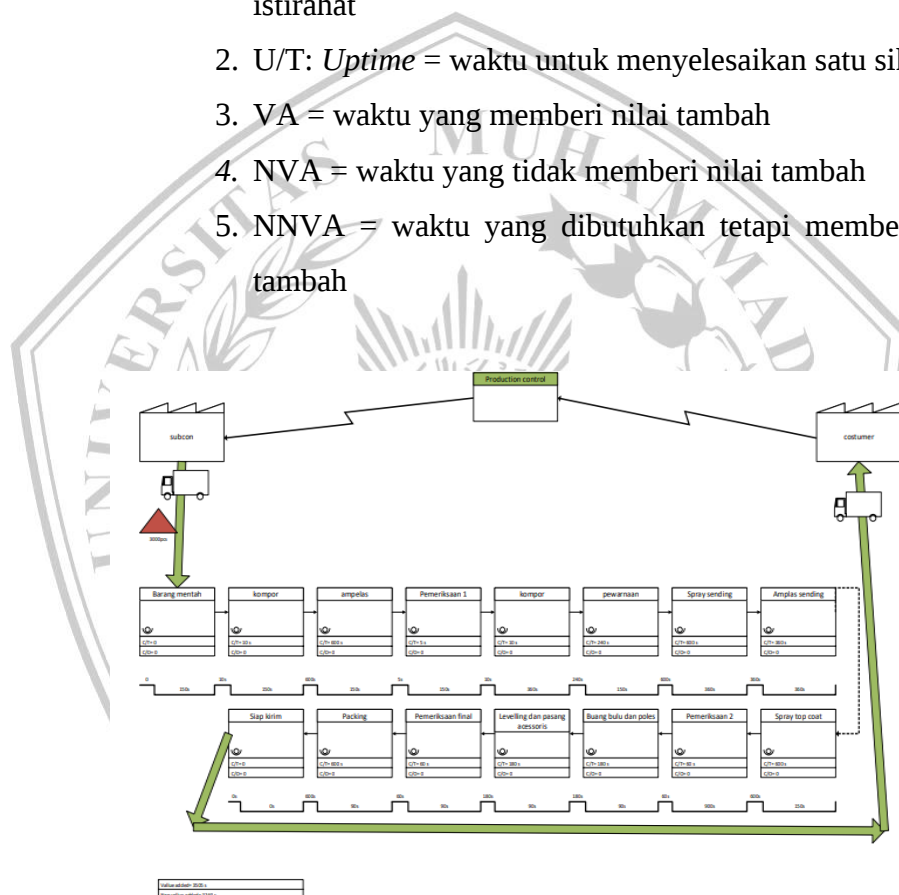
	Info elektronik	Ikon info elektronik menggambarkan elemen digital seperti Internet, Intranet, LAN, WAN, dan lain sebagainya.
	Kanban Produksi	Kanban produksi mewakili produksi yang diperlukan untuk memasok bagian ke proses hilir.
	Penarikan Kanban	Simbol ini melambangkan kartu yang memberi instruksi kepada operator atau penanganan material untuk memindahkan bagian dari supermarket ke proses.
	Sinyal Kanban	Simbol Kanban ini digunakan saat tingkat persediaan di supermarket mencapai batas minimum, dan memberikan sinyal untuk memproduksi sejumlah bagian tertentu.
	Pos Kanban	Ikon ini menunjukkan lokasi pengumpulan sinyal Kanban, biasanya terletak di dekat supermarket. Dalam sistem dua kartu, tempat ini dapat digunakan untuk menukar Kanban penarikan dan produksi.
	Tarik berurutan	Proses tarik ini menghilangkan kebutuhan penyimpanan persediaan di supermarket antara proses dengan memberikan instruksi kepada

		proses subrakit untuk segera memproduksi pesanan pelanggan yang telah ditentukan.
	Perataan beban	Alat yang mengelompokkan Kanban untuk menyeimbangkan variasi dan volume produksi.
	MRP/ERP	Ikon ini menggambarkan penjadwalan menggunakan perencanaan kebutuhan material (<i>Material Requirements Planning</i> /MRP).
	Go See	Ini digunakan ketika pengawas mengobservasi secara visual.
	Informasi Verbal	Ini melambangkan aliran informasi yang disampaikan secara lisan.

