



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

**PERANCANGAN ALAT BANTU *JIG WELDING* UNTUK
MEMINIMALKAN *DEFECT* PADA *PART BRACKET HM400 BAR*
SUB
(STUDI KASUS PADA PT. MENARA CIPTA METALINDO)**

SKRIPSI

Disusun Oleh:

DEDES BANGKIT MUNAWAR

1132100027

**TEKNIK INDUSTRI
TANGERANG SELATAN**

2025



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

**PERANCANGAN ALAT BANTU *JIG WELDING* UNTUK
MEMINIMALKAN *DEFECT* PADA *PART BRACKET HM400 BAR*
SUB
(STUDI KASUS PADA PT. MENARA CIPTA METALINDO)**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (ST) dalam Ilmu Teknik Industri

Disusun Oleh:

DEDES BANGKIT MUNAWAR

1132100027

**TEKNIK INDUSTRI
TANGERANG SELATAN**

2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Telah Disetujui dan Disahkan sebagai Skripsi

Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST)

Program Studi Teknik Industri

Institut Teknologi Indonesia

Dengan Judul :

**PERANCANGAN ALAT BANTU JIG WELDING UNTUK
MEMINIMALISASI DEFECT PADA PART BRACKET HM400 BAR
(STUDI KASUS PADA PT. MENARA CIPTA METALINDO)**

Tangerang, 2 September 2025

Menyetujui



Dra. Ir. Ni Made Sudri, M.M., M.T., IPM., ASEAN Eng.

Dosen Pembimbing Utama Tugas Akhir

Institut Teknologi Indonesia

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Telah Disetujui dan Disahkan sebagai Skripsi

Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST)

Program Studi Teknik Industri

Institut Teknologi Indonesia

Dengan Judul :

**PERANCANGAN ALAT BANTU JIG WELDING UNTUK
MEMINIMALKAN DEFECT PADA PART BRACKET HM400 BAR
(STUDI KASUS PADA PT. MENARA CIPTA METALINDO)**



Tangerang, 2 September 2025

Menyetujui

Ir. Mega Bagus Herlambang, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.

Ketua Program Studi Teknik Industri

Institut Teknologi Indonesia

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : DEDES BANGKIT MUNAWAR

NRP : 113-21-000-27

Program Studi : Teknik Industri - Institut Teknologi Indonesia

Judul : PERANCANGAN ALAT BANTU JIG WELDING UNTUK
MEMINIMALKAN DEFECT PADA PART BRACKET HM400
BAR SUB

Telah diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri Institut Teknologi Indonesia.

Pembimbing : Dra. Ir. Ni Made Sudri, M.M., M.T.,
IPM., ASEAN Eng.

Pengaji I : Ir. Mega Bagus Herlambang, S.T., M.T.,
Ph.D., IPM., ASEAN Eng.

Pengaji II : Silvia Merdikawati, ST., MT., MBA.,
Ph.D

Pengaji III : Ir. Fandy Valentino, S.T., M.T.

Ditetapkan Di : Institut Teknologi Indonesia

Tanggal : 21 Agustus 2025

KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

(Ir. Mega Bagus Herlambang, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.)

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini menyatakan, bahwa skripsi dengan judul:

PERANCANGAN ALAT BANTU JIG WELDING UNTUK MEMINIMALKAN DEFECT PADA PART BRACKET HM400 BAR SUB

Adalah benar-benar hasil karya penulis sendiri untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri Institut Teknologi Indonesia. Hasil karya penulis bukan merupakan hasil duplikasi dari Skripsi lainnya yang telah dipublikasikan baik di lingkungan Institut Teknologi Indonesia maupun perguruan tinggi lainnya, kecuali pada bagian yang dicantumkan pada bagian referensi serta dinyatakan sumbernya sebagai persyaratan publikasi ilmiah yang telah disidangkan di depan penguji pada tanggal 21 Agustus 2024 dan telah dinyatakan lulus.



Tangerang, 2 September 2025


Dedes Bangkit Munawar
(1132100027)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Institut Teknologi Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dedes Bangkit Munawar
NRP : 113-21-000-27
Program Studi : Teknik Industri - Institut Teknologi Indonesia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi Indonesia Hak Bebas Royalti Non-ekslusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PERANCANGAN ALAT BANTU JIG WELDING UNTUK MEMINIMALIKAN DEFECT PADA PART BRACKET HM400 BAR SUB

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Institut Teknologi Indonesia bebas menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Tangerang
Pada 2. September 2025
Yang Menyatakan



Dedes Bangkit Munawar
(1132100027)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, Saya Panjatkan Puji dan Syukur Kehadirat Allah SWT yang telah banyak melimpahkan hidayah dan berkahnya kepada saya, selain nikmat hidup dan sehatnya bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir. Adapun judul pada Laporan Tugas Akhir yaitu:

“ PERANCANGAN ALAT BANTU JIG WELDING UNTUK MEMINIMALKAN DEFECT PADA PART BRACKET HM400 BAR SUB (STUDI KASUS PADA PT. MENARA CIPTA METALINDO)”

Penulisan Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat dalam memenuhi persyaratan akademis dalam menyelesaikan jenjang pendidikan Strata-1 (S-1) yang dilakukan sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Industri Institut Teknologi Indonesia dalam melakukan penelitian yang dihadapi di PT. MENARA CIPTA METALINDO. Selama kegiatan berlangsung dan mengerjakan laporan, saya ingin berterimakasih kepada pihak-pihak yang telah memberi dukungan dan bimbingannya. Maka dari itu, saya ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Ir. Mega Bagus Herlambang, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri.
2. Ir. Ni Made Sudri, M.M., M.T., IPM., ASEAN Eng. selaku Dosen Pembimbing Program Studi Teknik Industri yang telah memberikan arahan serta masukan yang sangat berarti dalam penyelesaian laporan ini. Terima kasih banyak saya ucapkan kepada ibu atas waktunya untuk memberikan saran, nasihat dan bimbingannya.
3. Bapak Jamalludin, selaku Presiden Direktur PT. Komatsu Indonesia yang telah memberikan saya kesempatan untuk mengikuti Kegiatan MBKM – Magang dan memberikan dukungan selama pengerjaan skripsi.
4. Bapak Arvitanaya, selaku Presiden Direktur PT. Menara Cipta Metalindo yang telah memberikan saya kesempatan untuk mengikuti Kegiatan MBKM – Magang dan memberikan dukungan selama pengerjaan skripsi.
5. Bapak Karmin, selaku *General Manager* PT. Menara Cipta Metalindo yang telah memberikan saya kesempatan untuk mengikuti Kegiatan MBKM – Magang dan memberikan dukungan selama pengerjaan skripsi.

6. Bapak Agus Riyadi, selaku Mentor di PT. Menara Cipta Metalindo yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama kegiatan MBKM-Magang dan memberikan dukungan selama pengerjaan skripsi.
7. Bapak Tresna Ginanjar, selaku Mentor di PT. Komatsu Indonesia yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama kegiatan MBKM-Magang dan memberikan dukungan selama pengerjaan skripsi.
8. Seluruh *staff* dan karyawan PT. Menara Cipta Metalindo yang telah membantu selama kegiatan MBKM-Magang dilaksanakan dan memberikan dukungan selama pengerjaan skripsi.
9. Seluruh *staff* dan karyawan PT. Komatsu Indonesia yang telah membantu selama kegiatan MBKM-Magang dilaksanakan dan memberikan dukungan selama pengerjaan skripsi.
10. Orang tua dan keluarga tercinta, terima kasih banyak selalu memberikan dukungan selama pengerjaan skripsi.
11. Seluruh Teman kuliah di Kampus Institut Teknologi Indonesia, khususnya Angkatan 2021 Teknik Industri yang telah memberikan dukungan selama pengerjaan skripsi.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam melakukan penulisan. Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga laporan ini bermanfaat khususnya bagi penulis dan bagi pembaca pada umumnya dan bisa membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Tangerang, 2025

Dedes Bangkit Munawar
(1132100027)

ABSTRAK

Dalam industri manufaktur, kualitas produk merupakan faktor kunci untuk meningkatkan daya saing dan efisiensi produksi. PT. Menara Cipta Metalindo (MCM) sebagai salah satu pemasok komponen alat berat menghadapi permasalahan *defect* dimensi pada proses pengelasan *part bracket HM400 Bar Sub*, yang menyebabkan *part* tidak dapat dirakit secara fungsional. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab cacat dimensi, melakukan *improvement* dengan merancang alat bantu *jig welding*, serta mengimplementasikan perbaikan proses guna meminimalkan *defect*. Metode *PDCA (Plan, Do, Check, Action)* digunakan sebagai pendekatan sistematis, dengan dukungan *seven tools* sebagai alat analisis kualitas. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa cacat disebabkan oleh urutan pengelasan yang tidak tepat dan ketiadaan alat bantu *jig welding* sebagai penahan dari efek deformasi. Oleh karena itu, dilakukan perancangan *jig welding* untuk menahan *part* dari tekanan mekanis tak terkontrol dengan rangka berbahan UNP 100 dan *clamp* dari Nako 40 serta plat SS400, disertai dengan perbaikan urutan pengelasan untuk meratakan distribusi panas. Implementasi perbaikan dilakukan sebanyak tiga kali *trial*, dan hasilnya menunjukkan bahwa dimensi *part* telah sesuai standar, tanpa ditemukan *defect*. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan *jig welding* dan perbaikan urutan *welding* terbukti efektif dalam menghilangkan cacat dimensi dan meningkatkan kualitas produksi. Standarisasi dan sosialisasi *SOP* turut dilakukan untuk menjaga keberlanjutan hasil perbaikan dan mempertahankan kualitas.

Kata Kunci: *Defect, jig welding, part bracket HM400 Bar Sub, PDCA, pengelasan.*



ABSTRACT

In the manufacturing industry, product quality is a key factor to improve competitiveness and production efficiency. PT. Menara Cipta Metalindo (MCM) as one of the suppliers of heavy equipment components faced the problem of dimensional defects in the welding process of the HM400 Bar Sub bracket part, which caused the part to be unable to be assembled functionally. This study aims to identify the cause of dimensional defects, make improvements by designing a welding jig tool, and implement process improvements to minimize defects. The PDCA (Plan, Do, Check, Action) method was used as a systematic approach, supported by seven tools as a quality analysis tool. The identification results showed that the defects were caused by an inappropriate welding sequence and the absence of a welding jig tool as a buffer from the effects of deformation. Therefore, a welding jig was designed to hold the part from uncontrolled mechanical stress with a frame made of UNP 100 and a clamp made of Nako 40 and SS400 plate, accompanied by improvements to the welding sequence to even out heat distribution. The implementation of the improvements was carried out three times, and the results showed that the part dimensions were in accordance with the standard, with no defects found. This study concluded that the use of jig welding and improved welding sequences proved effective in eliminating dimensional defects and improving production quality. Standardization and socialization of standard operating procedures (SOPs) were also implemented to ensure the sustainability of the improvements and maintain quality.

Keywords: Defects, jig welding, HM400 Bar Sub bracket part, PDCA, welding.s



DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 <i>State of The Art</i>	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Perancangan.....	8
2.2 Alat Bantu <i>Jig Welding</i>	8
2.3 HM400 <i>Bar Sub</i>	8
2.3 Konsep Dasar <i>PDCA</i>	9
2.4 <i>Seven Tools</i>	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	12
3.1 Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>)	12
3.2 Keterangan Diagram Alir	14
BAB IV PEMBAHASAN	16
4.1 Gambaran Umum Perusahaan	16

4.1.1 Profil Perusahaan.....	16
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan	16
4.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan.....	17
4.2 Pengumpulan Data.....	18
4.2.1 Observasi	18
4.2.2 Data <i>Trial</i> Model Alat Berat Komatsu di MCM	19
4.2.3 Data <i>Trial Part</i> HM400 <i>Bar Sub</i>	20
4.2.4 Data Material dan <i>Drawing Part</i> <i>Bracket Bar Sub</i>	20
4.2.5 Proses <i>Welding</i> Sebelum Dilakukan <i>Improvement</i>	22
4.3 Pengolahan Data	23
4.3.1 <i>Plan</i>	23
4.3.2 <i>Do</i>	29
4.3.3 <i>Check</i>	36
4.3.4 <i>Action</i>	38
4.3.5 Analisis	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

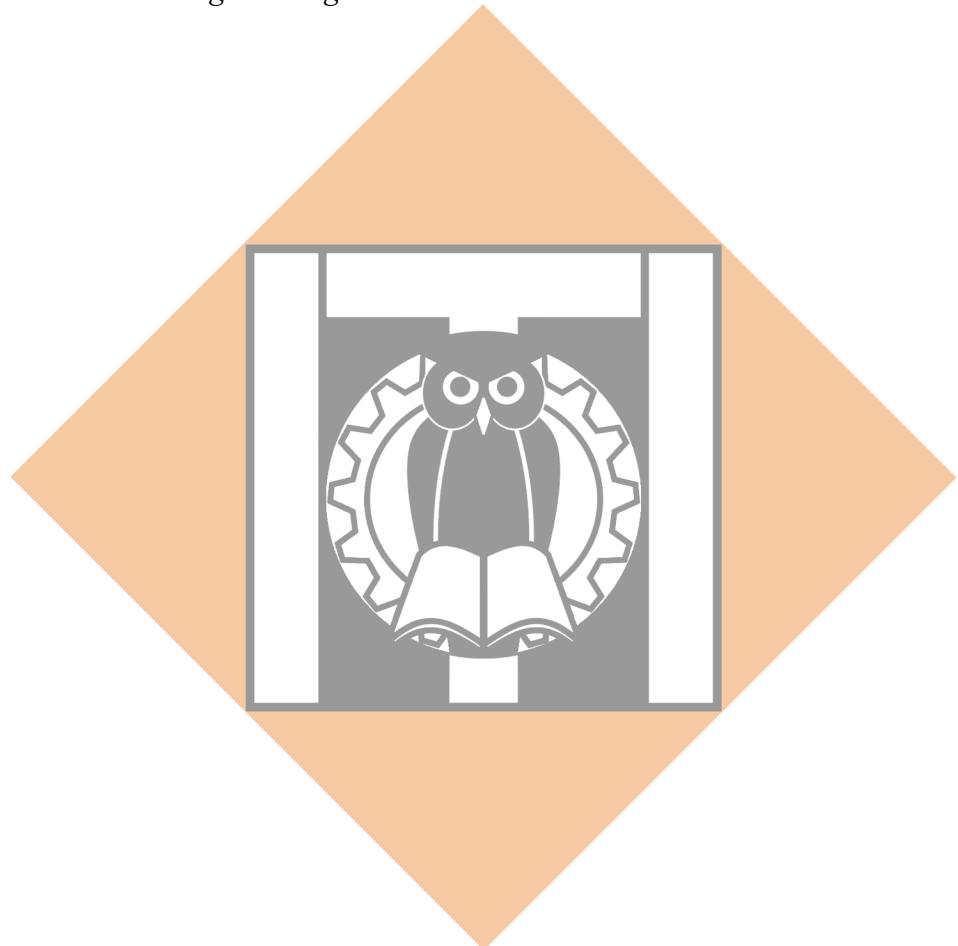
Tabel 1.1. <i>State Of The Art</i>	4
Tabel 4.1. Data <i>Trial Model</i> Alat Berat Komatsu di MCM	19
Tabel 4.2. Data <i>Trial Part HM400 Bar Sub</i>	20
Tabel 4.3. Data <i>Trial Defect Main Part HM400 Bar Sub</i>	20
Tabel 4.4 Tool <i>5W + 1H</i>	29
Tabel 4.5 Detail <i>Improvement</i>	32
Tabel 4.6 Hasil Verifikasi Percobaan <i>Improvement</i>	36



