

**PERANCANGAN USULAN PERBAIKAN PROSES ASSY SPOT WELDING PADA
PRODUK GUIDE COMP LEVEL K1AA DI PT. SINAR TERANG LOGAM JAYA
MENGUNAKAN TAHAPAN DMAI**

**PLANNING PROPOSED IMPROVEMENT ASSY SPOT WELDING PROCESS IN
PRODUCT GUIDE COMP LEVEL K1AA IN PT. SINAR TERANG LOGAM JAYA
USING DMAI STAGE**

Dhea Bestari A.P¹, Ir. Marina Yustiana Lubis, M.Si², Heriyono Lalu, S.T., M.T³

^{1,2,3}Program Studi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹dhebestari98@gmail.com, ²marinayustianalubis@telkomuniversity.ac.id, ³heriyonolalu@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT. Sinar Terang Logam Jaya merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri manufaktur yang memproduksi berbagai macam suku cadang (*spare part*) khusus untuk kendaraan sepeda motor. Salah satu produknya adalah Guide Comp Level K1AA. Untuk produk Guide Comp Level K1AA dalam proses produksi produk Guide Comp Level K1AA terdapat banyak menghasilkan defect. Penelitian ini berfokus pada proses assy spot welding yang memiliki jumlah defect tertinggi. Berdasarkan data historis perusahaan pada Januari 2019 – Desember 2019 terdapat rata-rata defect yang dihasilkan sebesar 5,08% yang menandakan bahwa proses produksi belum berjalan dengan optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas untuk proses produksi Guide Comp Level K1AA menggunakan metode Six Sigma dengan pendekatan DMAIC. Berdasarkan data historis perusahaan dapat diketahui bahwa level sigma berada pada rata-rata 3,8 sigma dan masih dibawah 6 sigma. Untuk tahap define, membahas tentang Critical To Quality (CTQ) produk dan proses, kemudian alur proses produksi. Untuk tahap measure. Membahas tentang stabilitas proses (peta kendali-p) dan kapabilitas proses. Tahap analyze membahas tentang, analisis akar penyebab menggunakan fishbone diagram dan 5Why's, serta melakukan prioritas perbaikan menggunakan FMEA. Untuk meminimasi defect, maka rancangan usulan perbaikan yang dilakukan adalah dengan memberikan alarm sistem kerja otomatis.

Kata Kunci: Guide Comp Level K1AA, Six Sigma, Cacat, DMAIC

Abstract

PT. Sinar Terang Logam Jaya is a company engaged in the manufacturing industry that manufactures various kinds of spare part specifically for motorcycle vehicles. One product is Guide Comp Level K1AA. For product Guide Comp Level K1AA in the process of producing Guide Comp Level K1AA there are many defects. This research focuses on the spot welding process which has the highest number of defect. Based on historical data of the company in Januari 2019 – December 2019, there was an average defect of 5.08%, indicating that the production process was not running optimally.

This research aims is to improve the quality of product Guide Comp Level K1AA using the Six Sigma method with the DMAIC approach. Based on the company's historical data it can be seen that the six sigma level is at an average of 3.8 sigma and is still below 6 sigma. For the define phase discuss about, Critical To Quality (CTQ) product and process, then the production process flow. For the measuring phase discuss about, the process stability (p-control chart) and process capability. For the analyze phase discuss about, root cause analysis using fishbone diagram and 5Why's, as well as prioritizing improvement using FMEA. To minimize defects, the improvement is to provide an alarm working system automatic.

Keyword: Guide Comp Level K1AA, Six Sigma, Defect, DMAIC

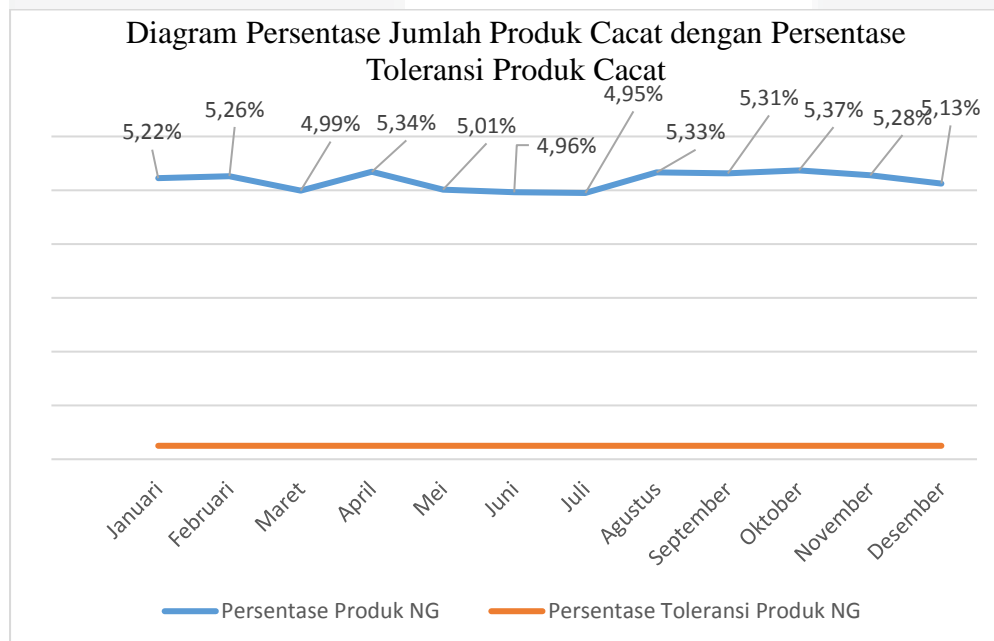
1. Pendahuluan

PT. Sinar Terang Logam Jaya merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri manufaktur yang memproduksi berbagai macam suku cadang (*spare part*) khusus untuk kendaraan sepeda motor. Salah satu produknya adalah Guide Comp Level K1AA. Pada tabel 1 disajikan data realisasi produksi produk Guide Comp Level K1AA pada periode produksi Januari 2019-Desember2019, sebagai berikut:

