

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada era Industri 4.0 perusahaan otomotif memiliki banyak peluang untuk melakukan otomatisasi, efisiensi proses produksi, evolusi kecerdasan buatan, robotika, dan pengembangan sensor. Industri otomotif dianggap sebagai pelopor Industri 4.0 (Papulova et al., 2022). Industri 4.0 juga dikenal sebagai integrasi AI dengan teknologi baru yang muncul seperti IOT, Big Data, dan Cyber physical. Teknologi robotika memainkan peran penting mulai dari medical & patient monitoring, drone, and industrial robot. Penggunaan robot diberbagai sektor industri sejauh ini terbatas pada tugas tetap yang telah ditentukan.

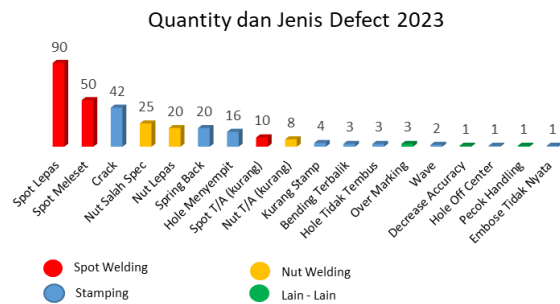
Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Perindustrian untuk mencapai *Global Top 10 World Economy by 2030* meluncurkan program “*Making Indonesia 4.0*”, yang berfokus pada 5 sektor industri yaitu : Industri Makanan dan Minuman, Industri Kimia, Industri Otomotif, Industri Tekstil, dan Industri Elektronik. Pemerintah menunjuk PT Astra International sebagai Perusahaan otomotif terbesar di Indonesia untuk andil dalam menyukseskan program tersebut. PT Inti Pantja Press Industri, sebagai anak perusahaan dari PT Astra International ikut ambil bagian dalam mewujudkan Industri 4.0. Selaras dengan isi *Presiden Letter* PT Astra International 2024, dimana untuk menghadapi perkembangan industri 4.0 dan persaingan industri. Salah satu yang menjadi fokusnya yaitu melakukan optimalisasi proses dan penciptaan proses berdasarkan *operational excellent*.

PT Inti Pantja Press Industri merupakan anak perusahaan PT Astra International yang bergerak dalam produksi komponen otomotif yang tergabung di Group Astra Motor 3. Seiring dengan perkembangan teknologi dan tuntutan untuk meningkatkan daya saing, Perusahaan dihadapkan pada berbagai tantangan dalam meningkatkan kualitas dan efisiensi proses produksi. Salah satu tantangan utamanya yaitu tuntutan untuk beradaptasi dengan revolusi industri 4.0. Menurut Papulova et al., (2022), otomatisasi sebagai seperangkat teknologi yang digunakan untuk melakukan operasi mesin dan operasi dalam sistem tanpa campur tangan manusia secara signifikan.

Menurut Priya et al., (2020), kebutuhan produksi yang berubah dengan cepat seperti permintaan pelanggan dengan produk yang berkualitas tinggi dan variasi produk memiliki efek besar pada industri manufaktur. Pemimpin dalam industri manufaktur otomotif menuntut adanya komitmen kuat untuk terus berinovasi dan meningkatkan kualitas produksi merupakan visi dari perusahaan. Dengan meningkatnya persaingan antar *supplier* yang semakin ketat, perusahaan dituntut menyediakan produk dengan berkualitas tinggi secara konsisten. Konsistensi kualitas ini tidak hanya memengaruhi kepuasan pelanggan, tetapi juga berdampak pada citra dan reputasi perusahaan.

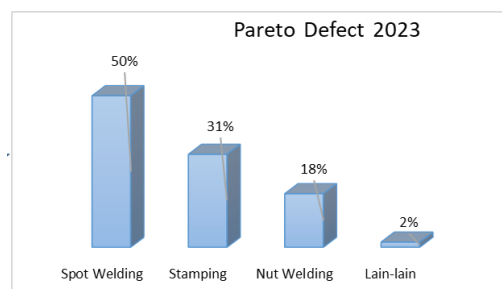
Berdasarkan identifikasi *business case* di PT Inti Pantja Press Industri, dimana dari segi kualitas dimata *customer*, PT Inti Pantja Press Industri menjadi sorotan dan perlu *improvement* terutama di *nobi ware*, *Projection Nut* dan *Spot Welding*. Dalam hal efisiensi produksi dan upaya pencapaian kualitas, *management* menginginkan produksi berjalan dengan lancar dan tanpa hambatan

dalam rangka memenuhi kebutuhan *customer*. Dampak dari kompetisi *supplier* yang ketat, menuntut untuk bergerak cepat melakukan perbaikan untuk menunjang *Quality & Productivity Competitiveness*.



Gambar 1.1 Data historis *defect* 2023

Berdasarkan *defect* pada tahun 2023 tercatat bahwa proses *spot welding* menjadi pareto *defect* sejumlah 150 pcs dari total *defect* pada tahun 2023. *Spot Welding* merupakan pengelasan komponen beberapa lembaran logam dengan menerapkan tegangan dan arus Listrik melalui elektroda sehingga menghasilkan panas untuk membuat *spot/nugget* pada logam (Chuenmee et al., 2025).