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Comic Assy HM400 Bar Sub</i>	9
Gambar 2.2. <i>Location HM400 Bar Sub</i>	9
Gambar 2.3. Siklus <i>PDCA</i>	10
Gambar 3.1. <i>Flow Chart</i> Penelitian.....	13
Gambar 4.1. Logo PT. Menara Cipta Metalindo (MCM)	16
Gambar 4.2. <i>HM400 Bar Sub</i>	16
Gambar 4.3. Stuktur Organisasi MCM.....	17
Gambar 4.4. <i>Flow Process Part Bracket HM400 Bar Sub</i>	18
Gambar 4.5 Data <i>Defect Trial Part Bracket HM400 Bar Sub</i>	19
Gambar 4.6. <i>Pie Chart Trial Model Alat Berat Komatsu di MCM by Quantity</i>	19
Gambar 4.7. Data Jenis Material <i>Part Bracket HM400 Bar Sub</i>	20
Gambar 4.8. <i>Part Drawing Sheet (PDS) Part Bracket HM400 Bar Sub</i>	21
Gambar 4.9 <i>Welding Part Bracket Sebelum Improvement</i>	22
Gambar 4.10 <i>Pie Chart Trial Model Alat Berat Komatsu di MCM</i>	23
Gambar 4.11 <i>Pareto Chart Trial Model Alat Berat Komatsu di MCM</i>	23
Gambar 4.12 <i>Pareto Chart Trial Part HM400</i>	24
Gambar 4.13 <i>Pareto Chart Defect Main Part HM400</i>	24
Gambar 4.14 Kondisi Aktual <i>Defect Part Bracket</i>	25
Gambar 4.15 <i>Defect Dimensi Pada Part Bracket</i>	25
Gambar 4.16 Penetapan Target	26
Gambar 4.17 <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	26
Gambar 4.18 Analisis Deformasi	27
Gambar 4.19 Verifikasi 1 Permasalahan Urutan <i>Welding</i>	28
Gambar 4.20 Verifikasi 2 Permasalahan Proses <i>Welding</i>	28
Gambar 4.21 Desain 2D Rangka <i>Jig welding</i>	30
Gambar 4.22 Desain 2D <i>Clamp Jig welding</i>	30
Gambar 4.23 Desain 3D <i>Jig welding</i>	31
Gambar 4.24 Desain 3D <i>Assembly Jig Welding</i>	31
Gambar 4.25 Proses Pembuatan <i>Clamp Jig</i>	33
Gambar 4.26 Proses Pembuatan Rangka <i>Jig</i>	33
Gambar 4.27 Proses Pengecekan <i>Clamp Jig</i>	33

Gambar 4.28 Proses <i>Assembly Jig Welding</i>	34
Gambar 4.29 <i>Improvement Urutan Welding</i>	35
Gambar 4.30 Implementasi <i>Improvement</i>	35
Gambar 4.31 Detail Titik Dimensi kritis	36
Gambar 4.32 <i>Side Effect Time Reduction</i>	37
Gambar 4.33 <i>Standar Operating Procedure (SOP)</i>	38
Gambar 4.34 Sosialisasi <i>SOP</i> Baru	38
Gambar 4.35 Desain <i>Jig Welding</i>	39



BAB I

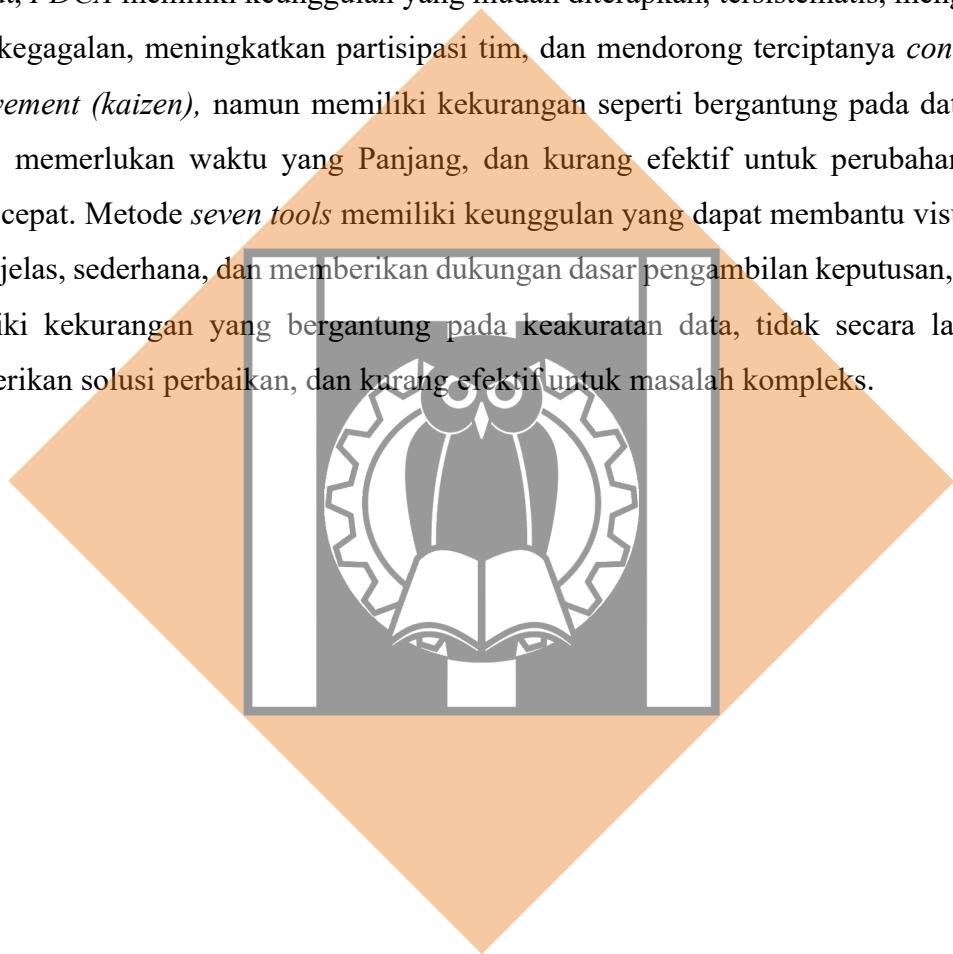
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era persaingan industri manufaktur yang semakin ketat saat ini, kualitas produk menjadi indikator penting bagi perusahaan untuk tetap bertahan, menentukan daya saing, dan bahkan berkembang [1]. Kualitas tidak hanya dilihat sebagai hasil akhir dari proses produksi, tetapi juga sebagai hasil dari perancangan proses yang efektif dan efisien. Salah satu tantangan utama proses produksi adalah munculnya *defect* atau cacat produk, yang dapat menurunkan tingkat kepuasan pelanggan dan meningkatkan biaya produksi. Persaingan yang semakin kompetitif tersebut memerlukan kemampuan analisa yang akurat dan mampu mengidentifikasi mengenai kendala dalam proses produksi untuk mencapai tingkat keberhasilan yang diharapkan perusahaan [2]. Salah satu perusahaan yang menerapkan kualitas menjadi indikator penting untuk daya saing adalah PT. Menara Cipta Metalindo (MCM).

PT. Menara Cipta Metalindo (MCM) adalah perusahaan yang bergerak di bidang *Sheet Metal Fabrication Products* untuk alat berat dan otomotif. Salah satu produk yang diproduksi yaitu HM400 *Bar sub* yang merupakan produk tangki penyimpanan air radiator untuk alat berat Komatsu Indonesia model HM400 (*Articulated Dump Truck*). Sebelum dilakukan *mass production*, MCM mendapatkan proyek untuk melakukan *trial part* pada HM400 *Bar sub* dengan melakukan perencanaan dan perancangan agar proses produksi dapat berjalan dengan efektif dan efisien. Namun terdapat kendala yang dihadapi dalam proses produksi seperti *defect* atau cacat produk, khususnya pada proses pengelasan (*welding*). Cacat tersebut memiliki kemungkinan disebabkan oleh *man*, *machine*, *method*, dan material yang tidak sesuai Standar Operasional Prosedur (*SOP*), namun hal ini sering disebabkan oleh ketiadaan alat bantu yang dapat memastikan keberhasilan proses produksi saat pengelasan. Pada saat *trial* dilakukan terdapat *defect* tertinggi pada *part bracket* HM400 *Bar sub* yaitu *defect* dimensi yang menyebabkan hilangnya fungsional *part bracket*. Setelah dilakukan identifikasi dan analisis, *defect* dimensi disebabkan saat proses *welding part bracket* tidak dapat menahan efek dari deformasi. Deformasi tersebut memiliki dua kemungkinan penyebab yaitu urutan *welding* yang salah dan proses *welding* tidak menggunakan alat bantu seperti *jig welding* ataupun alat bantu sebelumnya tidak efektif.

Untuk mengatasi hal tersebut, dibutuhkan solusi berupa alat bantu seperti *jig welding* yang dirancang untuk menahan *part* selama proses pengelasan. Melalui perancangan *jig welding* yang tepat, diharapkan mampu meningkatkan produktivitas dan mengurangi bahkan menghilangkan potensi *defect* pada produk. Dalam implementasi ini dibutuhkan metode *Plan, Do, Check, Action (PDCA)* untuk membantu mengurangi potensi terjadinya cacat secara sistematis dan berkelanjutan, dan metode *seven tools* untuk melakukan pemantauan dan pemonitoran dari suatu proses [1]. Dalam penerapan metode tersebut, *PDCA* memiliki keunggulan yang mudah diterapkan, tersistematis, mengurangi risiko kegagalan, meningkatkan partisipasi tim, dan mendorong terciptanya *continuous improvement (kaizen)*, namun memiliki kekurangan seperti bergantung pada data yang akurat, memerlukan waktu yang Panjang, dan kurang efektif untuk perubahan besar secara cepat. Metode *seven tools* memiliki keunggulan yang dapat membantu visualisasi secara jelas, sederhana, dan memberikan dukungan dasar pengambilan keputusan, namun memiliki kekurangan yang bergantung pada keakuratan data, tidak secara langsung memberikan solusi perbaikan, dan kurang efektif untuk masalah kompleks.



1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan pokok masalah di PT. Menara Cipta Metalindo, ada beberapa rumusan masalah yang akan dibahas pada laporan kali ini yaitu:

1. Apa pernyebab *defect* dimensi pada *part bracket HM400 Bar sub*?
2. Bagaimana cara meminimalkan *defect* dimensi pada *part bracket HM400 Bar sub*?
3. Bagaimana implementasi perbaikan untuk mempertahankan kualitas *HM400 Bar sub*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun beberapa tujuan yang ingin dicapai pada penelitian yang dilakukan di PT. Menara Cipta Metalindo adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi penyebab *defect* dimensi pada *part bracket HM400 Bar sub*
2. Melakukan *improvement* untuk meminimalkan *defect* dimensi pada *part bracket HM400 Bar sub*
3. Menerapkan hasil perancangan perbaikan untuk mempertahankan kualitas *HM400 Bar sub*

1.4 Batasan Masalah

Penelitian pada PT. Menara Cipta Metalindo tentunya memiliki kajian yang luas dan kompleks. Berikut merupakan beberapa macam batasan yang disusun karena penulis memiliki keterbatasan waktu dalam melakukan penelitian, yaitu:

1. Penelitian dilakukan di PT. Menara Cipta Metalindo
2. Penelitian berfokus pada *part HM400 Bar sub*
3. Implementasi *improvement* dilakukan khususnya untuk *part bracket bar sub*

1.5 State of The Art

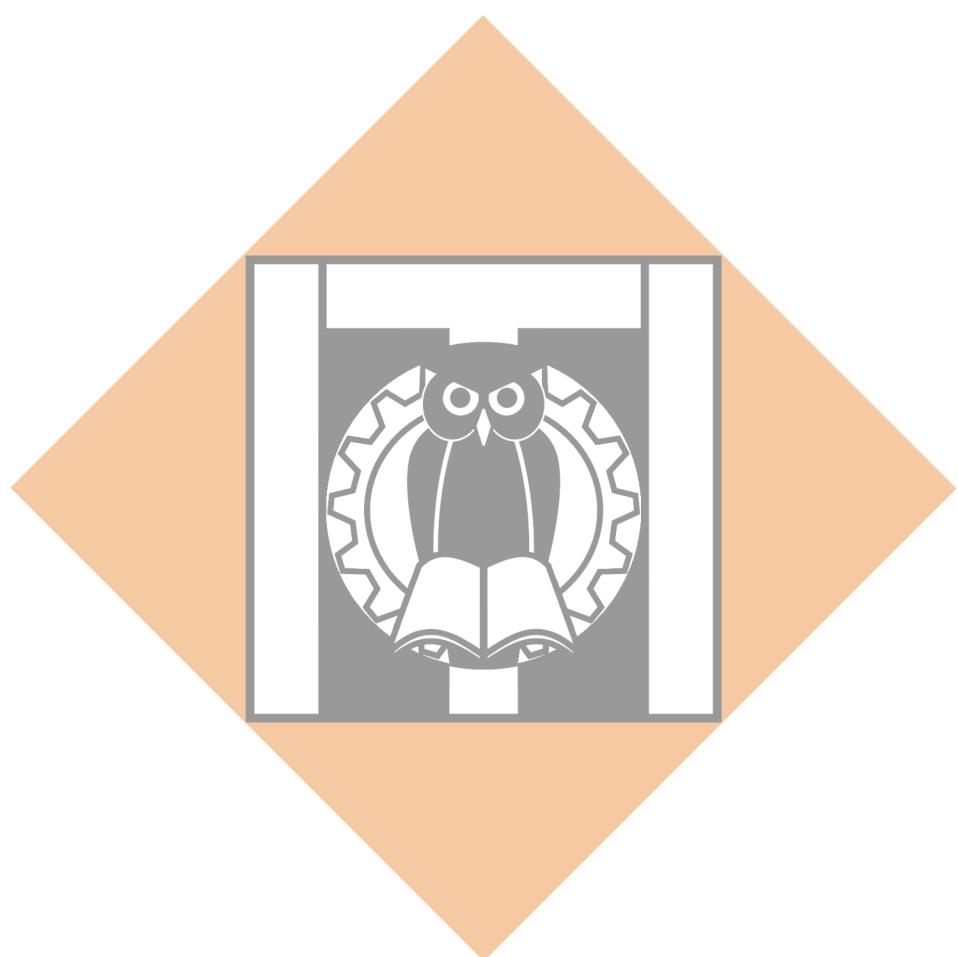
Pada penelitian ini digunakan beberapa penelitian terdahulu yang bermanfaat bagi penulis sebagai referensi, seperti:

Tabel 1.1. *State Of The Art*

NO	JURNAL PENELITIAN	PEMBAHASAN
1	<p>Judul: Penerapan Metode Seven Tools dan PDCA (Plan, Do, Check, Action) Untuk Mengurangi Cacat Pengelasan Pipa</p> <p>Peneliti: Abdullah Merjani, Insannul Kamil</p> <p>Tahun: 2021</p>	<p>Penerapan metode <i>Seven Tools</i> dan <i>PDCA</i> terbukti efektif mengurangi cacat pengelasan pipa. Penurunan cacat didukung oleh pelatihan, pengawasan, <i>SOP</i>, dan perawatan mesin. Integrasi kedua metode ini meningkatkan kualitas dan stabilitas proses secara berkelanjutan. Disarankan untuk memperluas analisis penyebab dan meningkatkan pelatihan agar mutu tetap konsisten.</p>
2	<p>Judul: Penerapan Metode Seven Tools pada Pengendalian Kualitas Produk Cacat di PT. XYZ</p> <p>Peneliti: Faris Akbar Ansori, Iwan Nugraha Gusniar</p> <p>Tahun: 2023</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>part JK 6000</i> di PT. XYZ memiliki tingkat cacat tinggi, dengan <i>overcutting</i> mencapai 63%. Cacat ini disebabkan oleh faktor manusia, mesin, dan metode, seperti minimnya pengetahuan operator, tekanan mesin yang belum distandardkan, serta ketiadaan <i>SOP</i>. Solusi yang diusulkan mencakup pelatihan, peningkatan mesin, dan penyusunan <i>SOP</i> yang jelas untuk menurunkan cacat dan meningkatkan kualitas produk.</p>

NO	JURNAL PENELITIAN	PEMBAHASAN
3	<p>Judul: Penerapan <i>PDCA</i> Dalam Meminimasi <i>Defect</i> Salah Varian Panel <i>Dash Join Front</i> Di PT. XYZ</p> <p>Peneliti: Agung Prasetyo, Senoaji1, M Kosasih, Nelfiyanti, Renty Anugerah Mahaji Puteri</p> <p>Tahun: 2020</p>	<p>Penerapan metode <i>PDCA</i> di PT. XYZ berhasil menurunkan <i>defect</i> Salah Varian Panel <i>Dash Join Front Floor</i> dari 25 menjadi 0 item. Perbaikan seperti penambahan <i>checklist</i>, pengurangan <i>buffer stock</i>, dan penataan identitas berkontribusi terhadap peningkatan kualitas serta efisiensi produksi, sehingga target perusahaan dapat tercapai.</p>
4	<p>Judul: Perancangan <i>Jig And Fixture</i> Pengelasan Untuk Mencegah Distorsi Pada Saat Pengelasan Rangka Depan Maung 4x4</p> <p>Peneliti: Albert Ishac Einstein Simanjuntak, Nazaruddin Sinaga</p> <p>Tahun: 2021</p>	<p>Hasil penelitiannya, rancangan <i>jig</i> dan <i>fixture</i> pengelasan untuk rangka Maung 4x4 terbukti efektif dalam menahan beban dan meminimalkan distorsi saat proses pengelasan. Hasil simulasi menunjukkan alat ini aman digunakan, dengan tegangan dan deformasi yang masih dalam batas standar. Pemilihan material baja AISI 1030 dan AISI 1035 turut mendukung kekuatan dan kestabilan alat, sehingga dimensi rangka tetap terjaga selama produksi.</p>
5	<p>Judul: Implementasi <i>Jig Welding</i> Untuk Meningkatkan Efisiensi Pengelasan <i>Frame Base</i></p> <p>Peneliti: Sanurya Putri Purbaningrum, Johannes, Febriza Imansuri, Dianasanti Salati, Edwin Sahrial Solih</p>	<p>Penelitian menunjukkan bahwa penerapan <i>jig welding</i> di PT X berhasil meningkatkan efisiensi hingga 80%, mempercepat proses kerja, mengurangi cacat, serta menjaga konsistensi hasil pengelasan. Selain itu, alat ini turut meningkatkan keselamatan dan kenyamanan operator. Keberhasilan implementasi juga didukung oleh</p>

NO	JURNAL PENELITIAN	PEMBAHASAN
	<u>Tahun:</u> 2024	pendampingan dan pelatihan yang tepat. Secara keseluruhan, <i>jig welding</i> terbukti efektif dalam meningkatkan produktivitas, kualitas, dan keselamatan kerja di sektor pengelasan otomotif.



1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan laporan pada penelitian yang diuraikan secara singkat ini ialah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan, *state of art*, dan sistematika penulisan. Menjelaskan mengenai penelitian pada PT. Menara Cipta Metalindo.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas landasan teori yang diperoleh dari hasil karya ilmiah peneliti sebelumnya yang relevan dengan topik penelitian. Teori-teori yang digunakan disusun berdasarkan studi pustaka dari berbagai sumber yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian, metode pengumpulan data, dan teknik analisis yang digunakan agar pelaksanaan penelitian terarah dan mudah dipahami...

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan data yang diperoleh, metode pengolahan, serta tools yang digunakan. Data ditampilkan dalam tabel, gambar, dan grafik, dengan analisis yang menjadi acuan untuk pembahasan selanjutnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengolahan data dan pembahasan, serta saran yang dapat bermanfaat untuk penelitian serupa di masa depan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perancangan

Perancangan dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) memiliki arti yaitu proses, cara, perbuatan untuk merancang sesuatu. Dengan melakukan perancangan dan pemilihan alat bantu yang tepat dapat membantu produk yang dihasilkan lebih baik dan produktivitas meningkat [4]. Perancangan yang baik bisa menciptakan solusi yang tepat untuk masalah yang ada, dan dapat merubah situasi saat ini menjadi situasi yang diinginkan. Perancangan alat bantu dirancang berdasarkan konsep ergonomi dengan tujuan agar manusia dapat melaksanakan pekerjaan dengan efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien [14]. Prinsip ergonomi bertujuan untuk mencapai kesejahteraan manusia dan meningkatkan efisiensi serta keselamatan kerja. Dengan penerapan prinsip tersebut, pekerjaan dapat disesuaikan dengan kemampuan dan keterbatasan pekerja sehingga dapat mengurangi keluhan dan meningkatkan produktivitas [15].

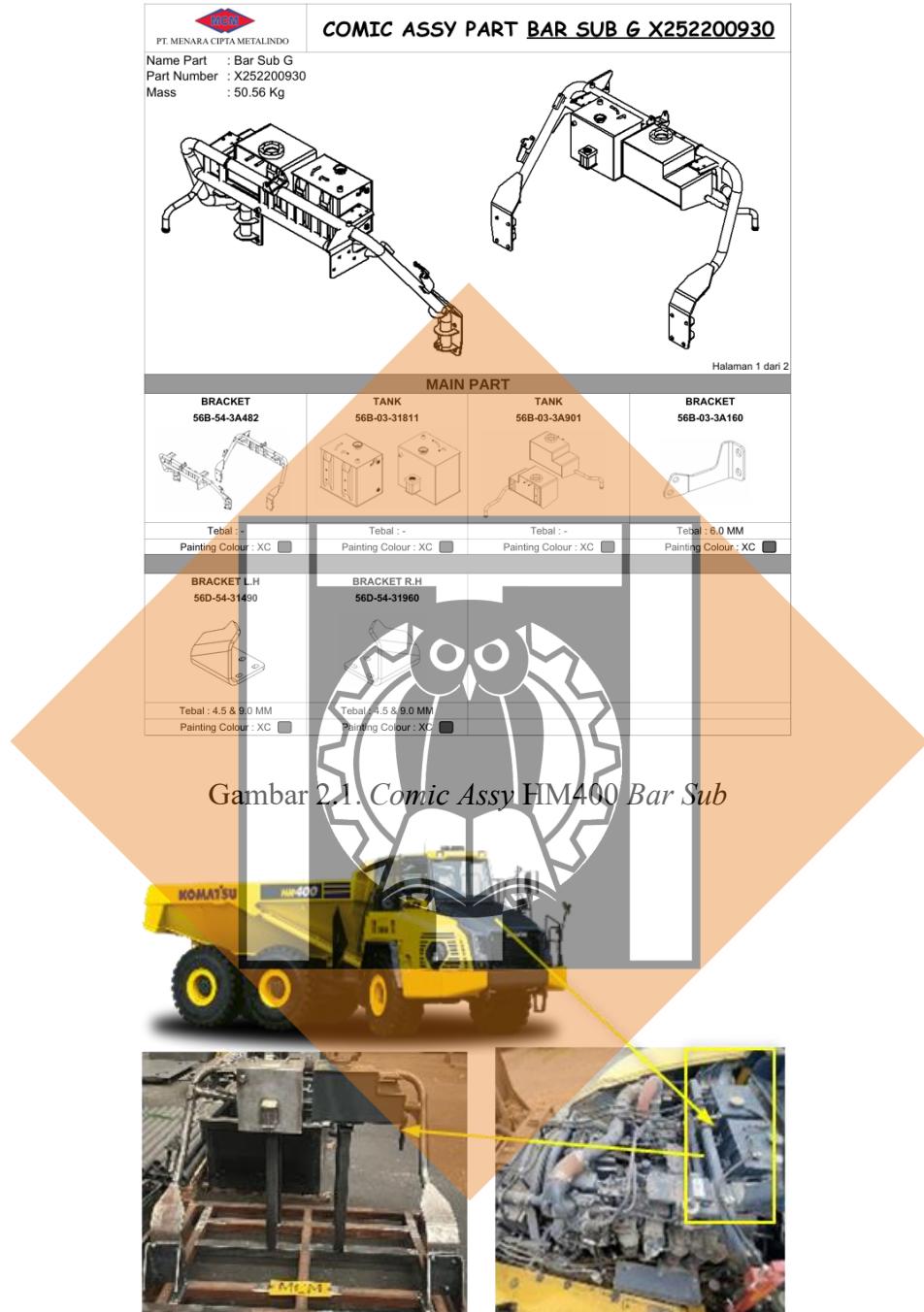
2.2 Alat Bantu *Jig Welding*

Salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas pengelasan adalah dengan meningkatkan perangkat yang memegang benda kerja seperti alat bantu *jig welding* [4]. Pengelasan tanpa alat bantu dapat menyebabkan ukuran *part* yang tidak konsisten sehingga kualitas produk berkurang [5]. Penggunaan alat bantu yang tidak sesuai dapat menghambat produktivitas pengelasan, karena *operator* merasakan kesulitan saat mengoperasikannya. Selain itu, operator juga menghadapi kendala dalam memposisikan *part* yang akan dilas agar produk yang dihasilkan tetap presisi dan sesuai[4].

2.3 HM400 *Bar Sub*

HM400 Komatsu adalah alat berat *dump truck* berartikulasi (*articulated dump truck*) yang dirancang untuk mendukung pekerjaan konstruksi dan pertambangan. Beberapa komponen HM400 khususnya HM400 *Bar Sub* dengan *part number* X252200930 diproduksi oleh salah satu *subcontractor* Komatsu Indonesia yaitu PT. Menara Cipta Metalindo. HM400 *Bar Sub* merupakan produk tangki penyimpanan air radiator yang *diassembly* di bagian *engine bay* atau dalam kap mesin. HM400 *Bar Sub* dibagi menjadi enam komponen utama yaitu, *Bracket* (56B-54-3A482), *Tank XC* (56B-

03-31811), *Tank* (56B-03-3A901), *Bracket XC* (56B-03-3A160), *Bracket L.H* (56D-54-31490), *Bracket R.H* (56D-54-31960).



Gambar 2.2. *Location HM400 Bar Sub*

2.3 Konsep Dasar PDCA

Plan, Do, Check, Action (PDCA) yang diperkenalkan oleh Dr. Edwards Deming pada tahun 1950, adalah metode perbaikan terus-menerus secara berkelanjutan seperti

lingkaran yang tidak ada akhirnya, yang bersifat visioner, fleksibel, logis, dan masuk akal dalam merancang semua unsur perencanaan yang terdiri dari empat tahap [6,7]:



Gambar 2.3. Siklus *PDCA*

1. *Plan* (Perencanaan): Menentukan apa yang akan dianalisa, menetapkan target, analisis sebab akibat, dan merencanakan perbaikan
2. *Do* (Pelaksanaan): Melaksanakan rencana yang telah dibuat
3. *Check* (Evaluasi): Memantau dan mengevaluasi perbaikan
4. *Action* (Tindakan): Standarisasi dan tindak lanjut

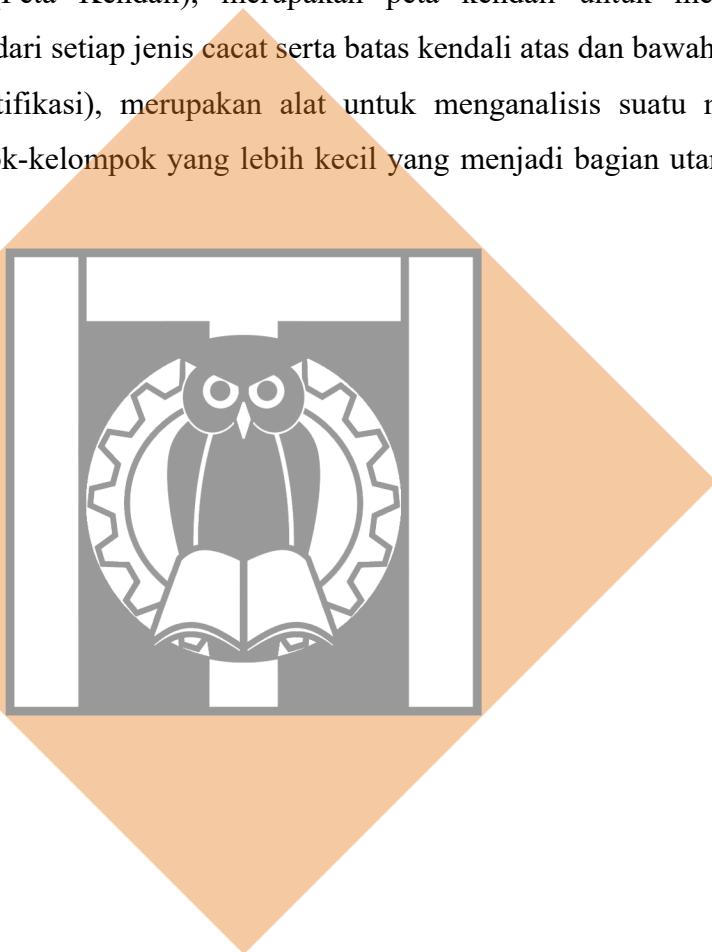
PDCA memiliki keuntungan yang signifikan untuk menarik *stakeholders*, memverifikasi konsep dengan cepat, dan menghasilkan ide-ide perbaikan baru [8,9].