Komponen-komponen VSM dan indeks pengukurannya secara rinci dapat dilihat dibawah ini:

- FTT (*first time through*): bertujuan untuk menghitung persentase jumlah produk yang memenuhi standar dengan hasil sempurna seja awal.
- BTS (*build to schedule*): penjadwalan untuk mengawasi proses produksi sesuai dengan alur secara akurat dan tepat dengan target waktu yang ditentukan.
- DTD (*dock to dock time*): waktu pemindahan bahan baku antar stasiun kerja dan selesainya produk jadi untuk siap dikirim.

- d. OEE (*overall equipment effectiveness*): alat untuk menilai. Mengendalikan, dan meningkatkan ketersediaan, kinerja, serta kualitas peralatan.
- e. *Value rate (ratio)*: persentase dari seluruh kegiatan yang memberi nilai tambah
- f. Indikator lainnya:
 1. A/T: *Available time* = total waktu kerja dikurangi waktu istirahat
 2. U/T: *Uptime* = waktu untuk menyelesaikan satu siklus
 3. VA = waktu yang memberi nilai tambah
 4. NVA = waktu yang tidak memberi nilai tambah
 5. NNVA = waktu yang dibutuhkan tetapi memberi nilai tambah



Gambar 2.1 Peta Value Stream Mapping

2.4 Six Sigma

Gaspersz (2002) memaparkan bahwa *six sigma* adalah visi untuk meningkatkan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan dalam setiap transaksi produk termasuk barang dan jasa. Dapat disimpulkan *six sigma* merupakan metode atau teknik pengendalian serta peningkatan kualitas drastis yang menjadi salah satu terobosan baru dalam bidang

manajemen kualitas. *Six sigma* adalah strategi manajemen bisnis yang dirancang untuk meningkatkan kualitas *output* proses dengan meminimalkan variasi dan penyebab pemborosan dalam proses. Metode *six sigma* ini mampu mengukur tingkat pemborosan yang terjadi pada proses produksi. Semakin tinggi nilai sigma yang diraih maka semakin sempurna sebuah proses produksi. Pada metode *six sigma* ini jangkauan nilai sigma yang digunakan adalah 1 sampai 6. Dalam *Six Sigma DMAIC* adalah siklus lima fase. Menurut Brue (2002) beberapa keuntungan *six sigma* adalah sebagai berikut :

1. *Cost*

Proses yang tidak efektif akan membuang sumber daya dan memakan waktu yang lebih lama. Akibatnya, biaya yang tidak seharusnya dikeluarkan akan muncul.

2. *Customer Satisfaction*

Critical To Quality (CTQ) atau keinginan konsumen terhadap produk, adalah inti dari *six sigma* dan memungkinkan mereka untuk mengidentifikasi bagian penting dari proses untuk mengurangi variasi proses.

3. *Quality*

Fokus *Six Sigma* adalah mengurangi variasi proses, yang berarti produk cacat akan berkurang. Ini menunjukkan bahwa kualitas proses atau produk akan lebih baik.

4. *Impact on Employees*

Karyawan akan mendapatkan manfaat dari penerapan *six sigma* karena mereka akan lebih termotivasi untuk melakukan tugas mereka lebih baik sehingga mereka dapat mencapai tujuan mereka.

5. *Growth*

Dengan menggunakan *six sigma*, anda dapat mengurangi jumlah proses yang berbeda, yang berarti lebih sedikit produk yang cacat dan produk yang sesuai keinginan pelanggan.

6. *Competitive*

Keuntungan perusahaan yang dapat memenuhi kebutuhan pelanggan dengan cepat dan berkualitas akan memiliki keunggulan bersaing.