Tabel 1 Data Realisasi Produksi dan Jumlah Produk Cacat Guide Comp Level K1AA

Bulan	Realisasi Produksi	Jumlah Produk Cacat	Persentase Produk Cacat	Persentase Toleransi Produk Cacat
Januari	72453	3597	5,22%	0,25%
Februari	71438	3572	5,26%	0,25%
Maret	73420	3490	4,99%	0,25%
April	69870	3543	5,34%	0,25%
Mei	72875	3478	5,01%	0,25%
Juni	74658	3529	4,96%	0,25%
Juli	68743	3242	4,95%	0,25%
Agustus	62563	3167	5,33%	0,25%
September	60125	3033	5,31%	0,25%
Oktober	64547	3289	5,37%	0,25%
November	68976	3457	5,28%	0,25%
Desember	70576	3442	5,13%	0,25%

Berdasarkan gambar 1 dapat diketahui bahwa persentase produk cacat yang terjadi selalu melebihi batas toleransi produk cacat yang sudah ditetapkan oleh perusahaan yaitu sebesar 0,25%. Dan dapat diketahui berdasarkan data realisasi produksi pada tabel 1 bahwa proses produksi belum berjalan baik. Dalam mengatasi permasalahan tersebut, selama ini perusahaan hanya melakukan proses *rework* terhadap produk yang masih dapat di *rework*, tanpa melakukan adanya perbaikan proses sehingga terus menghasilkan produk cacat.



Gambar 1 Diagram Persentase Jumlah Produk Cacat dengan Persentase Toleransi Produk Cacat

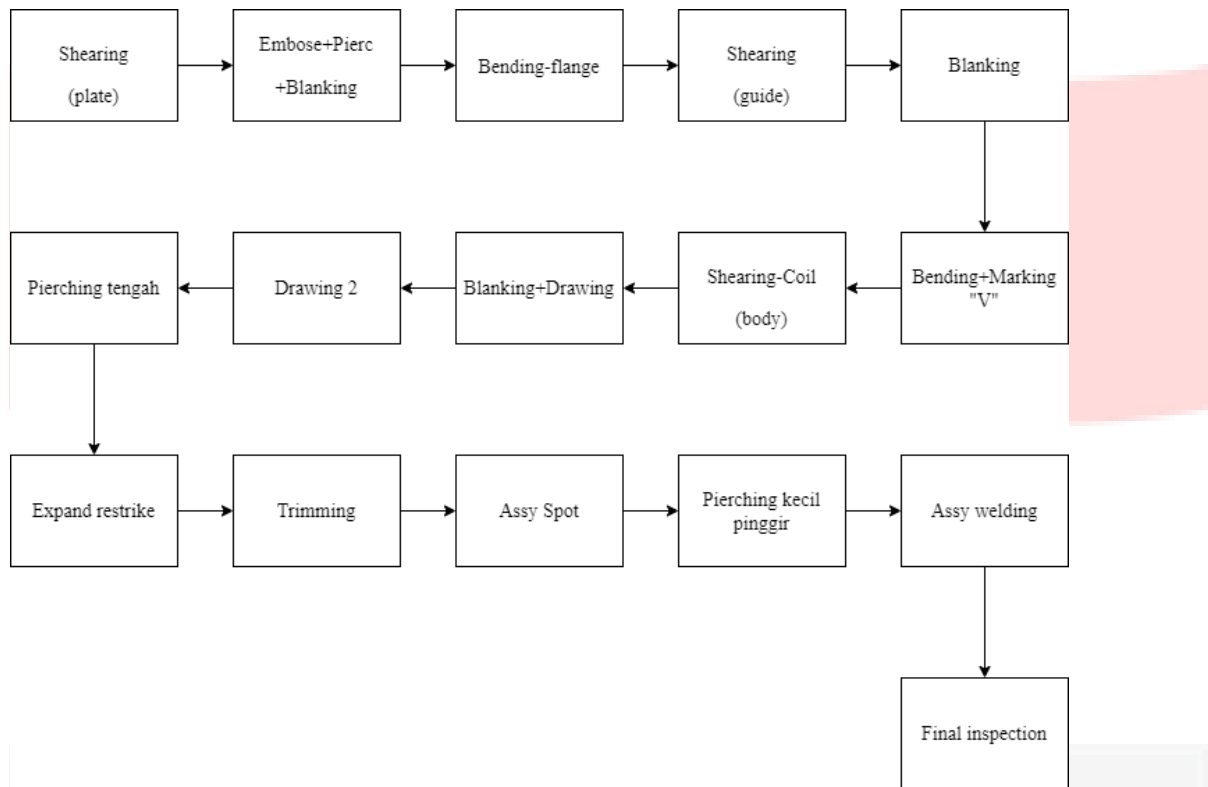
Berdasarkan data produksi selama periode Januari 2019-Desember 2019, terdapat 5 (lima) jenis produk cacat yang terjadi pada proses produksi Guide Comp Level K1AA. Cacat produk tersebut terjadi dikarenakan tidak memenuhi *Critical to Quality (CTQ)* yang sudah ditetapkan oleh perusahaan seperti pada tabel 2, tabel 3 merupakan informasi mengenai jenis cacat yang terdapat pada produk Guide Comp Level K1AA, sebagai berikut:

Tabel 2 CTQ Produk

No	CTQ	Keterangan
1.	Panjang produk sesuai dengan standar yang telah ditentukan.	Panjang total: 1219 mm \pm 1 mm
2.	Diameter produk sesuai dengan standar yang telah ditentukan.	Diameter: Diameter terluar : 62 mm \pm 0.7 mm Diameter tengah : 38 mm \pm 0.7 mm Diameter dalam : 8 mm \pm 0.5 mm
3.	Terdapat hasil welding sesuai dengan standar yang telah ditentukan.	Hasil spot welding yang dihasilkan tegak lurus $\pm 1^\circ$. (miring)
4.	Terdapat hasil welding sesuai dengan standar yang telah ditentukan	Tidak terdapat hasil spot welding yang melebihi raw material. Tepi ruas kanan dan kiri tegak lurus antara plate dan guide. Tidak terdapat hasil spot welding yang menggompal. Tidak terdapat hasil pengelasan yang melebihi 2 titik spot.
5.	Terdapat profile yang sesuai dengan standar yang telah ditentukan.	Profile guide sejajar dengan hole body
6.	Terdapat profile guide yang sesuai dengan standar yang telah ditentukan.	Menekukan sisi kanan kiri profile guide secara simetris.