2.4 *Seven Tools*

Seven Tools merupakan alat bantu yang digunakan untuk menganalisis dan menyelesaikan masalah kualitas pada produk perusahaan atau industri [11,1]. Metode ini dirancang untuk mempermudah memonitor kualitas bahkan untuk yang memiliki pengetahuan statistik terbatas. Tujuh alat dasar ini pertama kali diperkenalkan oleh Kaoru Ishikawa pada tahun 1968 [1]. Ketujuh alat tersebut yaitu [1,11,12,13,14]:

1. *Check Sheet* (Lembar Pemeriksaan), merupakan Lembar pemeriksaan untuk mempermudah proses pengumpulan data, sehingga data dapat tersusun dengan rapi dan teratur
2. Histogram (Diagram Batang), merupakan diagram batang yang digunakan untuk menampilkan variasi data pengukuran, dikenal sebagai grafik distribusi frekuensi

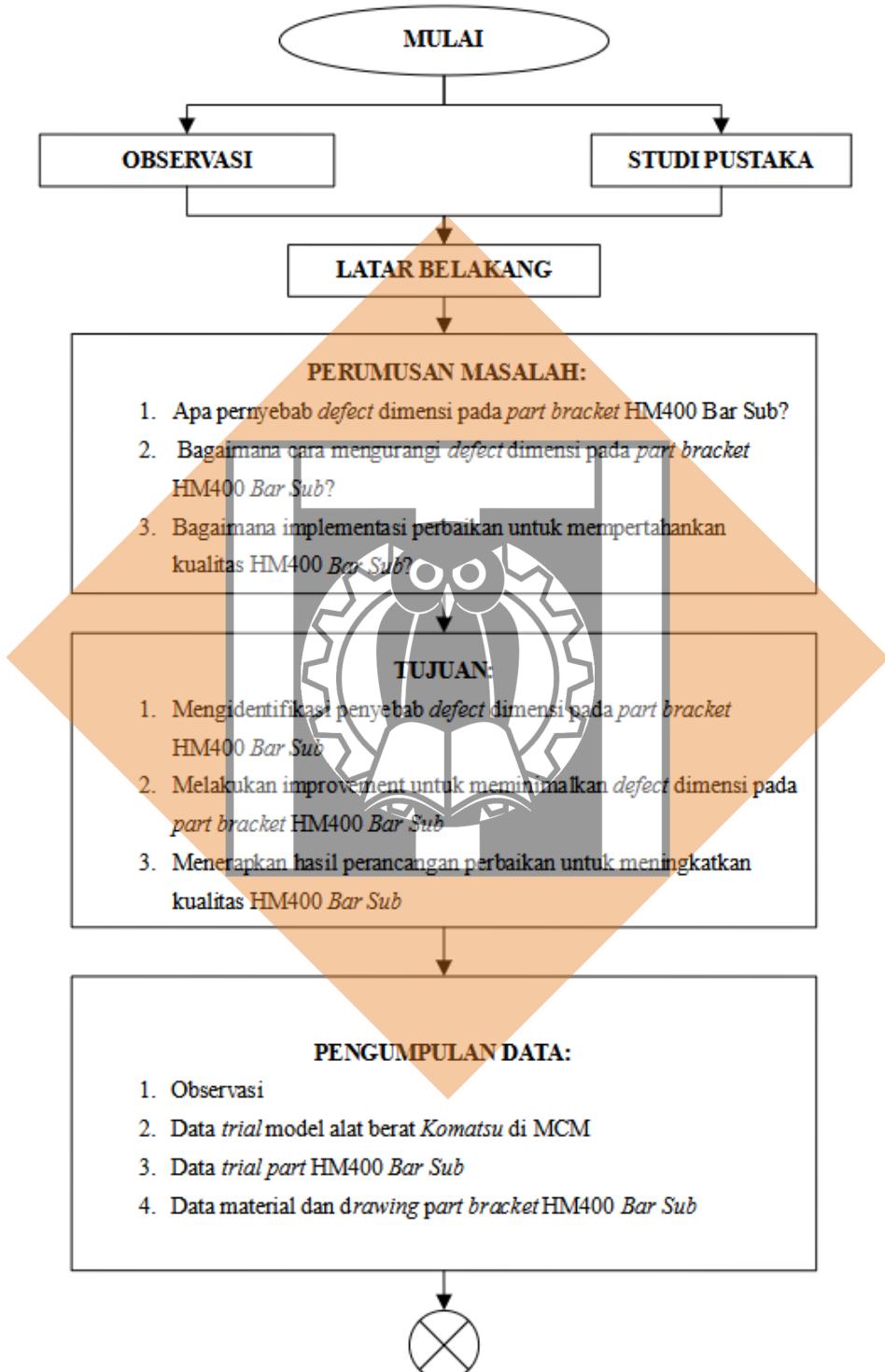
3. *Fishbone* Diagram, merupakan diagram sebab akibat yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari suatu permasalahan, yang dilakukan melalui *brainstorming*
4. Pareto Diagram, merupakan alat yang membantu mengidentifikasi masalah utama untuk mengetahui urutan masalah terbesar berdasarkan frekuensi yang didapat
5. *Scatter Diagram* (Diagram Pencar), merupakan diagram pencar yang digunakan untuk menentukan korelasi antar variabel
6. *Control Chart* (Peta Kendali), merupakan peta kendali untuk membantu mengetahui nilai dari setiap jenis cacat serta batas kendali atas dan bawah
7. *Run Chart* (Stratifikasi), merupakan alat untuk menganalisis suatu masalah kedalam kelompok-kelompok yang lebih kecil yang menjadi bagian utama dari permasalahan

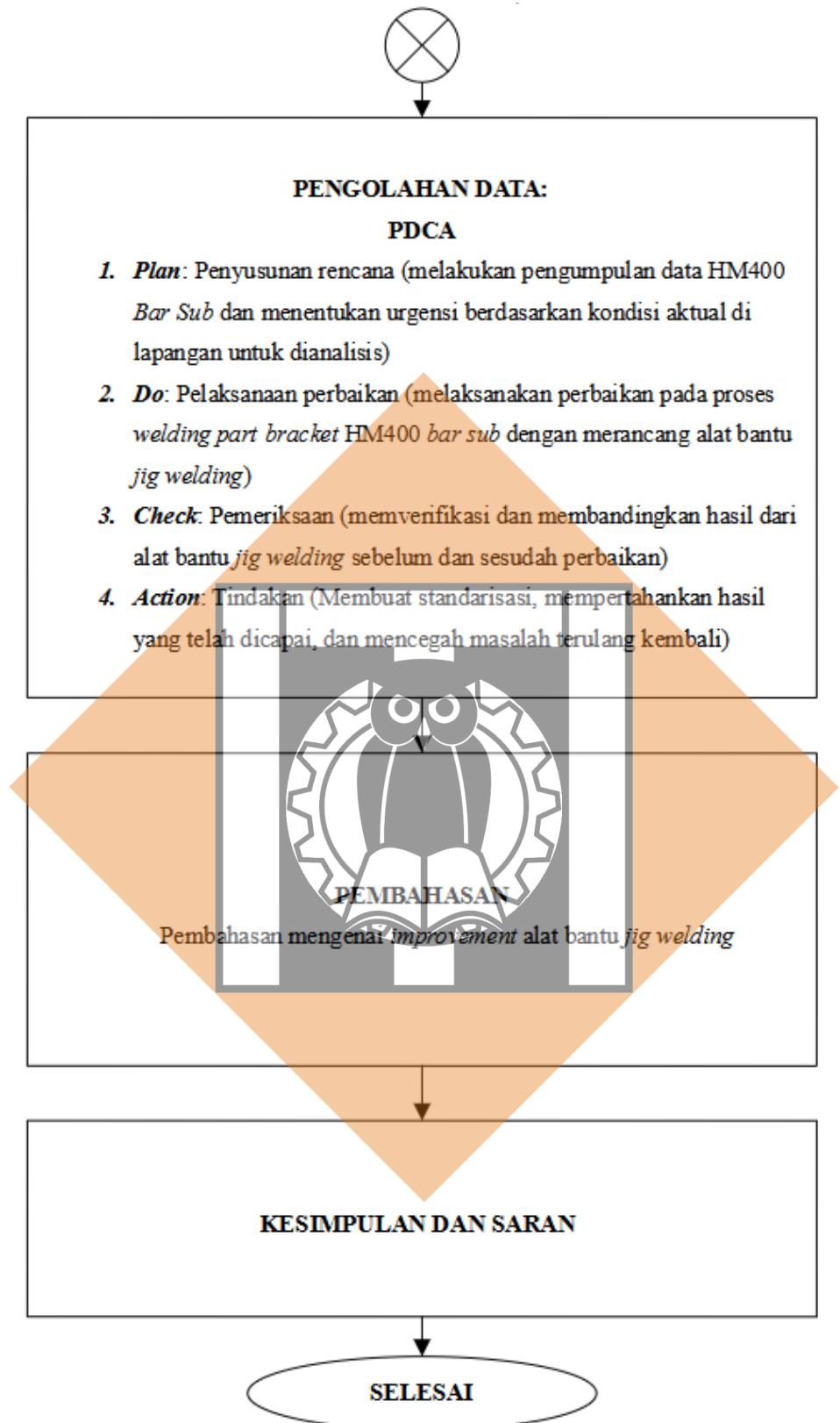


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir (*Flow Chart*)





Gambar 3.1. *Flow Chart* Penelitian

3.2 Keterangan Diagram Alir

1. MULAI

Langkah awal dalam melakukan penelitian

2. OBSERVASI

Merupakan kegiatan untuk mencari informasi mengenai data secara langsung ke tempat yang akan diteliti, yaitu PT. Menara Cipta Metalindo. Pengumpulan data ini dilakukan dengan observasi, *brainstorming*, dan dokumentasi. Hasilnya akan diketahui permasalahan utama yang ada

3. STUDI PUSTAKA

Merupakan kegiatan pencarian pustaka untuk memahami teori yang berhubungan dengan permasalahan yang terjadi. Studi ini berguna dalam memberikan kerangka berpikir dalam pemecahan masalah agar hasil penelitian dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

4. LATAR BELAKANG

Merupakan penjelasan konteks dan alasan mengapa penelitian dilakukan. Latar belakang berisi uraian tentang kondisi aktual yang terjadi, permasalahan yang dihadapi, serta urgensi dan solusi untuk menyelesaikan masalah tersebut.

5. PERUMUSAN MASALAH

Menentukan perumusan masalah yang terjadi berdasarkan observasi yang dilakukan terhadap objek penelitian. Dari observasi yang dilakukan, terdapat perumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa penyebab *defect* dimensi pada *part bracket HM400 Bar sub*?
2. Bagaimana cara meminimalkan *defect* dimensi pada *part bracket HM400 Bar sub*?
3. Bagaimana implementasi perbaikan untuk mempertahankan kualitas *HM400 Bar sub*?

6. TUJUAN

Menentukan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian berdasarkan perumusan masalah . Dari perumusan masalah yang terjadi, terdapat tujuan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi penyebab *defect* dimensi pada *part bracket HM400 Bar sub*

2. Melakukan improvement untuk meminimalkan *defect* dimensi pada *part bracket* HM400 *Bar sub*
3. Menerapkan hasil perancangan perbaikan untuk mempertahankan kualitas HM400 *Bar sub*

7. PENGUMPULAN DATA

Sebelum dilakukan pengolahan data maka akan dilakukan pengumpulan data. Beberapa data yang telah dikumpulkan sebagai berikut:

1. Observasi
2. Data *Trial* model alat berat Komatsu di MCM
3. Data *trial part* HM400 *Bar Sub*
4. Data material dan *drawing part bracket* HM400 *Bar Sub*

8. PENGOLAHAN DATA

Data yang telah dikumpulkan akan dilakukan pengolahan data untuk menjawab rumusan masalah dan mendapat kesimpulan dari penelitian. Berikut pengolahan data yang dilakukan berdasarkan metode *PDCA*:

1. *Plan*: Penyusunan rencana (melakukan pengumpulan data HM400 *Bar Sub* dan menentukan urgensi berdasarkan kondisi aktual di lapangan untuk dianalisis)
2. *Do*: Pelaksanaan perbaikan (melaksanakan perbaikan pada proses *welding part bracket* HM400 *bar sub* dengan merancang alat bantu *jig welding*)
3. *Check*: Pemeriksaan (memverifikasi dan membandingkan hasil dari alat bantu *jig welding* sebelum dan sesudah perbaikan)
4. *Action*: Tindakan (Membuat standarisasi, mempertahankan hasil yang telah dicapai, dan mencegah masalah terulang kembali)

9. PEMBAHASAN

Pembahasan mengenai *improvement* alat bantu *jig welding*

10. KESIMPULAN DAN SARAN

Memberikan kesimpulan dan saran dari permasalahan yang terjadi berdasarkan hasil penelitian ini.

11. SELESAI

Penelitian telah selesai dilakukan.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

4.1.1 Profil Perusahaan



Gambar 4.1. Logo PT. Menara Cipta Metalindo (MCM)

PT Menara Cipta Metalindo (MCM) adalah Perusahaan yang bergerak di bidang *Sheet Metal Fabrication Products* untuk alat berat dan otomotif. MCM berdiri tahun 2002 di Kawasan Industri Sarana Terpadu, Cikarang - Bekasi. Pada tahun 2012 MCM pindah ke Kawasan Industri MM2100 di Cibitung - Bekasi. Pada tahun 2008 MCM mulai bekerja sama dengan Komatsu Indonesia. MCM memproduksi produk Komatsu yaitu jenis-jenis Tangki untuk model HM400, HD465, HD785, dan D155, khususnya HM400 *Bar sub* yaitu Tangki penyimpanan air radiator.



Gambar 4.2. HM400 Bar Sub

4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

Visi:

Menjadi perusahaan jasa manufaktur metal (besi) yang terlengkap di South East Asia specially in Indonesia. Apapun yang customer butuhkan akan kami produksikan.