Gambar 1.2 Pareto *defect* 2023

Proses *spot welding* menjadi titik lemah rantai produksi PT Inti Pantja Press Industri karena tingginya tingkat *defect spot welding* yaitu sejumlah 50% dari total kategori *defect* tahun 2023. Pareto *defect* pada proses *spot welding* menjadi prioritas dalam melakukan perbaikan sehingga berdampak baik bagi

perusahaan. *Defect* mengakibatkan peningkatan biaya *reject*, mengganggu kelancaran produksi, dan berdampak pada ketidakpuasan pelanggan. Salah satu faktor utama yang menyebabkan ketidakstabilan kualitas *spot welding* adalah proses yang masih dilakukan secara manual yaitu 89% proses *spot welding* masih mengandalkan tenaga kerja manusia yang menyebabkan variasi dan inkonsistensi dalam hasil.

Six Sigma digunakan dalam penelitian ini karena berfokus pada optimalisasi proses dengan pengurangan cacat variasi berbasis data dan hasilnya diukur objektif terhadap kualitas yang sesuai dengan target kualitas Perusahaan. Berdasarkan penelitian Jimenez et al., (2019) penggunaan *Lean Manufacturing* berfokus pada identifikasi pemborosan yang mempengaruhi kualitas dan produktifitas, tidak spesifik berfokus pada pengurangan cacat variasi proses dan tidak mendalam dalam kualitas, sehingga tidak relevan dengan studi kasus di PT Inti Pantja Press Industri. Berdasarkan penelitian Hemalatha & Anusha (2025) Penggunaan Taguchi untuk mengurangi *defect* variasi ketika design experiment atau sejak awal design produk / proses dan berfokus dalam mengoptimalkan parameter yang digunakan, sehingga tidak relevan dengan studi kasus di PT Inti Pantja Press Industri, metode yang relevan dengan studi kasus di PT Inti Pantja Press Industri yaitu Six Sigma.

Menurut Padmarajan & Selvaraj (2021) Six Sigma adalah metode yang digunakan untuk optimalisasi proses dengan cara mengurangi variasi *defect*, mengukur tingkat *defect* sehingga menghasilkan proses dan produk yang berkualitas. Six Sigma juga digunakan untuk mengurangi semua jenis

pemborosan, aktivitas yang tidak bernilai tambah dan meningkatkan kepuasan konsumen. Six Sigma memerlukan pengumpulan data yang diperlukan dan pengukuran untuk mengetahui berbagai elemen dalam mencapai keunggulan kompetitif dan perbaikan. Metode Six Sigma terdiri dari 2 pendekatan yaitu DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) dan DMADV (*Define, Measure, Analyze, Design, Verify*). DMAIC digunakan untuk proses yang sudah berjalan. DMADV digunakan saat mengembangkan produk baru.

Optimalisasi proses menggunakan Six Sigma dengan mengurangi variasi *defect* dan peningkatan efisiensi berbasis industri 4.0 diharapkan dapat membantu Perusahaan maupun induk Perusahaan dalam peningkatan level kualitas dan produktifitas dan mewujudkan program pemerintah “*Making Indonesia 4.0*” sehingga dapat berefek positif terhadap nilai *spot / hours* yang meningkat dan menurunkan *cost / spot*, untuk itu penelitian ini dapat memberikan dampak yang baik terhadap perusahaan dalam peningkatan profitabilitas. Penelitian ini menggunakan metode Six Sigma dengan pendekatan DMAIC. Kelebihan penelitian ini, strategi perbaikannya menggunakan penerapan industri 4.0 yaitu automasi dan memiliki kemampuan *pokayoke*, selain itu inovasi penelitian ini memiliki kelebihan melakukan *Occurent Prevention* dan *Outflow Prevention*. Penelitian ini diharapkan mampu menarik customer untuk mendapatkan projek komponen baru dan memiliki manfaat jangka pendek dan jangka Panjang untuk keberlangsungan bisnis di PT Inti Pantja Press Industri, selain itu dapat menjadi *benchmarking* bagi industri otomotif lainnya.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, studi kasus di PT Inti Pantja Press Industri untuk mengetahui lebih dalam bagaimana perbaikan untuk mengurangi variasi *defect spot welding* dan peningkatan level kualitas setelah dilakukan perbaikan, maka judul penelitian ini adalah “Peningkatan Level Kualitas Melalui Optimalisasi Proses Spot Welding Untuk Mendukung Business Sustainability”.

1.2 Keaslian Penelitian

Penelusuran penelitian dengan tema optimalisasi proses *spot welding* untuk mengurangi variasi *defect* menggunakan Six Sigma tidak ditemukan, tetapi penelitian yang menggunakan Six Sigma pada proses lain sudah pernah dilakukan. Adapun penelitian terdahulu sebagai berikut :

Tabel 1.1 Komparasi penelitian terdahulu.