2.4.1 Lean Six Sigma

Lean Six Sigma merupakan filosofi operasional di seluruh organisasi yang menggabungkan dua metodologi peningkatan kinerja *lean* dan pendekatan *six sigma*. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk menghilangkan pemborosan (diklasifikasikan sebagai cacat, produksi berlebih, transportasi, waktu tunggu, inventaris, pergerakan, pemrosesan berlebih) dan menyediakan barang dan jasa dengan tingkat 3,4 cacat per juta peluang (DPMO). Nilai sesungguhnya dari *lean six sigma* terlihat ketika terintegrasi dengan rencana strategis organisasi, membantu mengimplementasikan rencana tersebut dengan berfokus pada pengguna akhir pelanggan. Ketika diterapkan pada proses bisnis, manfaat yang diperoleh akan mendorong organisasi menuju kinerja kelas internasional dalam proses bisnis tersebut (Voehl et al., 2013).

Dengan menggabungkan kelebihan dari *lean* dan *six sigma* dapat dibentuk metode *lean six sigma* yang dapat mencapai *lean six sigma*, *lean enterprise*. Tujuan pendekatan *lean* untuk mengurangi dan menghapus pemborosan, melancarkan aliran informasi dan material produk, serta perbaikan berkelanjutan. Sedangkan pendekatan *six sigma* bertujuan untuk mereduksi varian, pengendalian proses serta peningkatan terus menerus (Gaspersz & Fontana, 2011). Penyatuan *lean* dan *six sigma* dapat mendorong peningkatan secara cepat performa dari bisnis dan industri dan akurasi yang lebih baik (*zero defects*). Pendekatan *lean* bertujuan mengidentifikasi *non value added* (NVA) dan *value added* (VA) untuk membuat keduanya berjalan pada aliran tanpa hambatan sepanjang *value stream processes*, sedangkan *six sigma* bertugas untuk mereduksi variasi *value added* itu (Gaspersz & Fontana, 2011). Tujuan utamanya yaitu meningkatkan profitabilitas

perusahaan dan mempertahankan keberlanjutan (*sustainability*), serta memberikan manfaat bagi pelanggan. *Lean Six Sigma* menggunakan konsep fase DMAIC dalam menjalani proses, seperti halnya dalam *Six Sigma* murni. DMAIC adalah fase-fase yang harus dilalui dalam menjalani semua proses perbaikan, yang merupakan singkatan dari *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*. Dalam masing-masing fase, akan dilakukan tahapan yang berbeda-beda yang kemudian perbaikannya akan disesuaikan dengan kondisi setiap fase (Pyzdek & Keller, 2000).

1. *Define*

Mengidentifikasi dan menentukan tujuan untuk kegiatan perbaikan. Setiap tingkatan pada organisasi memiliki tujuannya masing-masing. Seperti pada tingkat manajerial, strategi utamanya untuk meningkatkan keuntungan, dan pada tingkat operasional strateginya untuk meningkatkan kualitas produksi.

2. *Measure*

Menggunakan pengukuran yang valid dan dapat diandalkan untuk mengukur sistem yang sudah ada, guna membantu memonitor kemajuan peningkatan ke arah tujuan yang disepakati.

3. *Analyze*

Meninjau ulang sistem dengan menciptakan metode untuk mengeliminasi kemungkinan hambatan proses atau sistem saat ini dengan target yang harus dicapai serta memanfaatkan alat-alat statistik sebagai acuan dalam melakukan analisis.

4. *Improve*

Memperbaiki sistem dengan mengembangkan metode baru yang lebih efisien, hemat, dan cepat.

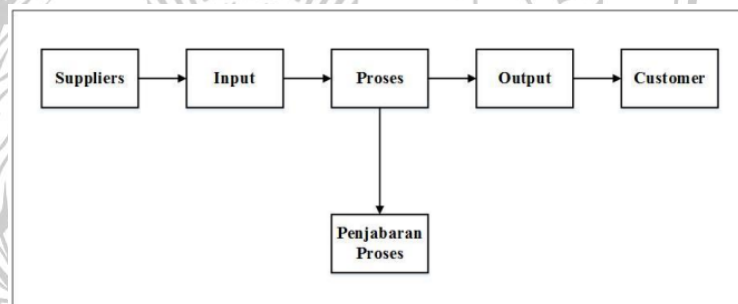
5. *Control*

Mengontrol dan membiasakan sistem baru dengan menerapkan kebijakan, prosedur, pedoman pengoperasian serta sistem manajemen lainnya.