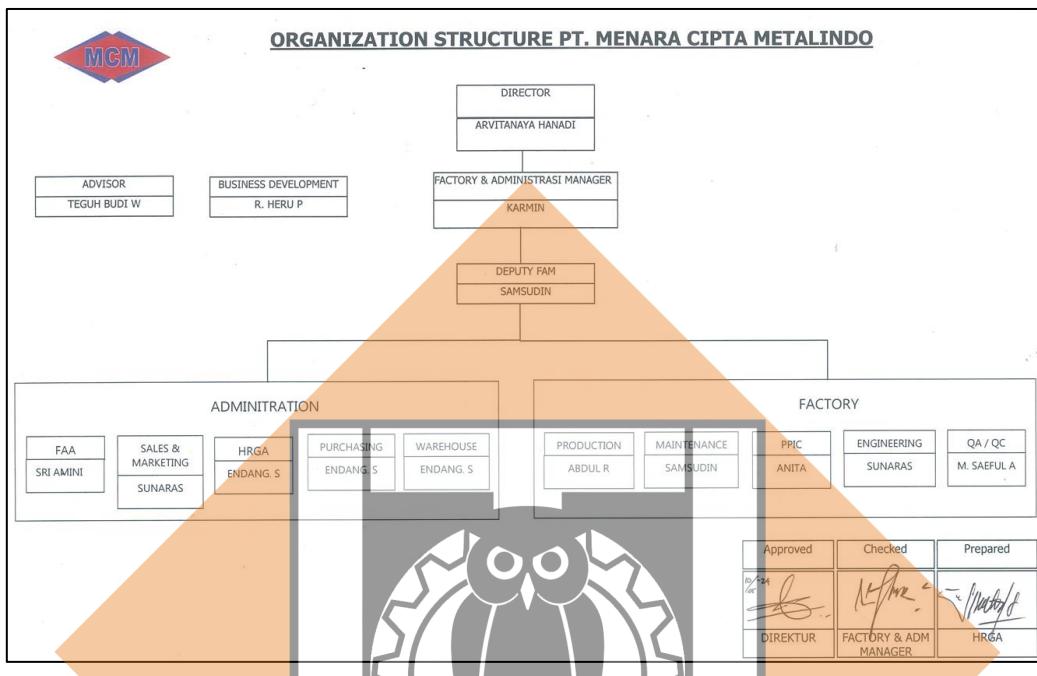
“One Stop Manufacturing Service Company”.

Misi:

Menghasilkan produk-produk dengan kualitas yang dapat diandalkan dengan harga yang kompetitif.

4.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan

Berikut struktur organisasi PT. Menara Cipta Metalindo

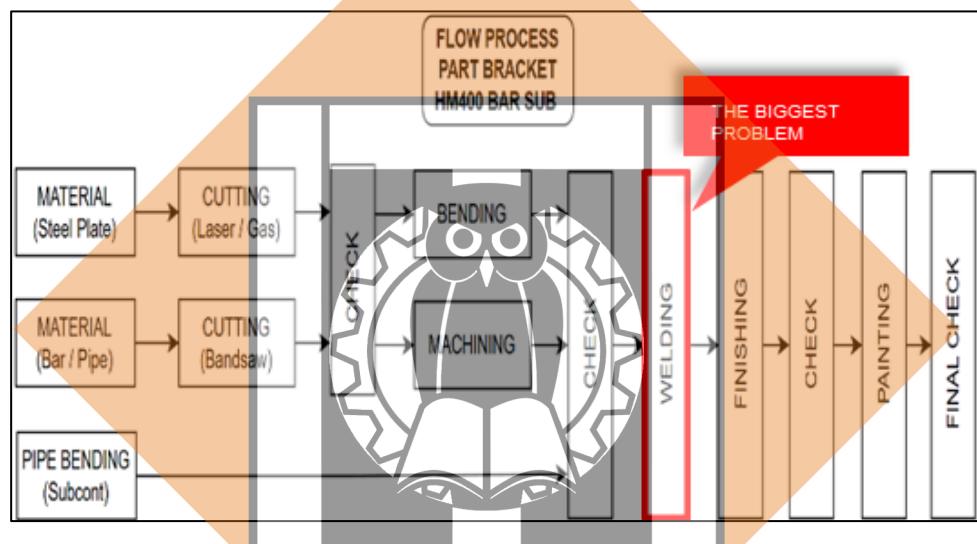


Gambar 4.3. Struktur Organisasi MCM

4.2 Pengumpulan Data

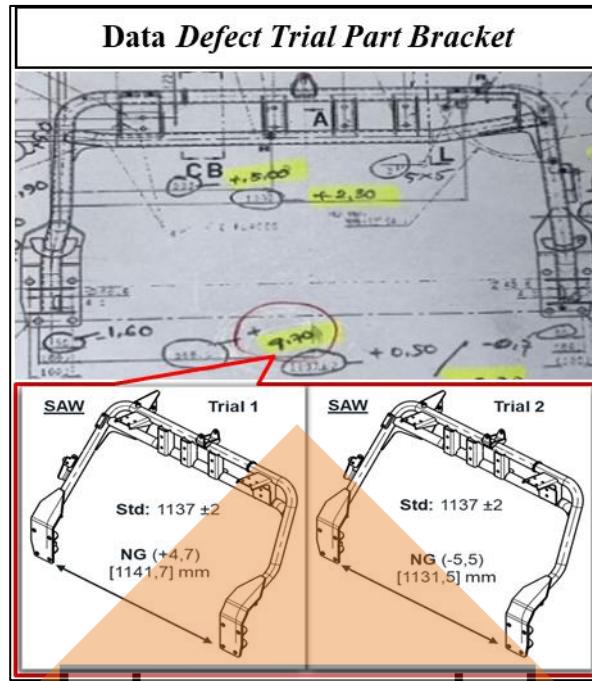
4.2.1 Observasi

Dalam penelitian ini, data yang dikumpulkan berdasarkan hasil dari observasi langsung. Data yang dikumpulkan adalah informasi mengenai proses trial *part* HM400 *Bar Sub* serta permasalahannya. Pada proses trial *part* HM400 *bar sub*, tahapan produksi dilakukan mulai dari *raw material*, *cutting process*, *machining*, *bending*, *treatment*, *welding*, *leak test*, *cleanliness*, *check*, dan *painting*. Kendala yang sering ditemukan yaitu pada proses *welding part bracket bar sub* (56B-54-3A482) maka dari itu hal tersebut menjadi urgensi untuk dilakukan *improvement*, dengan flow proses part *bracket* sebagai berikut:



Gambar 4.4. *Flow Process Part Bracket HM400 Bar Sub*

Dalam proses *welding part bracket*, permasalahan yang ditemukan yaitu *defect* dimensi yang disebabkan saat proses *welding* tidak menggunakan alat bantu *jig welding* sehingga *part bracket* tidak dapat menahan efek dari deformasi. Selain itu permasalahan terjadi disebabkan oleh urutan *welding* yang salah, sehingga terjadi perataan panas yang tidak merata dan deformasi. Yang dimana standar jarak dimensi dalam *drawing sheet* yaitu 1137 ± 2 mm, namun aktual yang terjadi di lapangan pada *trial 1* yaitu 1141,7 mm dan *trial 2* yaitu 1131,5 mm. Hal tersebut menyebabkan hilangnya fungsional dari *part bracket bar sub*.



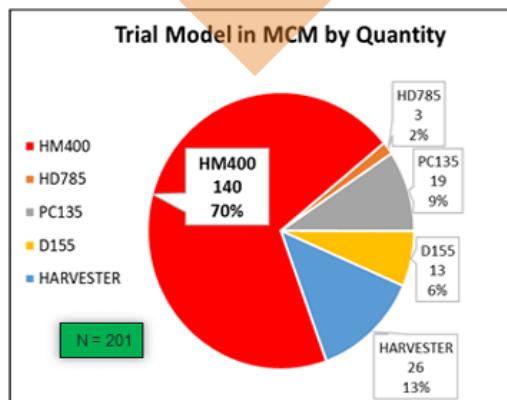
Gambar 4.5 Data Defect Trial Part Bracket HM400 Bar Sub

4.2.2 Data Trial Model Alat Berat Komatsu di MCM

Data *trial* model produk komatsu pada tahun 2024 *by amount* dan *quantity* yang akan digunakan sebagai latar belakang penentuan tema.

Tabel 4.1. Data *Trial* Model Alat Berat Komatsu di MCM

Data <i>Trial</i> Model Alat Berat Komatsu di MCM				
No	Model	Qty	Amount	
1	HM400	140	Rp 42.806.614	
2	HD785	3	Rp 2.100.000	
3	PC135	19	Rp 1.730.000	
4	D155	13	Rp 24.335.857	
5	HARVESTER	26	Rp 1.742.000	
TOTAL		201	Rp 72.714.471	



Gambar 4.6. *Pie Chart* Trial Model Alat Berat Komatsu di MCM *by Quantity*

4.2.3 Data Trial Part HM400 Bar Sub

Data trial dan defect part HM400 bar sub by amount dan quantity yang akan digunakan sebagai latar belakang penentuan tema.

Tabel 4.2. Data Trial Part HM400 Bar Sub

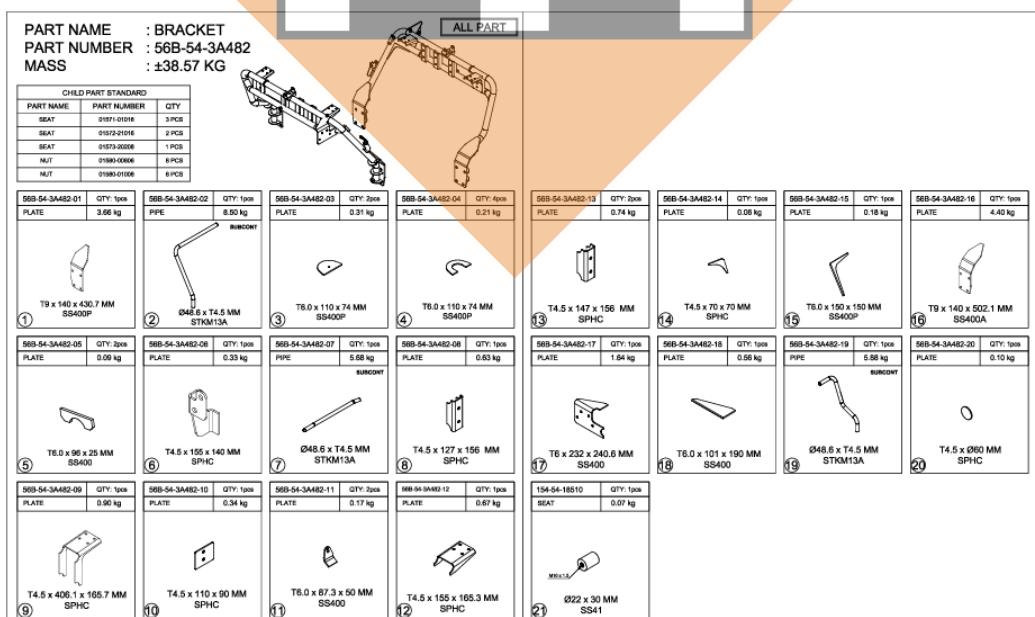
Part	Amount
HM400 Bar Sub	Rp 18.007.467
water HM400	Rp 17.240.333
BRACKET	Rp 1.594.600
COVER	Rp 400.000
COVER	Rp 379.757
BRACKET	Rp 338.000
COVER	Rp 338.000
TOTAL	Rp 38.298.157

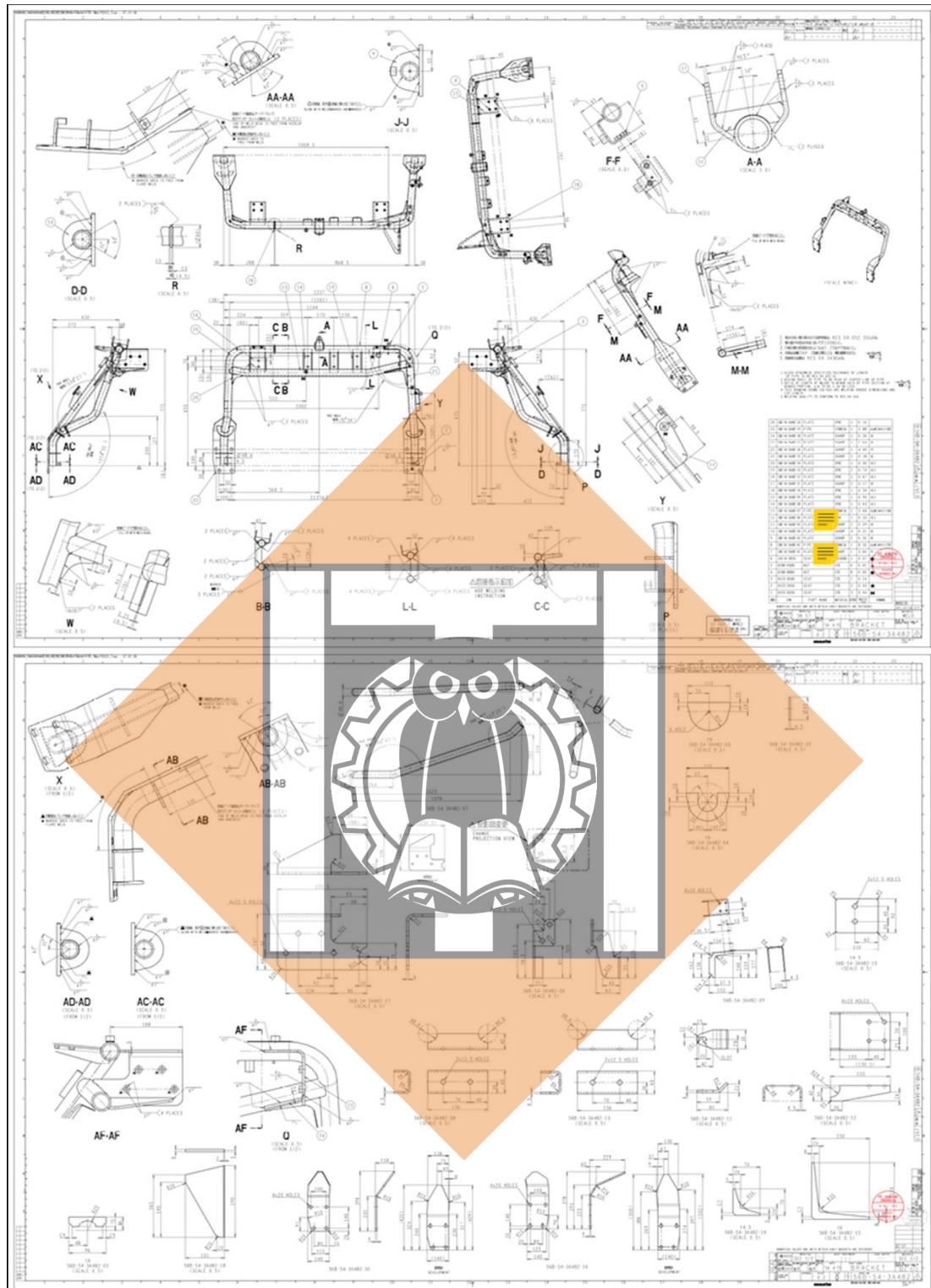
Tabel 4.3. Data Trial Defect Main Part HM400 Bar Sub

Main Part	Defect
Bracket	2
Tank XC	0
Tank	0
Bracker XC	0
Bracker R.H	0
Bracker L.H	0
TOTAL	2

4.2.4 Data Material dan Drawing Part Bracket Bar Sub

Data jenis material dan drawing part bracket yang akan digunakan sebagai acuan untuk dilakukan improvement terhadap permasalahan yang terjadi.