Tabel 3 Jenis Cacat Guide Comp Level K1AA

Jenis Cacat	Deskripsi
Gompal	Terdapat hasil las yang menggompal pada sambungan antara plate bodi dengan bagian guide.
Miring	Ketidaksesuaian posisi tegak lurus antara bagian plate body dengan plate guide yang mengakibatkan produk menjadi miring.
Terbalik	Terdapat hasil sambungan yang terbalik, sambungan tidak pada tempat semestinya.
Tembus/bolong	Terdapatnya hasil sambungan yang tembus melebihi ketebalan material, sehingga produk terdapat lubang.
Keropos	Material keropos dikarenakan terjadinya <i>overheat</i> pada saat proses pengelasan



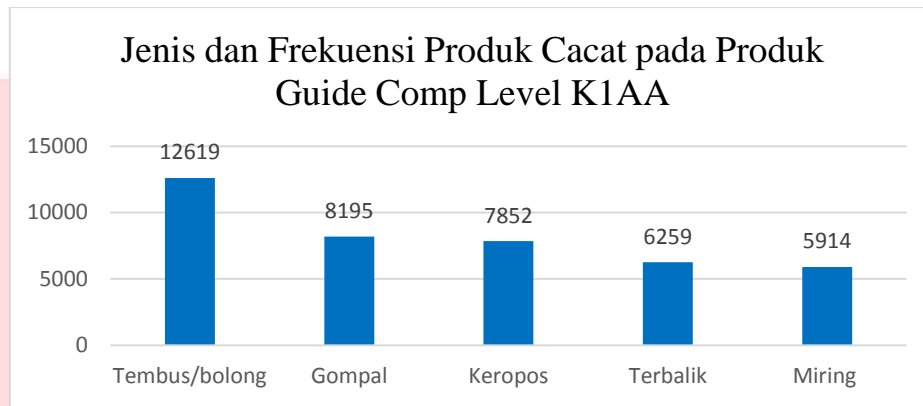
Gambar 2 Alur Proses Produksi Produk Guide Comp Level K1AA

Selanjutnya dalam memproduksi produk Guide Comp Level K1AA terdapat 16 (enam belas) tahapan proses seperti pada gambar 3, Untuk mengetahui kinerja proses maka dilakukan perhitungan kapabilitas proses, seperti pada tabel I.6 sebagai berikut:

Tabel 4 Kapabilitas Proses

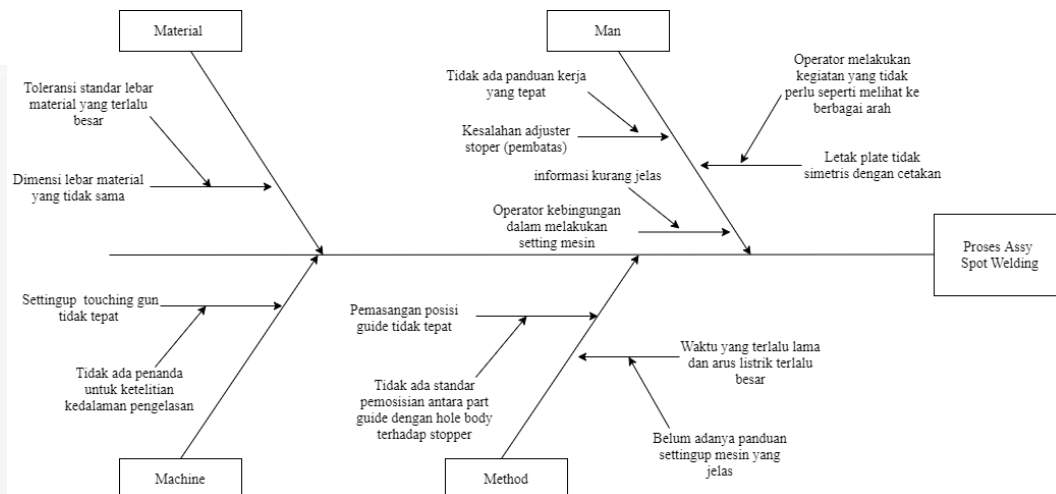
Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Produk Defect	DPO	DPMO	Level Sigma
Januari	72453	3597	0,008274	8274,33	3,896585
Februari	71438	3572	0,008334	8333,567	3,89397
Maret	73420	3490	0,007922	7922,455	3,912468
April	69870	3543	0,008451	8451,41	3,888815
Mei	72875	3478	0,007954	7954,26	3,911008
Juni	74658	3529	0,007878	7878,147	3,914512
Juli	68743	3242	0,00786	7860,194	3,915343
Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Produk Defect	DPO	DPMO	Level Sigma
Agustus	62563	3167	0,008437	8436,829	3,889449
September	60125	3033	0,008407	8407,484	3,890729
Oktober	64547	3289	0,008493	8492,52	3,887031
November	68976	3457	0,008353	8353,147	3,893109
Desember	70576	3442	0,008128	8128,353	3,903101
Rata-Rata	69187	149160	0,008208	8207,725	3,899677

Dapat diketahui, berdasarkan tabel 3 bahwa kinerja proses produksi Guide Comp Level K1AA berada pada level rata-rata sigma 3,8 sigma, dan setara dengan nilai DPMO sebesar rata-rata 8207,725 (terdapat 8207,725 cacat per 1.000.000 produk). Gambar 3 merupakan histogram yang mempresentasikan jenis dan frekuensi produk cacat pada produk Guide Comp Level K1AA, sebagai berikut:



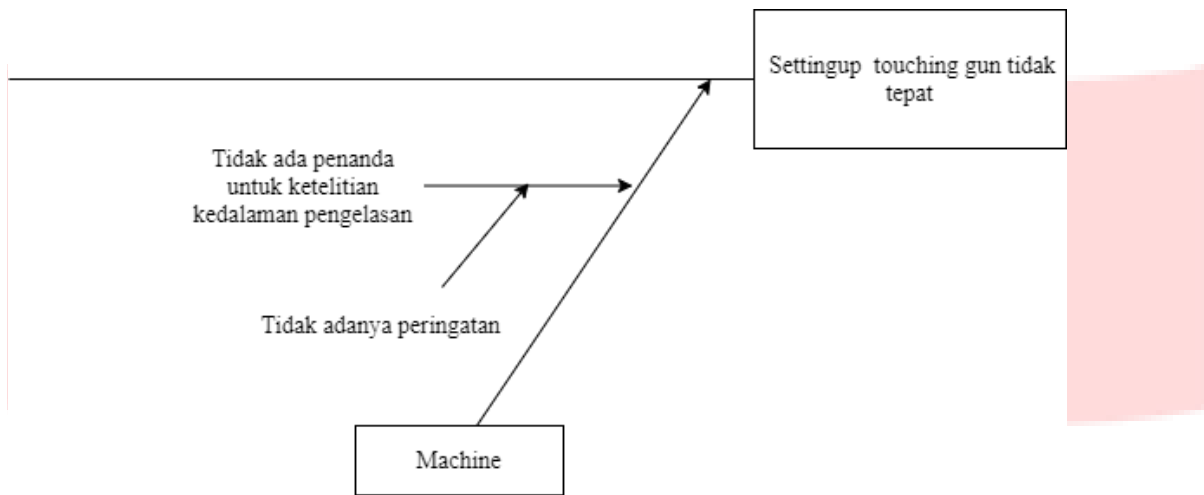
Gambar 3 Jenis dan Frekuensi Produk Cacat pada Produk Guide Comp Level K1AA

Selanjutnya, berdasarkan gambar 3 dapat diketahui bahwa cacat yang sering terjadi yaitu cacat tembus bolong, yang terdapat pada proses assy spot welding. Kemudian untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan proses bermasalah pada proses assy spot welding langkah selanjutnya dengan melakukan analisis menggunakan fishbone diagram seperti pada gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 4 Fishbone diagram Proses Assy Spot Welding

Pada penelitian ini akan difokuskan untuk perbaikan akar penyebab utama cacat tembus/bolong, yaitu pada faktor *machine*, dengan fishbone diagram seperti pada Gambar 5.



Gambar 5 Fishbone Penyebab defect tembus/bolong

Selanjutnya setelah melakukan tahap *define, measure, analyze*, terhadap proses yang bermasalah dalam produksi produk Guide Comp Level K1AA, maka akan dilakukan rancangan usulan perbaikan pada proses *assy spot welding*. Sehingga berdasarkan uraian permasalahan diatas, maka akan dilakukan penelitian dengan judul **“PERANCANGAN USULAN PERBAIKAN PROSES ASSY SPOT WELDING PADA PRODUK GUIDE COMP LEVEL KIAA DI PT. SINAR TERANG LOGAM JAYA MENGGUNAKAN PENDEKATAN DMAI”**

2. Landasan Teori

2.1 Kualitas

Kualitas merupakan kesesuaian suatu produk atau layanan dengan spesifikasi yang sudah ditentukan sesuai dengan kebutuhan konsumen. [4]

2.2 Six Sigma

Six Sigma merupakan *tools* untuk peningkatan proses dan kontrol kualitas. Dalam arti lain *six sigma* juga merupakan sebuah metodologi proses yang terstruktur, disiplin, berbasis data untuk meningkatkan kinerja bisnis. Berdasarkan arti statistik, proses *six sigma* adalah proses yang menghasilkan 3,4 *defective part per million opportunities*. [8]

2.3 DMAIC

Untuk mengatasi masalah yang terkait dengan proses, *six sigma* menggunakan metodologi 5 (lima) tahap yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve, and Control* (DMAIC), dengan tujuan dapat memahami dan mengevaluasi akar penyebab masalah pada proses produksi tersebut. [2]

2.4 Critical to Quality (CTQ)

Critical to Quality (CTQ) adalah karakteristik suatu produk atau layanan yang sangat penting untuk memastikan kepuasan pelanggan. [6]

2.5 Peta Kendali-p

Peta kendali merupakan grafik garis yang digunakan untuk menilai stabilitas dari suatu proses berdasarkan prinsip distribusi normal. Peta kendali memiliki tiga garis, diantaranya yaitu garis pusat (*Center Line*), garis batas kontrol atas (*Upper Control Limit*), dan garis batas kontrol bawah (*Low Control Limit*). [8]

2.6 Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses merupakan study yang mempelajari bagaimana hubungan antara proses (batas kontrol) dan pelanggan (spesifikasi), untuk membantu perusahaan dalam menentukan apakah rata-rata proses harus digeser atau variasi dikurangi. [7]

2.7 Cause and Effect Diagram

Cause and Effect Diagram adalah *tools* yang digunakan untuk mengidentifikasi secara sistematis membuat daftar berbagai penyebab yang berkaitan dengan efek dari suatu proses yang tidak terkendali. [5]