Terdapat beberapa *tools* yang digunakan didalam *lean six sigma* menurut penelitian (Ghaleb et al., 2014) sebagai berikut:

1. SIPOC (*Suppliers, Inputs, Process, Output, Customers*)

Dikutip dari penelitian (Pande & Holpp, 2005) diagram SIPOC adalah diagram visual mengenai aktivitas atau sub aktivitas utama pada suatu proses bisnis. Diagram SIPOC berfungsi sebagai alat bantu untuk menetapkan batasan-batasan serta elemen-elemen penting suatu proses. Dapat dilihat diagram SIPOC pada gambar 2.2 dibawah:



Gambar 2.2 Diagram umum SIPOC

Sumber: (Gaspersz, 2002)

Menurut (George & George, 2003) ada lima elemen utama diagram SIPOC, yaitu:

1. *Suppliers*

Supplier entitas (orang, proses, atau perusahaan) yang menyediakan apa pun yang dikerjakan dalam sebuah proses (informasi, formulir, materi). Pemasok dapat berupa vendor eksternal, divisi lain, atau rekan kerja.

2. *Inputs*

Input adalah segala informasi atau material yang disediakan.

3. *Processes*

Proses adalah langkah-langkah yang digunakan untuk mentransfer (baik yang memberikan nilai tambah maupun yang tidak memberi nilai tambah).

4. *Outputs*

Output merupakan hasil proses yang berbentuk produk, layanan, atau informasi yang dikirimkan kepada pelanggan

5. *Customers*

Customer adalah individu, organisasi atau sub-proses yang menerima *output* dari suatu proses.

2. Grafik Kendali

Grafik kendali adalah sebuah representasi grafis yang digunakan untuk mengawasi perubahan yang terjadi dalam suatu proses dengan cara mendeteksi variasi yang terdapat pada proses dan memisahkannya dari variasi yang disebabkan oleh faktor yang mengubah proses (Voehl et al., 2013). Kelanjutan dari penjabara grafik kendali pada buku “*The lean six sigma black belt handbook: tools and methods for process acceleration*” oleh (Voehl et al., 2013) yaitu grafik kendali merupakan distribusi frekuensi yang digambarkan secara terus-menerus seiring waktu, yang memberikan umpan balik langsung mengenai perilaku suatu proses. Sebuah peta kendali memiliki elemen-elemen berikut:

1. Batas kendali atas (UCL) atau *upper control limit*. UCL adalah garis yang menunjukkan batas maksimum grafik yang dapat diterima dalam suatu proses.
2. Garis pusat (CL) atau *centre line*. CL adalah garis tengah batas maksimum grafik yang menandakan tidak adanya penyimpangan dalam suatu proses.

3. Batas kendali bawah (LCL) atau *lower control line*. LCL adalah garis yang menunjukkan batas minimum grafik yang dapat diterima dalam suatu proses.

3. *Rolled Throughput Yield* (RTY)

RTY adalah ukuran kinerja proses yang menjelaskan tentang efek kumulatif dari keseluruhan proses. RTY mengukur hasil untuk setiap langkah proses dan memberikan data tanpa cacat.

RTY memberikan visibilitas ke dalam hasil dari setiap langkah proses. Ini membantu kita mengidentifikasi langkah-langkah proses dengan kinerja terburuk dan memberi kita petunjuk tentang di mana mencari peluang perbaikan proses yang paling berdampak

4. RCA (*Root Cause Analysis*)

Analisis akar penyebab untuk mengidentifikasi penyebab pemborosan yang dihasilkan dari proses produksi. Dalam proses analisis ini, diagram *fishbone* digunakan untuk memvisualisasikan penyebab dan akibat pemborosan yang terdeteksi selama proses produksi (Widiwati et al., 2024). Menurut Purba (2008) dengan menggunakan diagram *fishbone*, potensi masalah yang kemungkinan akan terjadi dapat diidentifikasi serta dianalisis melalui sesi *brainstorming*. Sesi *brainstorming* dapat memaparkan setiap kategori yang memiliki hubungan sebab-akibat. Masalah yang teridentifikasi kemudian dibagi ke dalam beberapa kategori yaitu, kategori yang disebabkan faktor manusia, mesin, material, prosedur, kebijakan dan lainnya.

5. FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*)

Metode FMEA berfungsi sebagai alat yang mencegah cacat, meningkatkan keselamatan dan meningkatkan kepuasan pelanggan (Mikulak et al., 2017). Berikut beberapa tahapan

yang perlu dilakukan untuk memetakan FMEA menurut penelitian (Suryatman et al., 2020) adalah sebagai berikut:

1. Menentukan proses dan produk yang akan dianalisis
2. Mencantumkan permasalahan yang mungkin terjadi
3. Menentukan nilai *severity*

Nilai tingkat kepentingan berjarak antara 1-10, semakin besar dampak yang disebabkan maka semakin tinggi nilai tingkat kepentingan

4. Menentukan nilai *occurance*

Nilai tingkat kepentingan untuk penyebab kecacatan juga berjarak antara 1-10. Semakin banyak cacat yang dihasilkan semakin tinggi nilai tingkat kepentingan

5. Menentukan nilai *detection*

Nilai *detection* berjarak antara 1-10. Sulitnya tingkat cacat untuk dideteksi, maka semakin tinggi nilai tingkat kepentingan

6. Menghitung *Risk Priority Number* (RPN) dengan persamaan: $RPN = severity \times occurrence \times detection$

7. Menyusun daftar perbaikan yang perlu didahulukan untuk menghindari terjadinya potensi mode kegagalan (*potential failure mode*).

8. Membuat analisis rekomendasi dan saran perbaikan (*recommended action*).

2.5 Produk logam *stamping*

Perusahaan logam *stamping* PT. Prima Sakti Asia menghasilkan berbagai produk logam yang telah melalui berbagai rangkaian proses seperti pemotongan, penekanan atau pembentukan logam menjadi bentuk-bentuk sesuai dengan kriteria pelanggan.

2.5.1 Material

Material yang digunakan dalam proses pembuatan engsel *screen chrome* 50 x 20 yaitu plat *Stainless Steel* dengan tebal 1.5mm 201. *Stainless steel* merupakan material populer yang lebih terjangkau dari jenis material baja tahan karat lainnya. Plat *stainless steel* menunjukkan resistensi yang tinggi pada lingkungan korosif serta memiliki tingkat fleksibilitas tinggi yang mempermudah proses produksi. *Stainless Steel* 201 adalah *stainless steel* yang paling umum digunakan, termasuk kedalam *stainless steel* austenitik yang dikombinasikan dengan umum sebagai solusi terjangkau untuk menekan biaya produksi.

2.5.2 Proses Produksi

Proses produksi engsel *screen chrome* 50 x 20 dibagi menjadi beberapa tahapan diantaranya:

1. *Design* produk

Proses *design* dilakukan setelah pelanggan membuat pemesanan ke perusahaan. Setelah itu tim *design* akan membuat gambar 2D dan 3D untuk *approval* pelanggan.

2. Pembuatan *mould*

Setelah *design* disetujui, *mould* atau matras segera dibuat untuk selanjutnya digunakan pada proses *stamping*.

3. *Cutting*

Pada proses pemotongan, plat yang berukuran 2400 x 1200 mm dipotong menjadi 50 x 1200 mm yang sesuai dengan ukuran mesin plong untuk proses selanjutnya.

4. *Stamping*

Lembaran plat yang sudah dipotong kemudian diplong atau *distamp* sesuai dengan bentuk matras *Body U* dan *Body T* engsel. Dalam sekali proses *stamp* dihasilkan 1 pasang engsel yang terdiri dari *Body U* dan *Body T*.

5. Pelepasan laminasi

Proses ini merupakan proses tambahan untuk melepas laminasi pada *body U* dan *T* yang sudah diplong.

6. Pemipihan

Proses ini dilakukan untuk meratakan jika ditemukan lekukan pada *body U* dan *T* yang disebabkan mesin *stamping* yang kurang mampu mencetak plat besi yang terlalu keras.