Gambar 4.8. *Part Drawing Sheet (PDS) Part Bracket HM400 Bar Sub*

4.2.5 Proses *Welding* Sebelum Dilakukan *Improvement*

Proses *welding part bracket* tanpa alat bantu *jig welding*, hal tersebut masih belum efektif dikarenakan tidak dapat menahan efek dari deformasi, maka dibutuhkan *improvement jig welding*.



Gambar 4.9 *Welding Part Bracket* Sebelum *Improvement*



4.3 Pengolahan Data

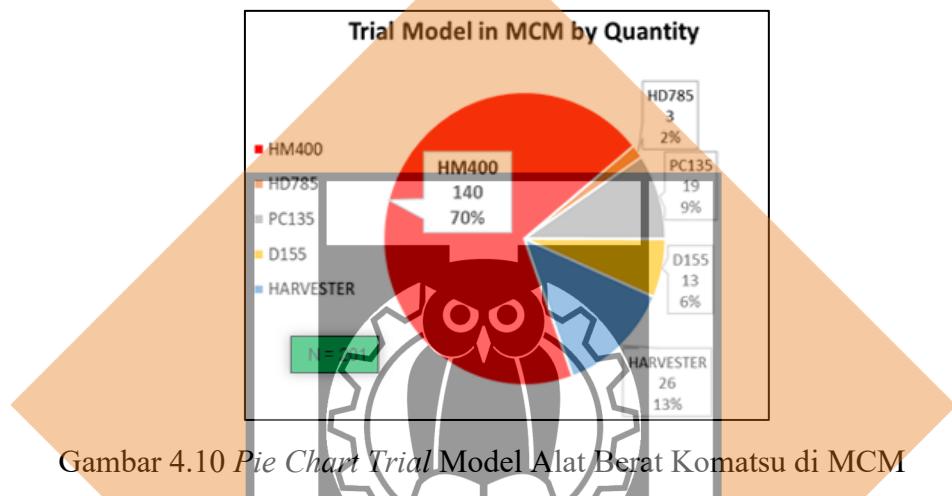
Pada pengolahan data menggunakan metode *PDCA (Plan, Do, Check, Action)* berdasarkan data model alat berat Komatsu dan *trial part bracket HM400 Bar Sub*.

4.3.1 Plan

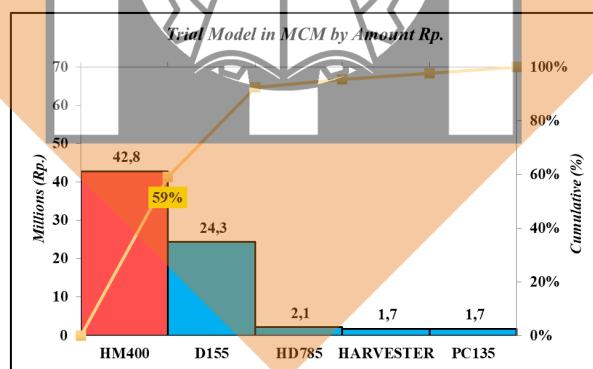
Plan merupakan penyusunan rencana berdasarkan urgensi aktual dan analisis untuk mencapai target perbaikan.

1. Pemilihan Tema Berdasarkan Model Alat Berat Komatsu

Langkah pertama yaitu menentukan prioritas berdasarkan data *trial* model alat berat Komatsu.



Gambar 4.10 Pie Chart Trial Model Alat Berat Komatsu di MCM

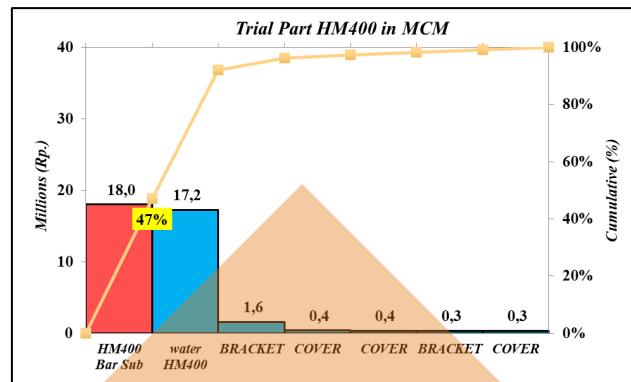


Gambar 4.11 Pareto Chart Trial Model Alat Berat Komatsu di MCM

Berdasarkan data *trial* model alat berat Komatsu di MCM, setelah dibuat *pie chart* terdapat *trial model* dengan *quantity* dan nilai tertinggi yaitu model HM400 dengan 140 *quantity*; persentase 70%. Jika dibandingkan dengan model lainnya menggunakan *pareto chart*, model HM400 memiliki nilai lebih tinggi *by amount* dengan nilai 42,8 Juta Rupiah. HM400 menjadi prioritas model alat berat yang akan dilakukan penelitian.

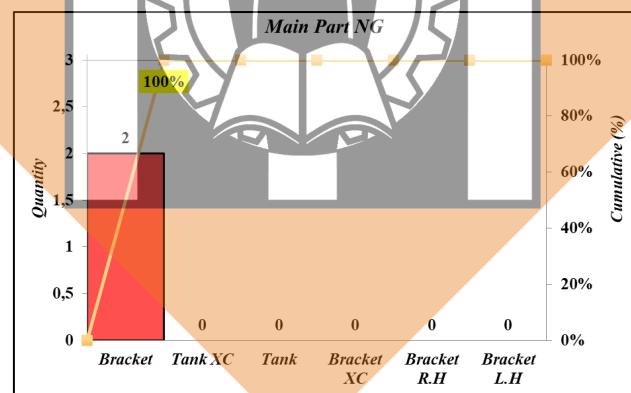
2. Pemilihan Tema Berdasarkan *Trial Part* HM400 Bar Sub

Setelah model HM400 menjadi prioritas, terdapat beberapa *part* HM400 yang diproduksi di MCM yang akan dijadikan sebagai objek penelitian. Part tersebut dipilih berdasarkan data *trial part* di MCM.



Gambar 4.12 *Pareto Chart Trial Part HM400*

Pada diagram pareto di atas, ada beberapa *part* HM400 yang diproduksi di MCM. Terdapat *trial part* dengan nilai tertinggi *by amount* yaitu *part* HM400 Bar Sub dengan nilai 18 Juta Rupiah. Maka dari itu *part* HM400 Bar Sub menjadi prioritas sebagai latar belakang untuk dilakukan penelitian.

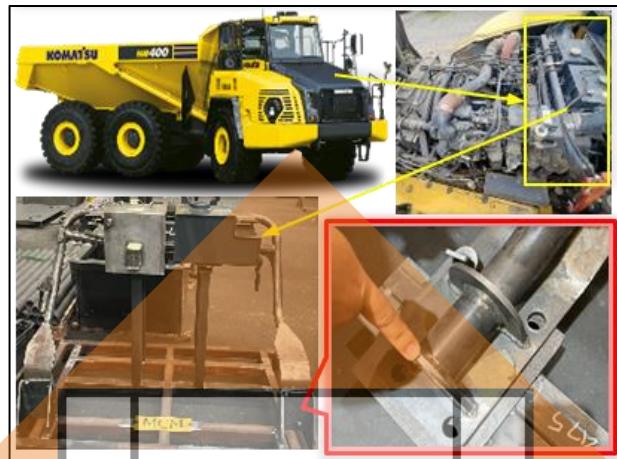


Gambar 4.13 *Pareto Chart Defect Main Part HM400*

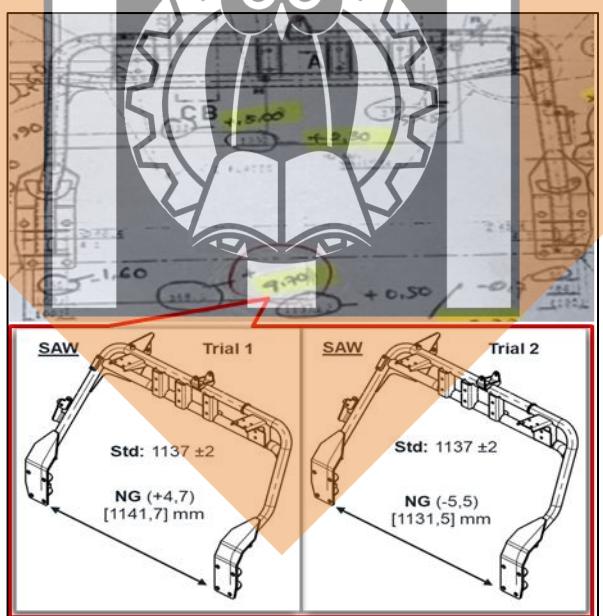
Pada diagram pareto di atas, setelah dilakukan 2 kali *trial* dari beberapa *part* utama HM400 Bar Sub, *defect* hanya terjadi pada *part* Bracket (56B-54-3A492) dengan 2 *quantity*. Maka dari itu *part bracket* HM400 Bar Sub menjadi prioritas utama untuk dilakukan penelitian lebih lanjut.

3. Hasil Observasi *Part Bracket*

Berdasarkan data *defect part bracket*, dilakukan observasi untuk mengetahui kondisi aktual *part bracket* saat dilakukan *trial part*. Saat *trial* dilakukan terdapat *defect* dimensi yang menyebabkan *part bracket* tidak dapat dilakukan *assembly* pada model HM400.



Gambar 4.14 Kondisi Aktual *Defect Part Bracket*



Gambar 4.15 *Defect Dimensi Pada Part Bracket*

Pada kondisi saat dilakukan 2 kali *trial*, terdapat *defect* pada *part bracket*, khususnya *defect* pada dimensi yang tidak sesuai dengan standar yaitu 1137 ± 2 mm. Saat dilakukan identifikasi, *defect* terjadi saat proses *welding* karena tidak ada alat bantu seperti *jig welding*. Maka dari itu hal ini perlu dilakukan analisa lebih lanjut.

4. Penetapan Target

Berdasarkan data aktual kondisi *part bracket* terdapat *defect* dimensi saat *trial*, maka ditetapkan target untuk meminimalkan *defect* dari 2 menjadi 0 *unit* dan akan dilakukan *improvement* agar meningkatkan produktivitas.



Gambar 4.16 Penetapan Target

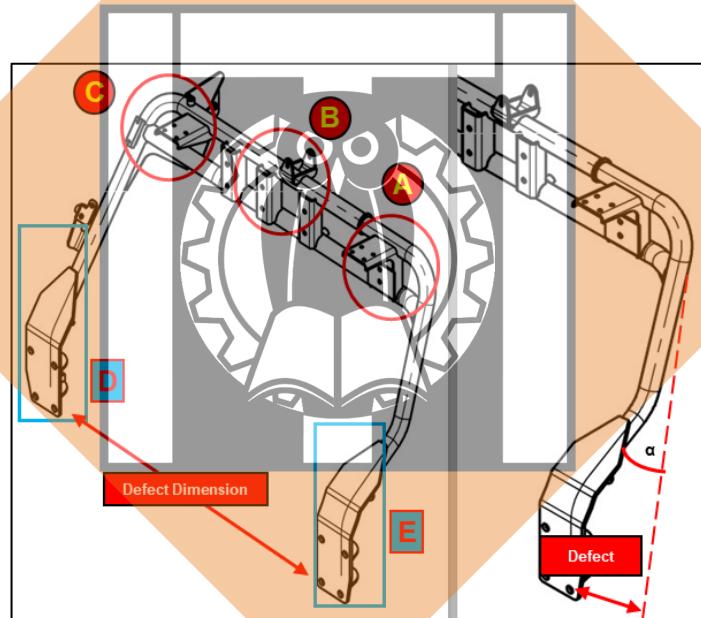
5. Analisis Permasalahan

Analisis lebih lanjut pada *part bracket* menggunakan metode *Fault tree analysis (FTA)*. Pada masalah *Defect Dimension Part Bracket HM400 Bar Sub* terdapat 4 faktor yang menjadi kemungkinan penyebab *defect* yaitu *Man*, *Machine*, *Method*, dan *Material*. Berdasarkan hasil analisis, faktor *man*, *machine*, dan *material* telah memenuhi standar yang ditetapkan dan tidak menunjukkan adanya permasalahan. Namun, pada faktor *method* ditemukan potensi permasalahan yang terjadi selama proses pengelasan. Hal ini diperkuat dengan temuan bahwa *defect* dimensi muncul saat proses *welding*, yang diakibatkan oleh terjadinya deformasi. Proses *welding* tersebut dilakukan tanpa menggunakan alat bantu berupa *jig welding*, sehingga meningkatkan kemungkinan ketidaksesuaian dimensi produk terhadap standar yang telah ditentukan.

PROBLEM	FACTOR	POSSIBILITY	CONFIRMATION	STANDARD	ACTUAL	JUDGEMENT
NG Dimension Part Bracket HM400 Bar Sub	MAN	Capability	Man power have good capability	Welding skills are up to MCM standards	Welding skills are up to MCM standards	○
	MACHINE	Condition & Parameter Setting	Good Condition & Parameter has been set	Parameter Machine: A: 250 s/d 350; V: 25 s/d 30	Parameter Machine: A: 250 s/d 350; V: 25 s/d 30	○
	METHOD	Welding Process	NG Dimension after full welding	1137 ± 2 mm	1141,7 mm and 1131,5 mm	✗
	MATERIAL	Material Dimension	Materials in accordance with PDS (Part Drawing Sheet)	Check Sheet Ok (According to drawing)	Check Sheet Ok (According to drawing)	○

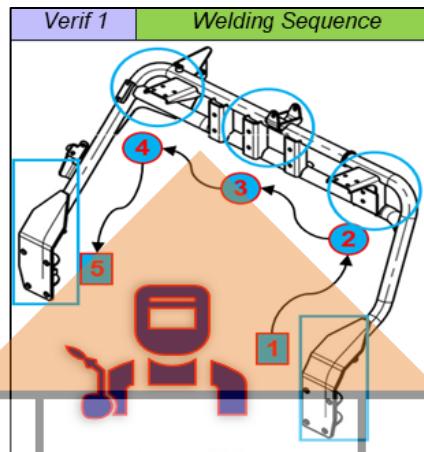
Gambar 4.17 Fault Tree Analysis (FTA)

Berdasarkan hasil analisis tersebut, deformasi menjadi permasalahan utama terjadinya *defect* dimensi pada *part bracket*. Ada 2 kemungkinan penyebab deformasi yaitu urutan *welding* yang salah dan proses *welding* tanpa alat bantu *jig welding*. Setelah dilakukan analisis lebih lanjut, Pada titik A, B, dan C tidak ditemukan adanya *defect*, sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi pada titik-titik tersebut berada dalam batas standar yang ditetapkan. Namun, *defect* dimensi teridentifikasi pada bagian *bracket*, tepatnya pada dimensi antara titik D dan E. *defect* ini disebabkan oleh deformasi yang terjadi pada titik A, B, dan C, di mana deformasi pada titik-titik awal tersebut dapat memberikan pengaruh langsung terhadap ketidaksesuaian dimensi antara titik D dan E. Oleh karena itu, proses pengelasan harus dilaksanakan secara tepat dan disertai penggunaan alat bantu *jig welding* sehingga distribusi panas merata serta dapat menahan tekanan mekanis yang tak terkendali, dan dapat meminimalkan efek deformasi yang mungkin terjadi.