No	Penulis / Tahun	Judul	Kajian	Variabel
1	Padmarajan & Selvaraj (2021)	<i>Sig sigma implementation (DMAIC) of friction welding of tube to tube plate by external tool optimization</i>	Penelitian menggunakan desain kuantitatif menggunakan metode Six Sigma (DMAIC), yang bertujuan untuk mengoptimalkan proses Friction Welding Perusahaan di India, perbaikan yang dilakukan dengan mengoptimalkan experiment parameter proses yang digunakan.	Variabel independent yang digunakan dalam analisis hanya menggunakan faktor <i>machine</i> yaitu parameter (<i>speed, shoulder diameter, pin clearance</i>).
2	Wang et al., (2024)	<i>The performance analysis using Six Sigma DMAIC and integrated MCDM approach: A case study for microlens process in Vietnam.</i>	Penelitian menggunakan desain kuantitatif dengan data dari Perusahaan microlens di Vietnam. Metode yang digunakan Six Sigma (DMAIC). Bertujuan untuk mengoptimalkan proses produksi microlens dengan mengurangi tingkat cacat dan meningkatkan efisiensi. Perbaikan yang dilakukan mengubah	Variabel yang digunakan dalam analisis hanya faktor <i>Machine</i> (parameter) dan <i>Method</i> (<i>polishing</i>)

No	Penulis / Tahun	Judul	Kajian	Variabel
			kemasan produk dan perbaikan parameter proses.	
3	Huang et al., (2024)	<i>Potential use of Six Sigma metrics in the quality control review of hospital glucose meters</i>	Penelitian menggunakan desain kuantitatif data dari rumah sakit di Canada periode 6 bulan terakhir. Metode yang digunakan Six Sigma. Penelitian bertujuan hanya untuk memantau keoptimalan alat ukur glukosa untuk memenuhi persyaratan manajemen kualitas.	Variabel yang digunakan dalam analisis penelitian hanya pada faktor <i>Machine</i> yaitu alat ukur glukosa yang diambil dari beberapa periode.
4	Kanaan et al., (2024)	<i>Optimized reversed phase liquid chromatography methodology for the determination of vonoprazan fumarate impurities: Towards Six Sigma quality standards</i>	Penelitian menggunakan desain kuantitatif data berasal dari Egypt. Metode yang digunakan untuk analisis toleransi kinerja kromatografi untuk mencapai standart adalah Six Sigma.	Variabel yang digunakan dalam analisis penelitian yaitu Faktor <i>method</i> (<i>Gradient type</i> dan <i>flow rate of the mobile phase</i>) dan faktor <i>enviromtment</i> (NEMI, GAPI, GREE,

No	Penulis / Tahun	Judul	Kajian	Variabel
		<i>and sustainability assessment</i>		Carbon).
5	Costa et al., (2019)	<i>Six Sigma application for quality improvement of the pin insertion process</i>	Penelitian ini menggunakan desain kuantitatif data berasal dari Perusahaan manufaktur otomotif di Portugal. Metode yang digunakan yaitu Six Sigma. Tujuan dari penelitian untuk mengurangi unit cacat saat produksi dan untuk meningkatkan kuantitas produksi serta mengurangi biaya akibat kualitas.	Variabel yang digunakan dalam analisis penelitian yaitu faktor <i>machine</i> (<i>PCB physical characteristics, pins contact zone, machine component</i>).
6	Tanusha et al., (2022)	<i>An experimental study based on Six Sigma approach to optimize chip formation in machining</i>	Penelitian menggunakan desain kuantitatif, data yang didapatkan berasal dari Perusahaan otomotif di India. Metode yang digunakan yaitu Six Sigma. Tujuan dari penelitian untuk mengurangi jumlah cacat produksi piston.	Variabel yang digunakan pada penelitian yaitu faktor <i>machine</i> (<i>cutting parameters, coolant flush direction</i>), <i>material</i> (<i>workpiece material</i> ,

No	Penulis / Tahun	Judul	Kajian	Variabel
				<i>cleaning material), method (coolant pressure cutting tool).</i>
7	Liu et al., (2023)	<i>Application of a Six Sigma model to evaluate the analytical performance of cerebrospinal fluid biochemical analytes and the design of quality control strategies for these assays: A single-centre study</i>	Penelitian ini menggunakan desain kuantitatif, penelitian dilakukan di China. Metode yang digunakan yaitu Six Sigma. Tujuan dari penelitian untuk mengevaluasi kinerja analit biokimia, merancang strategi pengendalian mutu internal, dan merumuskan rencana perbaikan.	Variabel yang digunakan dalam penelitian yaitu faktor <i>method</i> dan <i>material</i> .
8	Liu et al., (2021)	<i>Application of a Six Sigma model to the evaluation of the analytical performance of serum enzyme assays</i>	Penelitian menggunakan desain kuantitatif, penelitian menggunakan data dari 6 laboratorium di China. Metode yang digunakan yaitu Six Sigma. Penelitian	Variabel yang digunakan dalam penelitian yaitu <i>material</i> dan <i>method</i> .

No	Penulis / Tahun	Judul	Kajian	Variabel
		<i>and the design of a quality control strategy for these assays: A multicentre study</i>	bertujuan untuk mengevaluasi uji kualitas dan untuk manajemen merancang program dan strategi perbaikan berkelanjutan.	
9	Chen et al., (2019)	<i>Developing a fuzzy green supplier selection model using Six Sigma quality indices</i>	Penelitian menggunakan desain kuantitatif, data berasal dari industri elektronik di Taiwan. Metode yang digunakan yaitu Six Sigma yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas proses pemasok guna keberlanjutan industri.	Variabel dalam yang digunakan dalam analisis penelitian yaitu <i>method (Supplier selection criteria)</i> .
10	Ibrahim et al., (2019)	<i>Six Sigma quality approach for HPLC-UV method optimization</i>	Penelitian menggunakan desain kuantitatif, data berasal dari laboratorium di Egypt. Metode penelitian yang digunakan yaitu Six Sigma yang bertujuan untuk pengoptimalan dan mencapai ketahanan fase pengembangan dalam kinerja	Variabel yang digunakan dalam penelitian yaitu faktor <i>method (CMA, Rs, T, Tf, N, P)</i> , dan <i>Machine (parameter Flow rate, percentage of organic</i>