2.9 Quality Function Deployment (QFD)

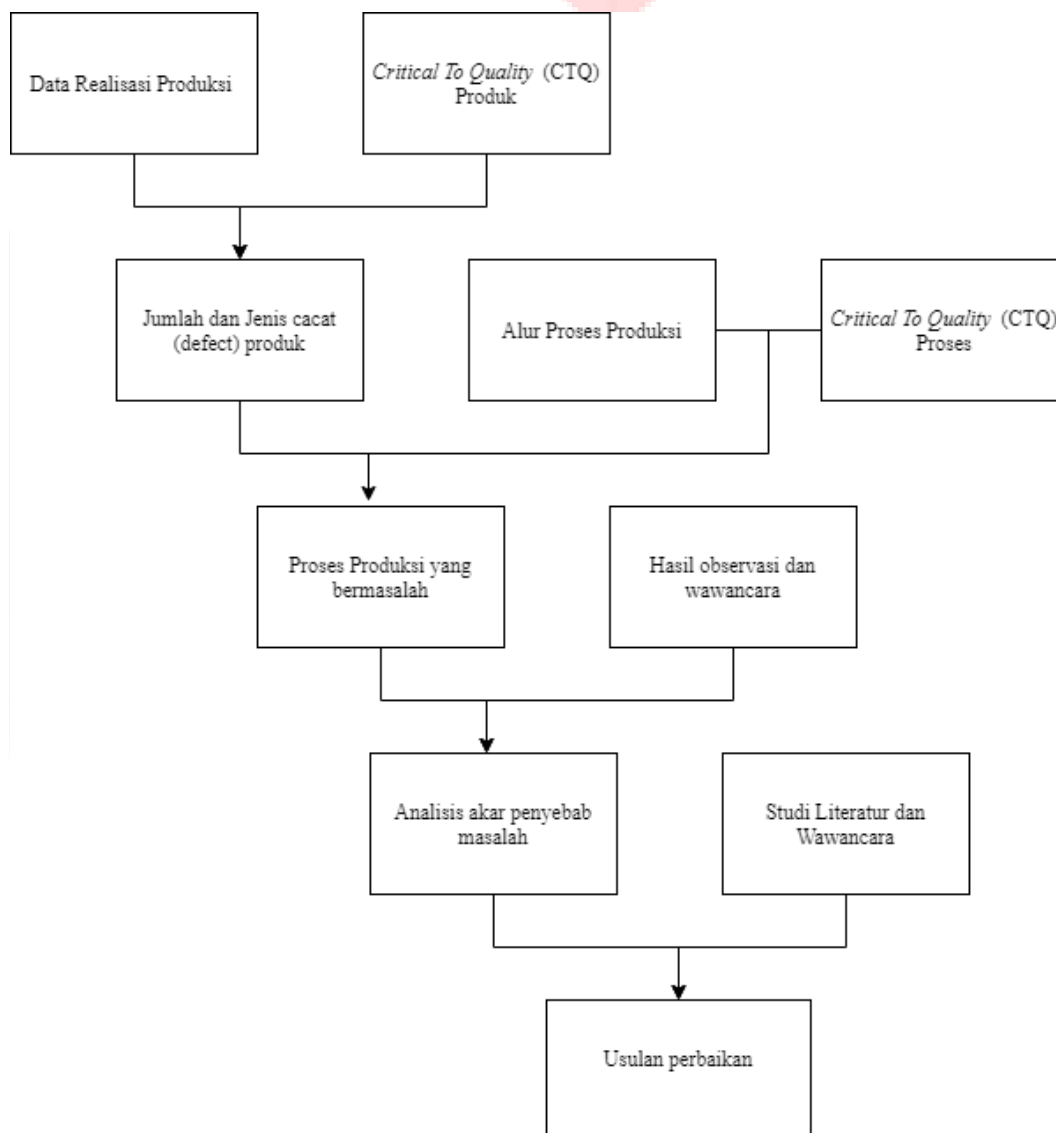
Quality Function Deployment (QFD) merupakan sebuah sistem untuk menerjemahkan persyaratan pelanggan menjadi persyaratan perusahaan yang sesuai di setiap tahap, dari penelitian hingga desain dan pengembangan produksi hingga manufaktur, distribusi, instalasi, dan pemasaran, penjualan, dan jasa. [2]

2.8 Jidoka

Jidoka adalah otomatisasi dengan sentuhan manusia, dengan menggunakan manusia untuk memastikan keandalan, fleksibilitas, dan presisi ke dalam suatu proses. [3]

3. Metodologi Penelitian

Model konseptual merupakan gambaran alur penelitian yang dapat diketahui hubungan antar variabel-variabel yang terdapat dalam penelitian. Gambar 5 merupakan penggambaran model konseptual dalam penelitian ini:



Gambar 6 Model konseptual

4. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada analisis ini akan diberikan rancangan usulan perbaikan terhadap proses *assy spot welding* pada produksi produk Guide Comp Level K1AA, sebagai berikut:

Tabel 5 Analisis Masalah Pada Proses Assy spot welding

Permasalahn	Faktor	Penyebab masalah	Usulan perbaikan
Defect tembus/bolong	Machine	<i>Settingup touching gun</i> tidak tepat	Merancang alarm sistem kerja otomatis

4.1 Perancangan Alarm Sistem Kerja Otomatis

4.1.2 Concept Development

A. Identifikasi Peluang Pengembangan

Pada tahap pengembangan produk, langkah pertama yang dilakukan yaitu dengan mengidentifikasi peluang pengembangan produk tersebut dengan membuat *mission statement*. *Mission statement* ini berisi rangkuman untuk *developer* dalam melakukan pengembangan produk. Tabel IV.3 merupakan *mission statement* perancangan alarm sistem kerja otomatis.

Tabel 6 Mission statment

<i>Mission Statement</i>	
Product Description	Alat bantu alarm sistem kerja otomatis
Benefit Proposition	Alat bantu ini akan melakukan sistem kerja otomatis dengan bantuan sensor yang akan mendeteksi keberadaan raw material.
Key Business Goal	Untuk mencegah terjadinya ketidaksesuaian hasil welding dengan spesifikasi yang sudah ditentukan.
Primary Market	PT. XYZ
Secondary Market	PT. XYZ
Asumption and Constraint	Dapat mendeteksi keberadaan raw material dan melakukan proses welding secara optimal
Stakeholder	PT. XYZ

B. Identifikasi *Cutomer Needs*

Pada tahap ini dilakukan proses mengumpulkan dan mengidentifikasi kebutuhan yang diperlukan dalam melakukan pengembangan produk. Tabel 7 merupakan *customer needs* pada perancangan alarm sistem kerja otomatis.