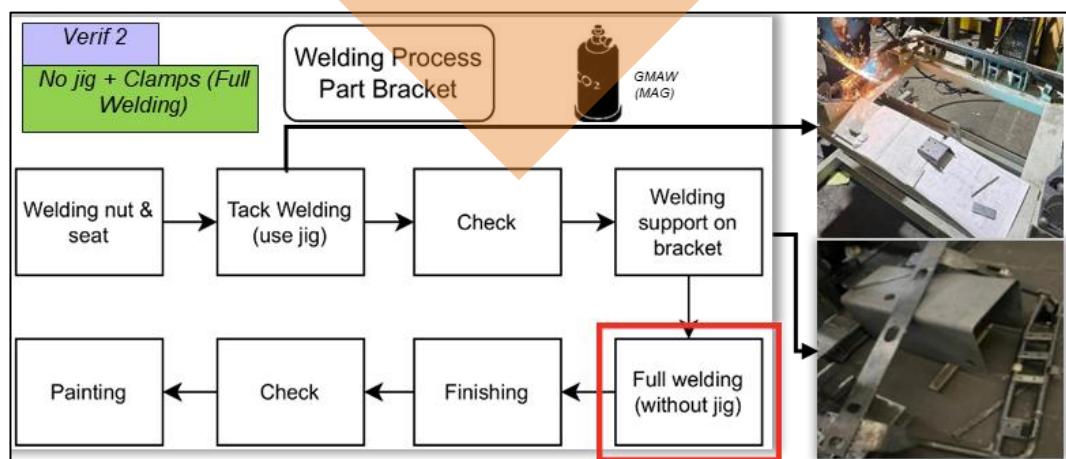
Gambar 4.18 Analisis Deformasi

Verifikasi 1 pada urutan *welding* teridentifikasi menjadi penyebab *defect* karena urutan proses *welding* tidak tepat. Urutan welding yang dilakukan dari poin 1-5 tidak dilakukan secara berlawanan, hal tersebut dapat menyebabkan distribusi panas yang tidak merata, dan dapat terjadi deformasi pada *part bracket* yang menyebabkan *defect* dimensi.



Gambar 4.19 Verifikasi 1 Permasalahan Urutan *Welding*

Verifikasi 2 pada *Welding proses* teridentifikasi menjadi penyebab *defect* karena pada proses *welding* tidak menggunakan *jig*. Setelah dianalisis, belum ada alat bantu *jig* untuk proses *welding*, meskipun sudah menggunakan *welding support* saat proses *welding*, namun alat bantu tersebut belum cukup untuk menahan *part* dari efek deformasi. Maka dari itu dibutuhkan *improvement* seperti alat bantu *jig welding* untuk menahan tekanan mekanis yang tak terkendali, dan dapat meminimalkan *defect* pada *part bracket* HM400 Bar Sub.



Gambar 4.20 Verifikasi 2 Permasalahan Proses *Welding*

4.3.2 Do

Do merupakan pelaksanaan perbaikan pada proses *welding part bracket HM400 Bar Sub*. *Improvement* dilakukan berdasarkan urgensi dan hasil analisis masalah aktual yang terjadi.

1. Tool 5W + 1H

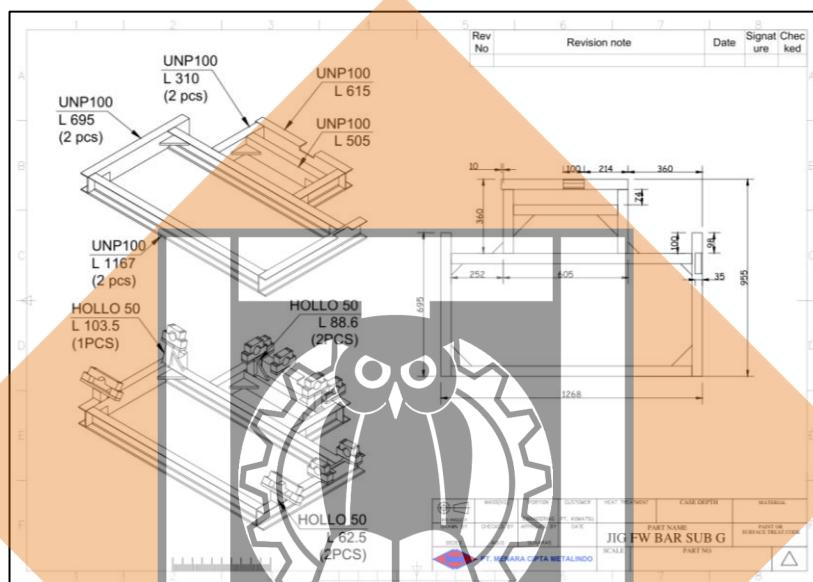
Berdasarkan hasil analisis permasalahan di atas, pelaksanaan perbaikan akan dilakukan dengan tahap awal menggunakan metode 5W+1H untuk lebih memahami situasi dan mengidentifikasi masalah. Permasalahan *Defect Dimension part bracket HM400 Bar Sub* disebabkan oleh deformasi karena urutan welding salah dan proses welding tidak menggunakan alat bantu *jig welding*. *Improvement* yang dilakukan yaitu dengan merubah urutan *welding*, dan merancang *jig welding*.

Tabel 4.4 Tool 5W + 1H

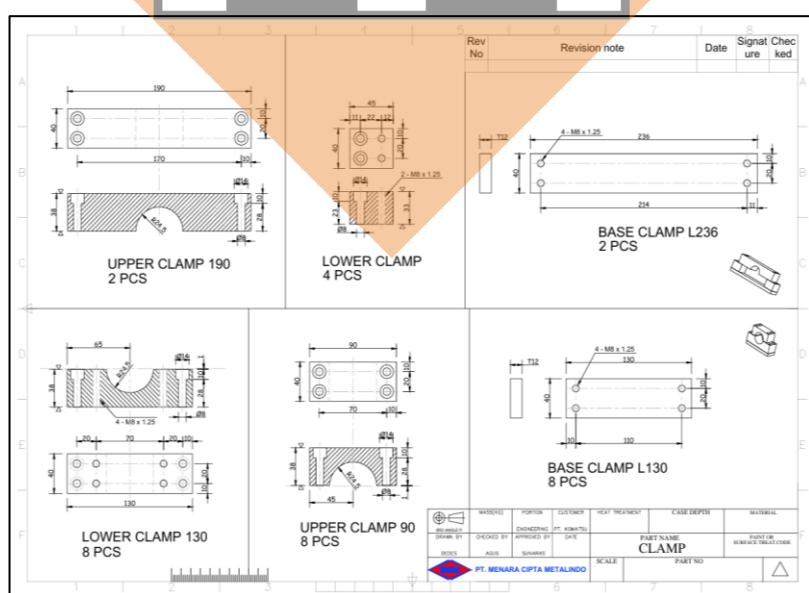
What	Why	How	Who	When	Where
Defect Dimension Part Bracket	Urutan welding salah	Merubah urutan welding	Dedes Bangkit Munawar	Nov 2024 - Jan 2025	Welding Area
	Proses welding tanpa alat bantu <i>jig welding</i>	Merancang <i>jig welding</i>			

2. Desain *Jig welding*

Berdasarkan identifikasi permasalahan menggunakan *tool 5W + 1H*, akan dilakukan *improvement* untuk *part bracket* HM400 Bar Sub yaitu merancang *jig welding* sebagai alat bantu untuk menahan *part bracket* dari efek deformasi saat proses *welding*. Setelah langkah awal yaitu observasi, lalu mengidentifikasi dan analisis masalah selesai maka dapat dilakukan desain *improvement* tersebut. Desain *improvement* dirancang berdasarkan ukuran dimensi *part bracket* pada *Part Drawing Sheet (PDS)*. Desain dirancang dengan visualisasi 2D dan 3D.

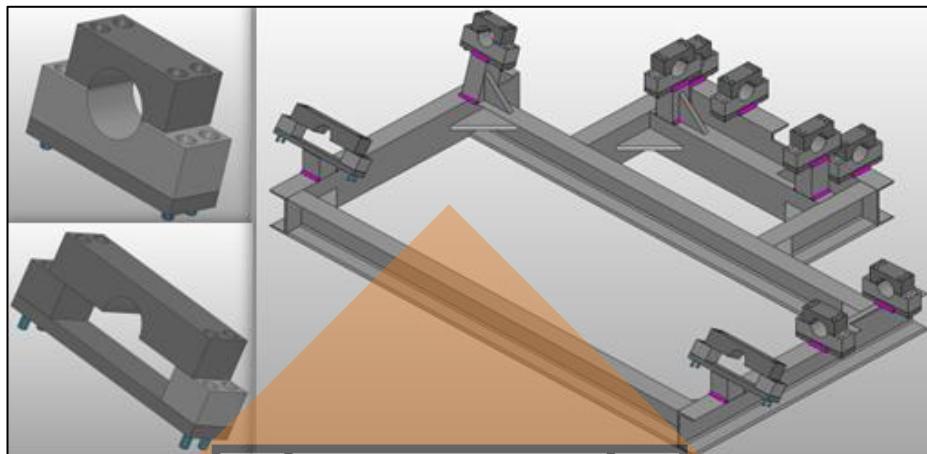


Gambar 4.21 Desain 2D Rangka *Jig welding*

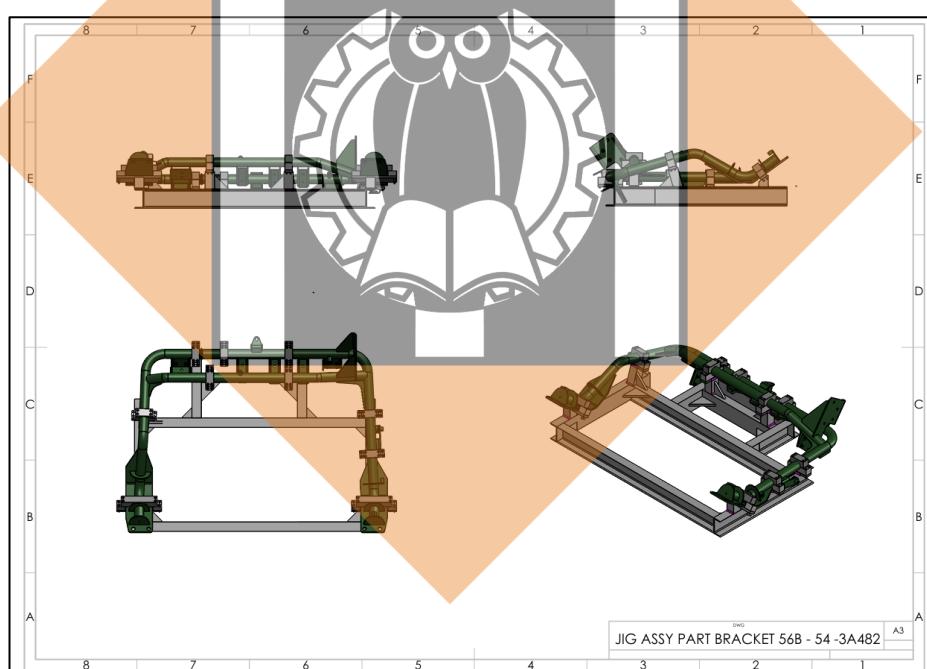


Gambar 4.22 Desain 2D *Clamp Jig welding*

Desain *jig welding* dirancang sebagai alat bantu saat proses *welding* untuk meminimalkan *defect*. Desain tersebut terdiri dari rangka *jig* yang terbuat dari material UNP 100, dan *clamp jig* terbuat dari material Nako 40 dan *Plate SS400* yang akan berfungsi sebagai penahan *part bracket*.



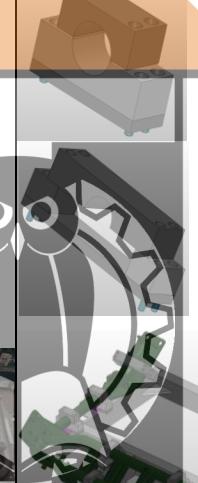
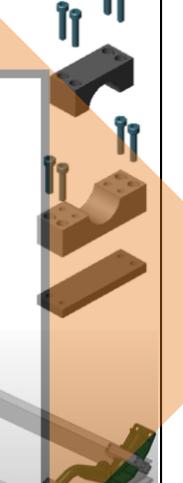
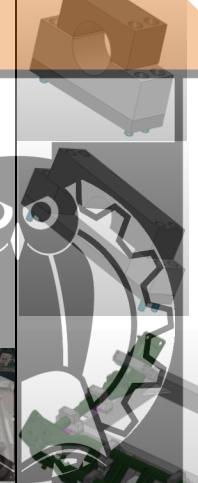
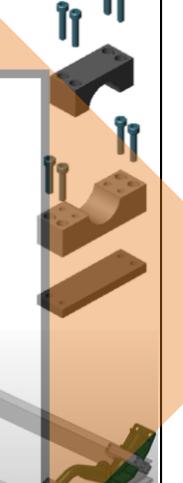
Gambar 4.23 Desain 3D *Jig welding*



Gambar 4.24 Desain 3D *Assembly Jig Welding*

Sebelum dilakukan *improvement*, proses *welding part bracket* hanya menggunakan meja *welding* agar posisi pekerja ergonomi saat proses *welding*, namun tidak menggunakan alat bantu *jig welding*, sehingga terjadi defect yang disebabkan oleh deformasi. Maka dari itu akan dilakukan *improvement* berupa penambahan alat bantu *jig welding* untuk proses *welding*. Desain *clamp jig* yang berfungsi untuk menahan *part* dirancang menggunakan metode penguncian 4 titik dengan baut M8 x 1,5 mm agar lebih kuat dan seimbang untuk menahan dan mengunci *part bracket* agar sesuai dengan posisinya.