No	Penulis / Tahun	Judul	Kajian	Variabel
			kromatografi.	<i>modifier)</i>

Penelitian sebelumnya memiliki hasil yang berbeda beda. Hasil yang berbeda beda memberikan celah untuk diteliti. Beberapa penelitian sebelumnya memiliki persamaan yaitu mengurangi variasi *defect* menggunakan Six Sigma. Penelitian terdahulu yang berkaitan dengan Six Sigma beragam, tetapi dalam melakukan perbaikan memiliki keterbatasan yaitu :

1. Indikator / faktor yang digunakan tidak dilakukan mendalam, hanya menggunakan beberapa faktor seperti *method* ataupun *machine*.
2. Tidak menggunakan pareto *problem* yang tidak dilakukan sehingga hasil dari perbaikan tidak berefek optimal terhadap perusahaan.
3. Perbaikan menggunakan kontrol kualitas manual seperti mengubah parameter pada mesin dan tidak menggunakan pokayoke / mistake proofing dalam perbaikannya sehingga tidak ada jaminan *outflow prevention* dan *occurred prevention*.

Penelitian ini memiliki kebaruan dibanding penelitian sebelumnya yaitu :

1. Penelitian dilakukan di Perusahaan otomotif di Indonesia.
2. Objek penelitian berfokus pada optimalisasi proses dengan objek Spot Welding untuk meningkatkan level kualitas dengan mengurangi variasi defect dan meningkatkan produktifitas berdasarkan pareto *problem* yang telah di petakan.
3. Metode perbaikan berbasis industri 4.0 dengan mengintegrasikan robot, dan memiliki kemampuan pokayoke untuk memberikan jaminan *outflow prevention* dan *occurred prevention*.

Menurut Silva et al., (2020) Pokayoke merupakan mekanisme atau alat dalam proses yang membantu operator menghindari kesalahan. Perbaikan ini dilakukan untuk menunjang keberlangsungan bisnis. Dataset dalam penelitian ini menggunakan data historis defect kualitas pada Perusahaan yaitu di tahun 2023. Variabel independen yang digunakan sesuai dengan pengendalian kualitas berdasarkan 4M1E yaitu Faktor *man, machine, method, material, and environment*.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah penelitian sebagaimana dijelaskan di latar belakang, rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana perbaikan yang dilakukan untuk peningkatan kualitas berbasis industri 4.0 ?
2. Bagaimana hasil level kualitas setelah dilakukan perbaikan berbasis industri 4.0 ?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah , maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui hasil perbaikan yang dilakukan untuk peningkatan kualitas berbasis industri 4.0.
2. Mengetahui hasil level kualitas setelah dilakukan perbaikan berbasis industri 4.0.

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut manfaat yang diberikan dari penelitian ini antara lain:

1.5.1 Manfaat bagi Industri

Dengan penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas komponen yang dibuat sehingga dapat menambah citra Perusahaan dan menambah proyek baru, dapat meningkatkan nilai *spot / hours* dan menurunkan *cost / spot*, menghilangkan *downtime*, dan dapat menambah angka penjualan Perusahaan sehingga berefek terhadap profitabilitas yang meningkat.

1.5.2 Manfaat Praktis

Dengan penelitian ini diharapkan mampu menciptakan perspektif baru dalam dunia otomotif dan automasi, serta dalam rangka ikut menyukseskan program pemerintah yaitu “*Indonesia Making 4.0*”.

1.6 Kajian Literatur

Kajian deduktif dari penelitian ini yaitu landasan teori berisi penjelasan mengenai teori-teori penunjang yang digunakan sebagai landasan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada dan menjawab rumusan masalah yang diajukan.

1.6.1 Six Sigma

Menurut Wang et al., (2024) Six Sigma adalah pengukuran kualitas, pengurangan variasi *defect*, penghematan biaya, dan perbaikan. Meskipun tujuan awalnya adalah untuk mengatasi cacat pada jalur perakitan, penerapan teknologi ini telah memengaruhi hampir setiap aspek organisasi. Six Sigma adalah filosofi pemecahan masalah, dan strategi inovatif.

Menurut Mittal et al., (2023) Six Sigma adalah inisiatif di seluruh organisasi untuk mencapai nol *defect* dan mengurangi variasi *defect* dalam industri manufaktur/proses. Hal ini membantu organisasi meninjau kembali prosesnya,