Tabel 7 Cutomer Needs

No	Customer Needs	Operator			Importance (5 is the best)
		1	2	3	
1.	Performance				
	Produk memiliki ketepatan mendeteksi rawmat	5	5	5	5
2.	Feature				
	Produk memiliki peringatan cahaya	4,5	5	3,5	4,5
	Produk memiliki peringatan suara	5	4,5	3,5	4,5
	Produk memiliki sistem otomatis	5	5	5	5
3.	Conformance				
	Produk mudah dioperasikan	4	4	4	4
	Produk memiliki ukuran yang ideal	3,5	3,5	3,5	3,5
4.	Durability				
	Produk memiliki ketahanan yang baik	4	4	4	4
5.	Serviceability				
	Produk dapat mudah diperbaiki	3,5	3,5	3,5	3,5

C. Identifikasi *Technical Responses*

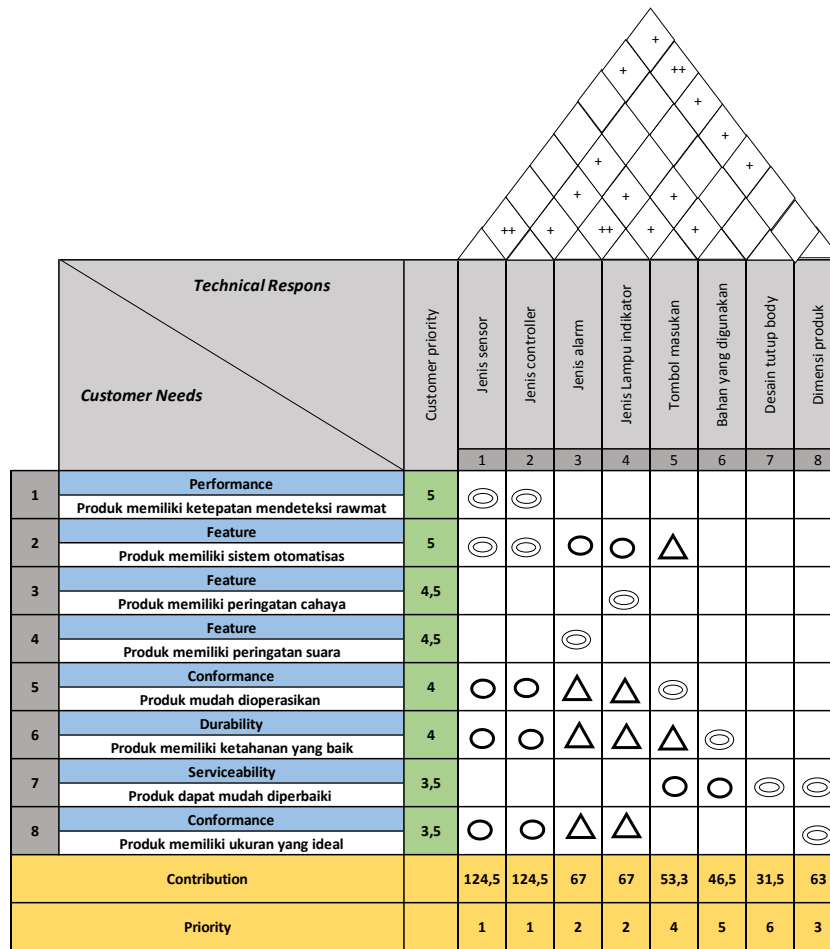
Pada tahap ini dilakukan identifikasi *technical responses* terhadap *customer needs* yang dilakukan berdasarkan studi di lapangan. Tabel 8 merupakan tabel *technical responses*

Tabel 8 Technical Responses

No	Customer Needs	Technical Responses
1.	Performance	
	Produk memiliki ketepatan mendeteksi rawmat	Jenis sensor
2.	Feature	
	Produk memiliki peringatan cahaya	Jenis lampu indikator
	Produk memiliki peringatan suara	Jenis alarm
3.	Produk memiliki sistem otomatis	Jenis controller
	Conformance	
	Produk mudah dioperasikan	Tombol masukan
	Produk memiliki ukuran yang ideal	Dimensi produk
4.	Durability	
	Produk memiliki ketahanan yang baik	Bahan yang digunakan
5.	Serviceability	
	Produk dapat mudah diperbaiki	Desain tutup body

D. Matriks *House Of Quality* (HOQ)

Pada tahap ini akan dilakukan proses menentukan hubungan antara *customer needs* dengan *technical responses* dan *technical corelation*. Gambar 7 merupakan matriks HOQ pada perancangan alarm sistem kerja otomatis Berdasarkan tabel 8 tersebut, maka diperlukann adanya perbaikan dengan membuat sistem kerja otomatis dengan menggunakan sensor dan alarm. Dimana nantinya sistem kerja yang terotomatisasi tersebut digunakan agar *touching gun* saat melakukan proses *welding* tidak akan melebihi ketebalan *raw material* lagi, dan dapat mencegah terjadinya produk cacat.



Gambar 7 Matriks HOQ

Berdasarkan gambar 7 dapat diketahui bahwa hubungan keterkaitan antara *customer needs* dengan *technical respons* ditulis menggunakan simbol-simbol yang sudah ditetapkan untuk penggunaan matriks HOQ. Dari gambar 7 tersebut dapat disimpulkan bahwa *Relative Weight* tertinggi dan paling penting yaitu dengan kebutuhan produk dapat memiliki ketepatan mendeteksi *rawmat* dan memiliki sistem otomatis dengan *technical respons* jenis sensor dan jenis *controller* yang digunakan.