7. *Curling Body U*

Kedua komponen kemudian dipisah dan dicurling pada mesin *curling* untuk menghasilkan bagian *hollow* atau bolong pada sisi *Body U* sebagai tempat pemasangan pen engsel.

8. *Curling Body T*

Curling Body T melalui proses yang sama dengan *Body U* untuk menghasilkan bagian *hollow* atau bolong pada sisi *Body T* sebagai tempat pemasangan pen engsel.

9. *Greasing*

Setelah proses *curling* kedua komponen kemudian masuk ke proses *greasing* atau pencucian tujuannya untuk membersihkan sisa minyak atau oli yang menempel dengan menggunakan air yang dipanaskan pada mesin *greasing*.

10. Pasang Pen

Body U dan *T* yang telah digreasing selanjutnya diproses manual oleh operator untuk pemasangan pen yang tujuannya untuk menggabungkan kedua komponen menjadi satu pasang engsel.

11. Bending akhir

Proses bending akhir merupakan proses penekukan pada *body T*.

12. Poles

Proses pemolesan dilakukan menggunakan batu poles untuk menghasilkan permukaan engsel yang mengkilat atau *mirror* sesuai dengan spesifikasi pelanggan.

13. Kikir

Proses kikir merupakan proses tambahan yang dilakukan untuk menghaluskan permukaan bagian dalam komponen *body* U dan T, dikarenakan hasil plong yang tajam dan bergerigi.

14. Assembly

Proses assembling merupakan proses dimana engsel dipacking dalam plastik dan kemudian dikemas pada kardus dan siap dikirimkan kepada pelanggan.

2.6 Literature Review

Dalam pengerjaan skripsi ini terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang dijadikan acuan dan referensi untuk pengerjaan skripsi ini. Berikut adalah hasil penelitian sebelumnya:

Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu

Metode													
No.	Peneliti	Objek Penelitian	Define		Measure			Analyze		Improve			Control
			SIPOC	VSM	RTY	DPMO	Grafik Kendali	RCA	FMEA	5W+1H	Future VSM	5S	
1.	(Yadav et al., 2019)	Industri manufaktur kaca			✓			✓					
2.	(Setiawan & Setiawan, 2020)	Industri part otomotif	✓			✓				✓		✓	
3.	(Choirunnisa & Nova, 2020)	Industri kursi rotan				✓		✓				✓	
4.	(Kholil et al., 2021)	Industri alat ortopedi		✓			✓	✓			✓		
5.	(Romadhani et al., 2021)	Industri semen		✓		✓			✓		✓		
6.	(Yuliana et al., 2023)	Industri <i>casting</i> pompa		✓		✓			✓	✓		✓	
7.	(Enache et al., 2023)	Industri pintu metal						✓					
8.	(Chrismadi, 2024)	Industri garmen	✓			✓		✓	✓			✓	
9.	(Widiwati et al., 2024)	Industri makanan			✓			✓			✓	✓	
10.	(Hieu et al., 2025)	Industri tekstil	✓	✓			✓						
11.	(Griškevičius, 2025)	Industri makanan		✓		✓	✓			✓	✓		

202010140311162
 Anita Rachman
 Prodi Teknik Industri

12.	Peneliti	Industri logam <i>stamping</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
-----	----------	-----------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--



Berdasarkan tabel 2.4 diatas dapat ditarik kesimpulan mengenai penelitian sebelumnya yang menggunakan *tools lean six sigma* seperti SIPOC, VSM dan *future-VSM*, RTY, DPMO, grafik kendali, RCA, FMEA dan 5W + 1H bahwa *tools* tersebut dapat meminimasi pemborosan yang terjadi pada beberapa industri dan manufaktur. Oleh karena itu, metode DMAIC terbukti dapat mengidentifikasi, mengukur, menganalisis dan meningkatkan kualitas produksi dengan mengurangi dan mengeliminasi pemborosan. Pada penelitian yang penulis lakukan terdapat langkah-langkah DMAI yang diimplementasikan untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi pada manufaktur logam *stamping*. Mengukur pemborosan dan menganalisisnya serta memberikan usulan perbaikan terhadap pemborosan yang terjadi.