menghilangkan hambatan, dan memberikan kualitas yang konsisten. Dengan meninjau dan menyempurnakan proses bisnis yang ada secara berkala. Six Sigma mengacu pada kinerja statistik untuk mencapai target yang sulit yaitu 3,4 bagian yang cacat untuk setiap juta peluang. Pada tahun 1987, Motorola menghabiskan \$170 juta untuk pelatihan Six Sigma bagi karyawannya, yang menghasilkan penghematan sebesar USD 2,2 miliar. Banyak bisnis di seluruh dunia telah mengadopsi Six Sigma secara luas dan telah muncul sebagai area penelitian yang mendorong untuk memberikan lebih banyak manfaat bagi industri. Bagi banyak bisnis yang ingin memangkas biaya dan meningkatkan efisiensi, six-sigma berada di urutan teratas daftar prioritas mereka. Six Sigma memfasilitasi organisasi untuk mempelajari kondisi kerja dan juga membantu dalam melakukan perbaikan dalam proses untuk mengurangi variasi. Six Sigma diterapkan dalam industri manufaktur dan jasa. Setiap tahun, ribuan proyek Six Sigma diimplementasikan dalam organisasi manufaktur, membutuhkan komitmen modal yang besar dan analisis menyeluruh untuk memastikan bahwa manfaat yang diterima jauh lebih besar daripada investasi. Meskipun Six Sigma memiliki lebih banyak keuntungan daripada metode manajemen mutu konvensional, Praktik Six Sigma diperlakukan sebagai bagian dari TQM (*Total Quality Management*). Sigma diukur dalam level sigma, dengan tingkat 6-sigma berarti hanya 3,4 cacat per satu juta peluang (DPMO - *Defects Per Million Opportunities*). Adapun rumus DPMO : (*Defect / (Unit * Opportunities) * 1.000.000*).

TABEL KONVERSI SIGMA

Sigma Level	DPMO	YIELD
1	690,000	30.9%
2	308,000	69.2%
3	66,800	93.3%
4	6,210	99.4%
5	320	99.98%
6	3.4	99.9997%

DPMO (Defects Per Million Opportunities)

Gambar 1.3 Tabel konversi Sigma.

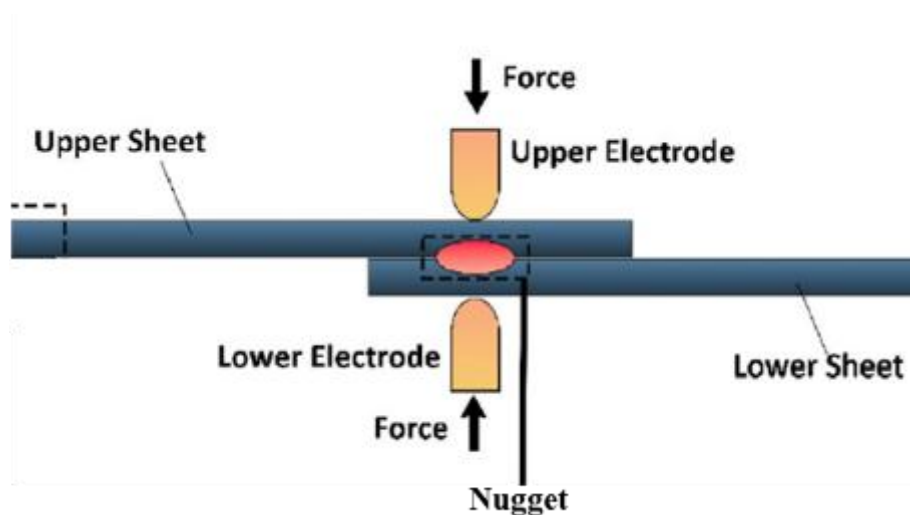
Six Sigma menggunakan pendekatan lima langkah yang dikenal sebagai DMAIC (*Define, measure, analyze, improve, control*). Metodologi DMAIC dari Six Sigma adalah peta jalan untuk perbaikan berkelanjutan. Berikut penjelasan DMAIC :

1. *Define* : Menentukan masalah, CTQ dan tujuan proyek.
2. *Measure* : Menentukan data, informasi, dan penetapan target proyek.
3. *Analyze* : Menganalisa masalah dan menentukan ide perbaikan.
4. *Improve* : Penetapan dan implementasi perbaikan.
5. *Control* : Standarisasi *control* proses, *monitoring* hasil, evaluasi hasil, dan *benefit*.

1.6.2 *Spot Welding*

Spot Welding merupakan pengelasan komponen beberapa lembaran logam dengan menerapkan tegangan dan arus listrik melalui elektroda / *Cup Tip* sehingga menghasilkan panas untuk membuat *spot/nugget* pada logam (Chuenmee et al., 2025). Menurut Aliyari et al., (2025) *Spot Welding* tetap menjadi metode praktis untuk menyambung lembaran logam menggunakan konsentrasi panas tinggi yang dihasilkan oleh arus listrik kuat yang diikuti oleh pendinginan berikutnya. Proses pengelasan ini memainkan peran penting dalam industri

otomotif dan karena kendaraan selalu mengalami berbagai beban yang bervariasi dari waktu ke waktu. Berikut ilustrasi proses *spot welding* :



Gambar 1.4 Ilustrasi *Spot welding*

1.6.3 Industri 4.0

Menurut Razie & Moghaddam (2021) Revolusi Industri 4.0 dicirikan oleh munculnya teknologi yang menghubungkan dimensi fisik dan digital di lingkungan manufaktur, didorong oleh pengembangan di berbagai bidang seperti *human machine interaction, automation & robotics*, dan *artificial intelligence*. Industri 4.0 juga dikenal sebagai integrasi AI dengan teknologi baru yang muncul seperti IOT, *Big Data*, dan *Cyber physical*. Teknologi robotika memainkan peran penting mulai dari *medical & patient monitoring, drone, and industrial robot*. Penggunaan robot diberbagai sektor industri sejauh ini terbatas pada tugas tetap yang telah ditentukan. Dalam lingkungan kerja industri 4.0 yang dinamis dan tidak dapat di prediksi, robot dapat beradaptasi dengan perubahan dan dapat mendapatkan hasil yang konsisten.