E. Target Spesifikasi Produk

Pada tahap ini dapat diketahui target spesifikasi produk berdasarkan *customer needs* dan *technical responses* yang terdapat pada matriks HOQ, dimana terdapat 8 atribut karakteristik teknis yang diterjemahkan ke dalam target spesifikasi produk. Tabel 9 merupakan tabel target spesifikasi produk alarm sistem kerja otomatis.

Tabel 9 Target Spesifikasi Produk

No	Technical Responses	Metric	Value	Unit
1.	Jenis sensor	Fungsional	2	Buah
2.	Jenis lampu indikator	Fungsional	1	Buah
3.	Jenis alarm	Fungsional	1	Buah
4.	Jenis controller	Fungsional	1	Buah
5.	Tombol masukan	Fungsional	2	Buah
6.	Bahan yang digunakan	Material	Custom	-
7.	Desain tutup body	Desain	Custom	-
8.	Dimensi produk	Panjang, lebar, tinggi	10-100	cm

4.1.2 Concept Generation

Pada tahapan ini selanjutnya akan dimulai dengan melakukan *concept generation*, dimana *concept generation* merupakan gambaran dari teknologi, prinsip kerja, dan bentuk geometris suatu produk dan bagaimana produk tersebut dapat memuaskan customer needs (Ulrich & Steven, 2015, hal 118).

4.1.3 Concept Screening

Pada tahap ini selanjutnya dilakukan penentuan konsep terbaik dengan memberikan nilai pada tabel concept screening matrix. Untuk kriteria penilaian yaitu, nilai “+” artinya lebih baik, nilai “0” artinya sama dengan, dan nilai “-“ artinya lebih buruk (Ulrich & Steven, 2015, hal 152).

Tabel 10 Concept Screening

Kriteria	Alternatif konsep		
	A	B	C
Produk memiliki ketepatan mendeteksi rawmat	+	+	-
Produk memiliki peringatan cahaya	+	+	+
Produk memiliki peringatan suara	+	-	+
Produk memiliki sistem otomatis	+	+	+
Produk mudah dioperasikan	+	+	-
Produk memiliki ketahanan yang baik	+	+	-
Produk dapat mudah diperbaiki	+	-	-
Dimensi produk	+	-	-
Sum +	8	5	3
Sum 0	0	0	0
Sum –	0	3	5
Net Score	7	5	3
Rank	1	2	3
Continue?	Yes	No	No

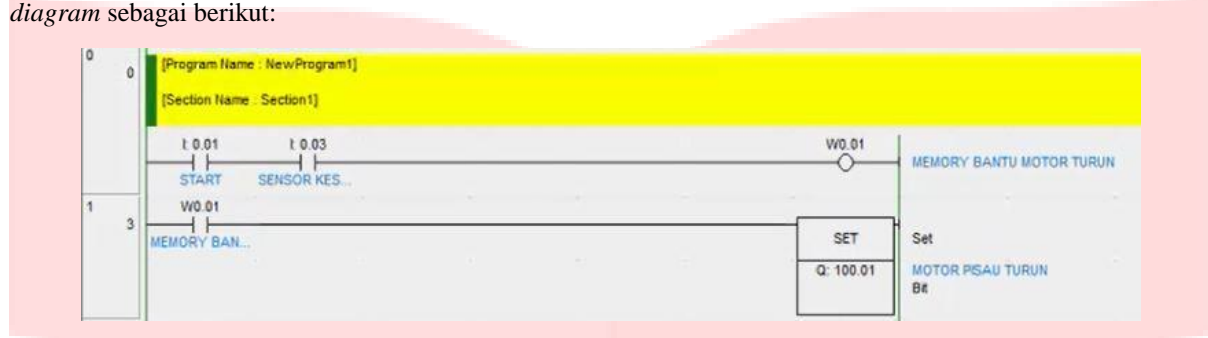
Berdasarkan tabel 10 dapat diketahui bahwa konsep yang terpilih yaitu konsep A dengan konsep terbaik yang akan dikembangkan. Pada kriteria produk memiliki ketepatan mendeteksi rawmat, konsep A dan B lebih baik daripada konsep C. Pada kriteria produk memiliki peringatan, semua konsep sama baiknya karena sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Pada kriteria produk memiliki peringatan suara, konsep A dan konsep C lebih baik daripada konsep B. Pada kriteria produk memiliki sistem otomatis, semua konsep sama baiknya karena sudah memenuhi kebutuhan pelanggan. Pada kriteria produk mudah dioperasikan, konsep A dan konsep B lebih baik daripada konsep C, dengan tombol on/off yang mudah digunakan. Pada kriteria dimensi produk, konsep A lebih baik daripada konsep B dan konsep C.

4.1 Rancangan usulan perbaikan penyebab masalah pada proses assy spot welding



Gambar 8 Rancangan Usulan Alarm Sistem Kerja Otomatis

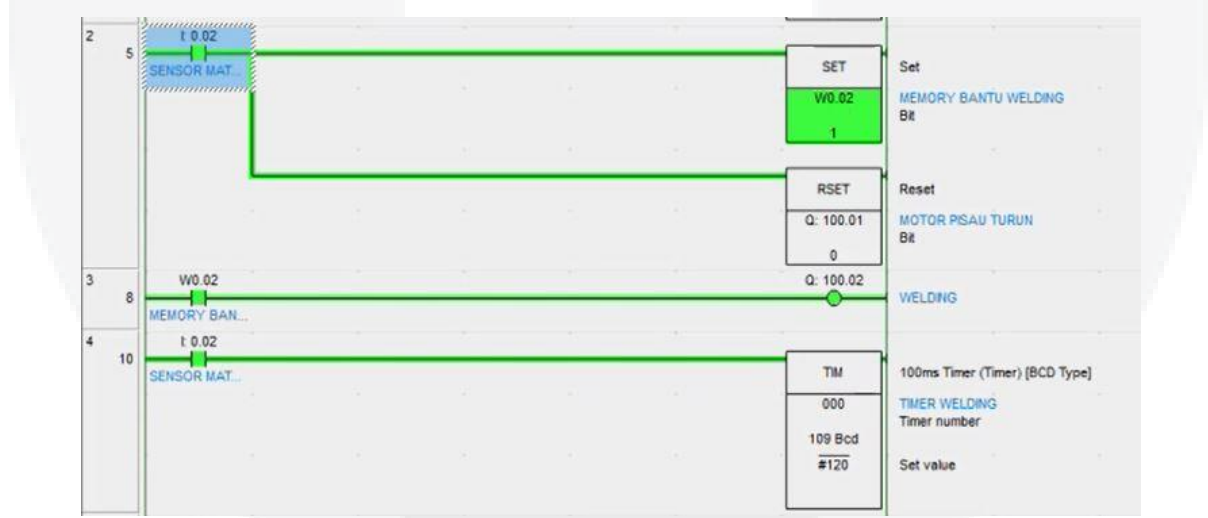
Berdasarkan gambar 6 yang merupakan rancangan usulan alat dengan sistem kerja otomatis menggunakan PLC, lampu indikator, alarm, dan *sensor proximity capacitive* dengan sistem kerja yang digambarkan pada *ladder diagram* sebagai berikut:



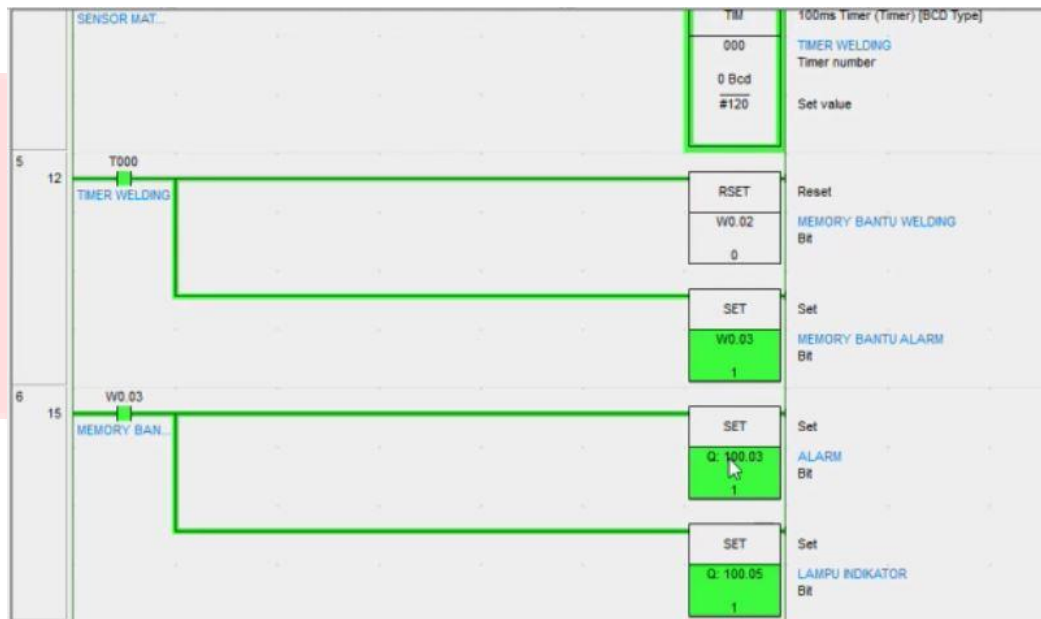
Gambar 9 Ladder diagram Rancangan Usulan



Gambar 10 Simulasi sensor mendeteksi kesesuaian raw material



Gambar 11 Simulasi sensor mendeteksi keberadaan raw material



Gambar 12 Simulasi lampu indikator dan alarm menyala

Pada rung 1 terdapat input berupa start untuk menjalankan sistem. Aliran dari start akan diteruskan ke sensor kesesuaian untuk mendeteksi kesesuaian material dan memicu mata pisau turun sampai sensor material mendeteksi *touching gun* sudah mengenai material, sehingga diharapkan dapat mencegah terjadinya *defect* lebih dini.

Pada rung 5, terdapat input berupa *timer welding* untuk melakukan *timer* terhadap proses *welding* yang sedang berjalan, ketika proses *welding* sudah selesai selama dua belas detik maka akan disimpan di memori bantu alarm.

Pada rung 6, terdapat memori bantu alarm sebagai *input* yang selanjutnya akan memicu alarm dan lampu indikator menyala sebagai *output* yang menandakan bahwa proses *welding* telah selesai. Proses ini akan terus bekerja secara *looping*.

5. Kesimpulan

Rancangan usulan untuk tahapan proses *assy spot welding* adalah dengan pembuatan alarm sistem kerja otomatis untuk mereduksi *defect* tembus/bolong pada produk Guide Comp Level K1AA pada PT. Sinar Terang Logam Jaya

Daftar Pustaka

- [1] Antony, J., Vinodh, S., & Gijo, E. (2016). *Lean Six Sigma for Small and Medium Sized Enterprises*. CRC Press.
- [2] Fiorenzo Franceschini. (2002). *Advanced Quality Function Deployment*. CRC Press.
- [3] Hirano, H. (2019). JIT Implementation Manual. In *JIT Implementation Manual*. Taylor and Francis.
- [4] Kenyon, G. N., & Sen, K. C. (2015). *The Perception of Quality: Mapping Product and Service Quality to Consumer Perceptions*. Springer.
- [5] Mitra, A. (2016). *Fundamentals of Quality Control and Improvement (Fourth)*. Willey
- [6] Munro, R. (2015). *The certified six sigma green belt handbook (Second Edition)*.
- [7] Patel, S. (2016). *The Tactical Guide to Six Sigma Implementation*.
- [8] Zhan, W., & Ding, X. (2016). *CLean Six Sigma and Statistical Tools for Engineers and Engineering*. Momentum Press Engineering.