1.6.4 Matriks SWOT

Menurut Weng et al., (2025) Matriks SWOT adalah alat pengembangan dan manajemen strategis yang muncul pada awal tahun 1950-an. Alat ini dirancang untuk membantu individu atau organisasi mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman mereka, khususnya dalam konteks persaingan bisnis atau perencanaan proyek. Keempat dimensi ini dapat diklasifikasikan menjadi elemen internal, termasuk kekuatan dan kelemahan, dan elemen eksternal, termasuk peluang dan ancaman. Di luar konteks bisnis, sektor pendidikan juga memanfaatkan analisis SWOT untuk memandu perencanaan dan pengambilan keputusan strategis mereka, karena penerapan strategi mereka biasanya melibatkan partisipasi berbagai pihak. Misalnya, pendidik menggunakan kerangka kerja SWOT untuk menganalisis strategi digital dalam menerapkan berbagai teknologi pendidikan. Dalam analisis ini, kekuatan berarti kemampuan atau sumber daya yang memungkinkan teknologi berhasil memenuhi tujuan yang ditetapkan. Peluang didefinisikan sebagai fitur internal atau eksternal yang terkait dengan teknologi yang meningkatkan permintaan terhadap apa yang dapat ditawarkannya kepada pengguna. Kelemahan mengacu pada cacat atau kekurangan dalam teknologi yang menghalangi pencapaian tujuan yang ditetapkan. Ancaman menunjukkan setiap aspek teknologi yang merugikan yang menimbulkan hambatan atau pembatasan, sehingga membatasi kemajuan strategisnya dan menghalangi pencapaian tujuannya.

SWOT MATRIX ANALYZE	S STRENGTH	W WEAKNESS	
	O OPPORTUNITIES	STRATEGY S-O	STRATEGY W-O
	T THREATS	STRATEGY S-T	STRATEGY W-T

Gambar 1.5 Matriks SWOT

1.6.5 Pokayoke

Menurut Silva et al., (2020) *Pokayoke* berasal dari kata Jepang *yokeru* (bukti) dan *poka* (kesalahan yang tidak disengaja). *Pokayoke* adalah mekanisme atau alat dalam proses yang membantu operator menghindari kesalahan. Sistem *pokayoke* memberikan umpan balik tindakan saat terjadi ketidaknormalan. Sistem ini juga disebut sebagai perangkat yang anti gagal, anti kesalahan, atau otomatisasi. Pokayoke adalah perubahan dalam konsepsi lingkungan fisik. Hal ini dapat mencegah tindakan yang berbahaya dan rawan kesalahan, memastikan bahwa tindakan yang benar yang diambil, dan bahwa informasi yang diperlukan untuk suatu tindakan tersedia pada waktu dan tempat yang tepat. Sistem *pokayoke* telah digunakan setidaknya selama setengah abad di rantai pabrik industri manufaktur Jepang, sebagai cara untuk memperoleh nol komponen yang cacat. Konsep semacam itu dapat melibatkan perangkat fisik yang digunakan dalam proses industri atau diterapkan untuk memperkuat fitur desain. Perangkat tersebut dapat digunakan untuk menghentikan sistem (atau tindakan) dan menghindari ketidaksesuaian. Penggabungan pencegahan kesalahan dalam berbagai bidang pengetahuan telah memperluas definisi dan konsep penggunaannya.

1.6.6 Pengendalian kualitas

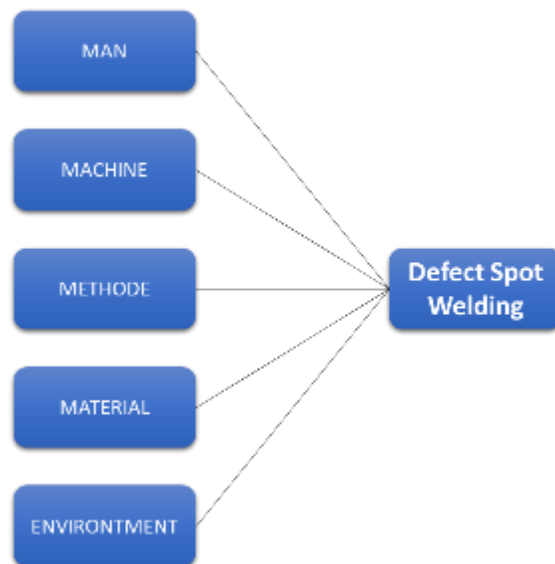
Menurut Xu et al., (2018) Untuk menemukan "penyebab" suatu masalah yang perlu dipecahkan dan penyebabnya dibagi menjadi 4M1E. Empat "M" mewakili Manusia (orang yang memproduksi produk), Mesin (peralatan, perkakas, dan peralatan produksi tambahan lainnya yang digunakan dalam produksi), Material (bahan yang digunakan, produk setengah jadi, aksesoris, dan bahan baku), dan Metode (aturan dan ketentuan yang harus diikuti dalam proses produksi dan metode yang digunakan untuk memproduksi produk). "1E" mewakili Lingkungan (lingkungan tempat produk diproduksi). 4M1E digunakan dalam manajemen kualitas kendaraan. Dalam penerapan 4M1E orang yang terlibat dalam pemecahan masalah menentukan penyebab potensial yang mendasarinya. Selama proses manajemen mutu, sejumlah besar data tentang penyebab masalah biasanya disimpan. Data sering kali tidak digunakan sepenuhnya tetapi mengandung informasi bernilai tinggi. Oleh karena itu, dalam memikirkan masalah perlunya menggunakan data historis untuk melakukan analisis.

Berdasarkan Juran's Quality Handbook, kontrol kualitas dapat didefinisikan sebagai pemeliharaan atau pemulihan status operasi sebagaimana diukur dengan tingkat cacat yang dapat diterima sesuai kebutuhan pelanggan". Ketika pengukuran subjek kontrol berada di luar standar penerimaan yang ditetapkan, diperlukan identifikasi penyebab. Setelah akar penyebab atau penyebab-penyebabnya diidentifikasi, suatu perbaikan harus dilakukan untuk

menghilangkannya. Setelah penyebab dihilangkan, selalu memantau proses sehingga masalah tidak terulang.

1.7 Kerangka Pemikiran

Adapun kerangka pemikiran dari penelitian ini sebagai berikut :



Gambar 1.6 Kerangka pemikiran.

1.7.1 Batasan Penelitian

Pada penelitian yang dilakukan memerlukan ruang lingkup dan fokus kajian yang terarah. Oleh karena itu, penelitian perlu diberi Batasan agar kajian dapat terfokus dan menghasilkan penelitian yang baik. Adapun Batasan masalah dalam penelitian sebagai berikut :

1. Data historis *defect* kualitas didapat dari Perusahaan PT Inti Pantja Press Industri di tahun 2023.
2. Penelitian hanya berfokus pada peningkatan kualitas dan produktifitas Perusahaan menggunakan Six Sigma dan analisis permasalahan menggunakan 4M1E.
3. Data Perusahaan yang bersifat *confidential* tidak dicantumkan.

1.8 Hipotesis

Berdasarkan penelitian Xu et al., (2018) dalam pengendalian kualitas penyebabnya dibagi menjadi 5 faktor yaitu *man, method, machine, material, dan environment*.

1. *Man*

Salah satu faktor yang menyebabkan ketidakstabilan kualitas *spot welding* adalah proses dilakukan secara manual dan mengandalkan tenaga manusia sehingga menyebabkan variasi dan inkonsistensi dalam hasil. Selain itu adanya henkaten juga menyebabkan hasil yang tidak sesuai dengan kualitas.

2. *Machine*

Mesin yang digunakan dalam proses jika tidak sesuai dengan standar yang ditentukan akan mempengaruhi hasil komponen yang dibuat.

3. *Method*

Metode cek kualitas *welding* yang tidak sesuai menyebabkan produk / komponen yang dibuat tidak mempunyai garansi kualitas dan tidak bisa mendeteksi komponen yang *defect* sehingga berpotensi *outflow* ke *next customer*.

4. *Material*

Jenis dan kualitas material yang tidak sesuai akan mengakibatkan kekuatan las yang berkurang sehingga berefect pada *defect spot welding*.

5. *Environment*

Faktor lingkungan seperti suhu akan mempengaruhi stabilitas proses. Suhu yang tidak sesuai standar akan mempengaruhi kontraksi logam ketika *welding*.

Berdasarkan dasar pengendalian kualitas menggunakan 4M1E. Menghilangkan variasi *defect* diperlukan analisa sebab akibat berdasarkan 4M1E untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah sebagai dasar untuk melakukan perbaikan. Keberhasilan perbaikan diukur dengan perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan. Oleh karena itu hipotesis pada penelitian ini yaitu :

H0: Tidak ada perbedaan signifikan dalam *defect spot welding* sebelum dan sesudah perbaikan.

H1: Ada perbedaan signifikan dalam *defect spot welding* sebelum dan sesudah perbaikan.

1.9 Definisi Konseptual dan Definisi Operasional

Variabel penelitian ini terdiri dari variabel dependen (*Defect Spot Welding*). *Defect Spot Welding* merupakan *defect* yang terjadi dikarenakan proses *Spot Welding* seperti spot lepas, spot meleset, dan spot yang kurang, sehingga produk yang dihasilkan tidak memenuhi standar kualitas. *Defect Spot Welding* dipengaruhi oleh variabel independen (*man, machine, method, material, environtment*). Berikut penjelasan variable independent :

Tabel 1.2 Penjelasan variabel independen.

No	Variabel Independen	Definisi	Indikator
1	<i>Man</i>	Orang yang memproduksi komponen / produk	1. <i>Positioning</i> sudut <i>gun</i> terhadap <i>part</i> . 2. <i>Henkaten manpower</i> .
2	<i>Machine</i>	Peralatan utama yang digunakan ketika proses	1. <i>Jig</i> yang digunakan. 2. Mesin yang

No	Variabel Independen	Definisi	Indikator
		produksi	digunakan. 3. Parameter
3	<i>Method</i>	Aturan / ketentuan yang dilakukan dalam proses produksi	1. Acuan posisi <i>tagane</i> dan <i>cutting check</i> .
4	<i>Material</i>	Bahan yang digunakan untuk membuat komponen / produk dan yang digunakan ketika proses produksi	1. Spesifikasi <i>sheet material</i> . '2. Spesifikasi <i>material electrode</i> .
5	<i>Environtment</i>	Lingkungan tempat komponen / produk di produksi	'1. Temperatur suhu <i>line welding</i> .

1.10 Metode Penelitian

1.10.1 Research type

Penelitian ini menggunakan tipe penelitian kuantitatif terapan yang berfokus untuk melakukan *improvement* untuk meningkatkan level kualitas dengan mengurangi variasi *defect spot welding* untuk memecahkan masalah nyata yang ada di Perusahaan berdasarkan data historis *defect* kualitas.

1.10.2 Variabel Penelitian

Adapun penjelasan variabel yang digunakan pada penelitian ini :

1. Variabel Independen : variabel yang mempengaruhi / menyebabkan perubahan di variabel dependen.
2. Variabel Dependen : variabel tetap yang di pengaruhi variabel independen.

Variabel penelitian ini terdiri dari variabel dependen (*Defect Spot Welding*). *Defect Spot Welding* merupakan *defect* yang terjadi dikarenakan *proses Spot Welding* seperti *spot* lepas, *spot* meleset, dan *spot* yang kurang, sehingga produk yang dihasilkan tidak memenuhi standar kualitas. *Defect Spot Welding*

dipengaruhi oleh variabel independen (*man, machine, method, material, environment*).

1.10.3. Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan sumber data primer dan sekunder

1. Data Primer

Data primer diperoleh dengan observasi secara langsung dengan *genba* terkait aktifitas produksi dan penyebab produk cacat.

2. Data Sekunder

Data sekunder yang bersumber dari data yang sudah di simpan oleh *quality section* dalam bentuk dokumentasi laporan *defect Quality Section*. Data yang diambil merupakan data historis *defect* kualitas yang terjadi pada tahun 2023 dalam bentuk nama *defect* dan kuantitas *defect*.

1.10.4 Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian diperoleh dari dokumen dari *Quality Section* terkait *defect* kualitas yang ada di Perusahaan dan melakukan pembobotan sesuai faktor yang ada di internal Perusahaan yaitu *Claim Performance*, *Claim Cost*, Waktu Cek, Tingkat kesulitan metode cek, *Corporate Image*, dan *Quantity Defect*.

1.10.5 Populasi dan Sampel

Populasi dari penelitian ini adalah seluruh *defect* kualitas yang tercatat di perusahaan pada tahun 2023. Data tahun 2023 merupakan data terbaru yang terdokumentasi dan tervalidasi oleh bagian *Quality Assurance* yang digunakan untuk menggambarkan kondisi nyata / *baseline* sebelum dilakukan perbaikan. Data dari perusahaan pada tahun 2023 menunjukkan *defect spot welding* populasinya berjumlah 150 pcs. Adapun penelitian ini menggunakan metode *non*

probability sampling dengan menggunakan Teknik sampling *Purposive Sampling*,

Sampel yang digunakan harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

1. Jenis *defect* kualitas *spot welding*.
2. Tercatat di laporan dokumen kualitas di *Quality Section*.
3. *Defect* kualitas yang terjadi pada tahun 2023.

Berdasarkan diagram pareto *problem*, sampel yang digunakan penelitian ini adalah *defect* yang paling dominan yaitu *spot welding* seperti spot lepas, spot meleset dan spot kurang. Sehingga total sampel nya yaitu sejumlah 150 pcs.

1.10.6 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data bertujuan agar data yang diperoleh sesuai dengan kebutuhan. Analisis data berguna untuk memberikan Solusi terkait permasalahan penelitian yang dilakukan sehingga analisisnya mendapatkan kesimpulan atau hipotesis. Teknik yang dilakukan mengacu kepada prinsip yang ada pada Six Sigma. Analisis dilakukan dengan melihat kondisi yang ada saat ini diperusahaan yang menjadi penyebab terjadinya *defect spot welding* menggunakan *fault tree analysis*. Langkah pendekatan yang dilakukan sesuai dengan prinsip Six Sigma yaitu menggunakan DMAIC. Selain itu penelitian ini dilakukan dengan menggunakan teknik statistik sebagai berikut :

1. Uji Normalitas

Uji Normalitas digunakan untuk mengetahui data berdistribusi normal atau tidak. Data distribusi normal yaitu nilai probabilitas > nilai signifikansi (0,05), jika nilai probabilitas < nilai signifikansi (0,05) maka data tidak distribusi normal.

2. Uji Hipotesis

Pada penelitian ini uji hipotesis menggunakan *paired sample t test* atau *paired sample Wilcoxon signed test*. *Paired sample t test* merupakan metode untuk menguji keefektifan peristiwa dengan melihat perbedaan rata-rata sebelum dan sesudah dengan asumsi sebaran data yaitu normal (Widiyanto, 2013). Uji *Wilcoxon signed rank test* digunakan untuk data yang tidak berdistribusi normal (Sugiyono, 2013).

Paired sample t test dan *Wilcoxon signed rank test* merupakan uji beda 2 sampel berpasangan. Sampel diuji 2 kali di waktu yang berbeda atau dalam penelitian ini adalah sebelum dan sesudah perbaikan. Dasar pengambilan untuk menerima atau menolak H_0 pada uji ini sebagai berikut:

- a. Jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka H_1 diterima atau H_0 ditolak.
- b. Jika nilai signifikansi $> 0,05$ maka H_1 ditolak atau H_0 diterima.

Pengujian ini digunakan untuk membuktikan apakah angka DPMO berbeda secara signifikan antara sebelum dan sesudah perbaikan.

Penelitian ini menggunakan alat bantu SPSS untuk uji *paired sample t test* jika sebaran datanya normal dan menggunakan uji *Wilcoxon signed rank test* jika sebaran data tidak distribusi normal.