Tabel 4.5 Detail *Improvement*

Improvement	Improvement Documentation			Status
	Before	After		
<i>Jig Full Welding for part bracket HM400 Bar Sub</i>	  	 		OK

3. Pembuatan *Jig welding*

Proses pembuatan *jig welding* di *workshop jig* MCM dilakukan setelah desain sudah selesai, proses pembuatan ini terdiri dari *bandsaw cutting*, *milling*, *drilling*, *tapping*, *dan pocket*. Pembuatan *jig* diproses berdasarkan desain yang sudah dibuat, hal ini penting dikarenakan dimensi harus presisi agar sesuai dengan fungsionalnya terhadap *part bracket*. Lalu, dilakukan pengecekan dengan pemasangan *clamp* pada *part bracket*.



Gambar 4.25 Proses Pembuatan *Clamp Jig*

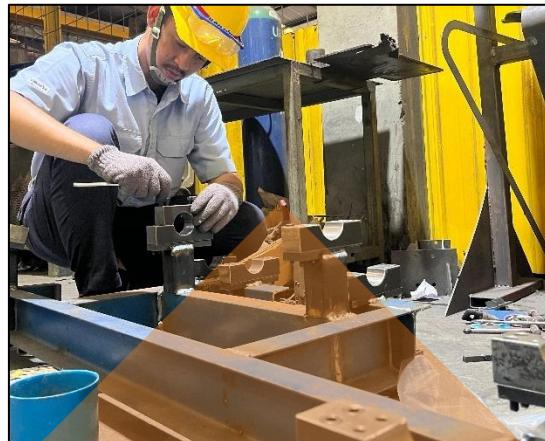


Gambar 4.26 Proses Pembuatan Rangka *Jig*



Gambar 4.27 Proses Pengecekan *Clamp Jig*

Setelah semua proses pembuatan dan pengecekan *jig welding* selesai, *clamp* dan *rangka jig* sudah bisa dilakukan *assembly* untuk persiapan *trial implementation* *jig welding*. Proses ini dilakukan pengelasan *base clamp* terhadap rangka *jig*, dan pengencangan *clamp* menggunakan kunci L6.



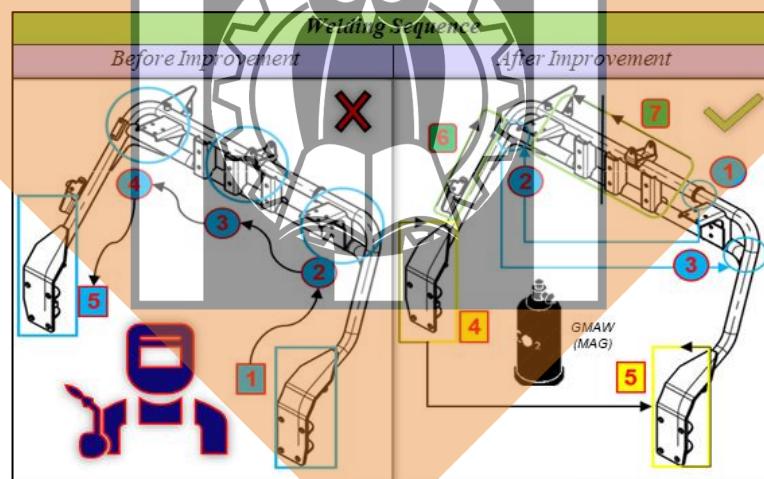
Gambar 4.28 Proses *Assembly Jig Welding*



4. Implementasi *Improvement*

Setelah perancangan dan pembuatan *jig welding* selesai, akan dilakukan implementasi *jig welding* dan merubah urutan *welding* agar terhindar dari panas yang tidak merata dan deformasi yang dapat menyebabkan *defect*. Implementasi dilakukan dengan proses *welding* sesuai standar yaitu menggunakan metode GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) dengan jenis MAG (*Metal Active Gas*) yang menggunakan gas CO₂. Proses *welding* menggunakan *jig welding* hasil *improvement* yang akan menjadi alat bantu untuk menahan *part bracket* dari efek deformasi selamat proses *welding*.

Urutan *welding* yang sudah diperbaiki dapat meminimalkan deformasi, karena menggunakan metode *welding* dengan urutan yang berlawanan sehingga panas lebih merata. Urutan *welding* terdapat 7 step, pada step 1-3 melakukan pengelasan untuk menyambungkan antar 3 pipa, pada step 4 dan 5 melakukan pengelasan pada bagian kaki *bracket* dengan *welding* yang berlawanan agar panas merata, pada step 6 dan 7 melakukan pengelasan pada *part* kecil. Implementasi improvement dilakukan sebanyak 3 kali untuk diverifikasi apakah hasil improvement sesuai atau tidak.



Gambar 4.29 *Improvement* Urutan *Welding*



Gambar 4.30 Implementasi *Improvement*

4.3.3 Check

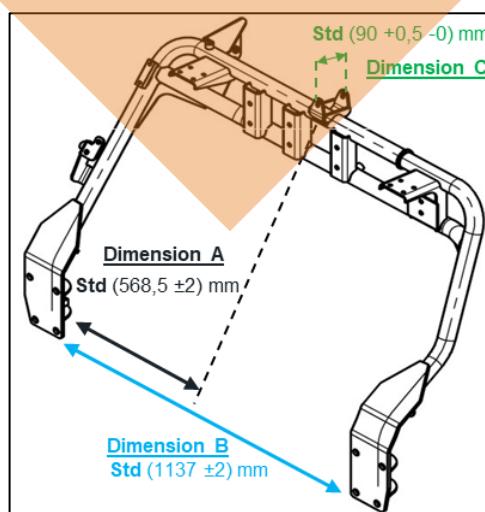
Check merupakan verifikasi hasil *improvement* pada proses *welding part bracket* HM400 *Bar Sub* yang sudah dilakukan percobaan sebanyak 3 kali.

1. Hasil Verifikasi

Setelah dilakukan upaya *improvement*, telah dilaksanakan percobaan sebanyak tiga kali untuk mengevaluasi keberhasilan dari perbaikan yang diterapkan. Evaluasi difokuskan pada dimensi A, B, dan C, karena ketiga titik tersebut merupakan dimensi yang kritis serta memiliki potensi risiko cacat tertinggi apabila tidak dilakukan *improvement*. Berdasarkan hasil dari tiga kali *trial*, diperoleh bahwa dimensi *part bracket* HM400 *Bar Sub* telah sesuai dengan spesifikasi yang tercantum dalam *Part Drawing Sheet* (PDS). Dengan demikian, *improvement* yang dilakukan dinyatakan berhasil dalam menahan efek deformasi serta efektif dalam meminimalkan terjadinya cacat dimensi. Tahap ini menjadi dasar penting untuk melanjutkan ke langkah standarisasi dan pencegahan pada tahap *Action*.

Tabel 4.6 Hasil Verifikasi Percobaan *Improvement*

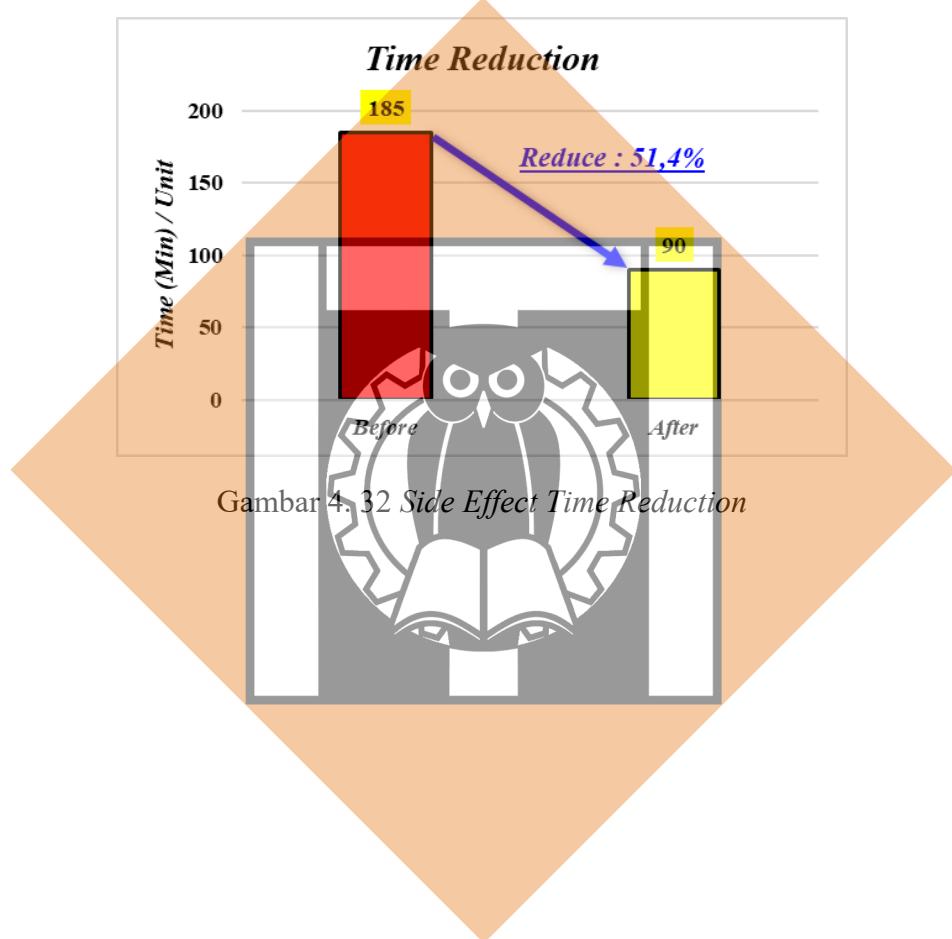
Description	Measure (mm)	Trial 1	Trial 2	Trial 3	Judgement
Dimension A	Std		568,5 ±2		OK
	Act	569,5	569	568	
Dimension B	Std		1137 ±2		OK
	Act	1138	1137,5	1136,5	
Dimension C	Std		90 +0,5 -0		OK
	Act	90,2	90,2	90	



Gambar 4.31 Detail Titik Dimensi kritis

2. Side Effect (Time & Cost Reduction)

Setelah hasil verifikasi dinyatakan berhasil menghilangkan *defect*, maka dari itu terdapat *Time* dan *cost reduction* yang dapat meningkatkan produktivitas. *Cost reduction* didapatkan dari total waktu produksi setelah *improvement* yg berkurang dari 185 menit menjadi 90 menit/unit atau 1,58 jam dengan persentase 51,4%. *Salary rate* karyawan yaitu \$18 USD dengan *rate* 1 dollar = Rp. 16.000, maka *cost reduction* yang didapatkan yaitu $1,58 \text{ jam} \times \$18 = \$28,44$ atau Rp. 455.040/unit. Maka dari itu hal ini dapat meningkatkan produktivitas secara efektif dan efisien.



4.3.4 Action

Action merupakan upaya pencegahan timbulnya masalah yang sama dikemudian hari, dengan adanya perbaikan dengan *SOP (Standard Operating Procedure)* baru maka produksi harus tetap dimonitoring pelaksanaannya sampai nantinya ada perbaikan baru yang lebih baik lagi.

1. Standard Operating Procedure (SOP)

Setelah improvement berhasil diuji coba, kemudian dibuat standarisasi untuk memastikan keberlanjutan penggunaan *jig welding*. Dan dilakukan sosialisasi *SOP* untuk memastikan pekerja memahami cara penggunaan *jig welding* untuk keberlanjutan produksi.

WORKING STANDARD (Working Instructions)			Revised	Reviewed	Checked By	Effective Date 12/12/2024	Prepared By	Approved By	Signed By	Date	
Customer	PT KOMATSU INDONESIA	Part No.									
Part No.	300-94-34482	Part Name	BRACKET (SHM00 BAR SUB)	SECTION	PRODUKSI	PENGUNAAN CLAMP JIG FULL WELDING	1 / 1	DEDEZ BANGET/IR	APAC		
SKETCH			PROCESS			KEY POINT			REMARKS		
			WORK PROCEDURE <ol style="list-style-type: none"> Gunakan APD (Alat Pelindung Diri) sesuai dengan standar Part Bracket sudah diTeck Welding (TW) menggunakan Jig TW dan segerakan dengan mal tiga titik Lepas Upper Clamp (Gambar 1.1) Longgarlkan bolt pada upper clamp menggunakan kunci L6 kemudian lepas untuk melepas part bracket dari jig Lepaskan part ke jig sesuai dengan posisi clamp (pastikan part tidak lengkap dengan lower clamp) Pasang Upper Clamp (Gambar 2.1) Pasang upper clamp dan ketighten bolt Part yang sudah terkunci oleh clamp Cek kualitas part dengan kunci L6 Lakukan Full welding pada part bracket (Gambar 3.1) Lakukan sesuai dengan standar Lepas Upper Clamp (Gambar 1.1) Longgarlkan bolt pada upper clamp menggunakan kunci L6 kemudian lepas Lepas part dari Jig, cek QC dan lanjutkan finishing (Gambar 4.1) Cek menggunakan mal tiga titik, setelah OK lanjut dengan finishing 						<ol style="list-style-type: none"> Jika ada kendala segera konfirmasi dengan Engineering team & Inspection team. Selalu gunakan Safety dengan baik dan benar, diantaranya : <ol style="list-style-type: none"> Alat Pelindung Diri (APD) / Apron Sarung Tangan Welding Seprti Safety Kacamat/Helm Welding Masker Longgarlkan dan kencangkan bolt pada clamp menggunakan kunci L6 		

Gambar 4.33 Standar Operating Procedure (SOP)



Gambar 4.34 Sosialisasi SOP Baru

4.3.5 Analisis

Dalam proyek *improvement part bracket* HM400 *Bar Sub*, Pada tahap *Do*, dilakukan *improvement* berdasarkan hasil identifikasi masalah di tahap *Plan*. Permasalahan utama yaitu deformasi yang menyebabkan cacat dimensi pada *part bracket* HM400 *Bar Sub*, diatasi melalui dua tindakan utama: perubahan urutan pengelasan dan perancangan alat bantu *jig welding*. Analisis dengan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan 5W + 1H mengungkap bahwa urutan pengelasan yang tidak tepat menjadi penyebab utama distribusi panas yang tidak merata, sehingga menimbulkan deformasi. Selain itu, proses *welding* sebelumnya hanya menggunakan meja kerja tanpa alat bantu atau *jig*, yang mengakibatkan *part bracket* tidak dapat menahan tekanan mekanis. Maka, dilakukan *improvement* berupa perancangan *jig welding* yang berfungsi sebagai alat bantu untuk menahan *part bracket* selama proses pengelasan.



Gambar 4.35 Desain *Jig Welding*

Desain *jig welding* dibuat berdasarkan *Part Drawing Sheet* (PDS) *part bracket*, dengan mempertimbangkan titik-titik kritis yang rawan deformasi. Rangka *jig* dirancang menggunakan material UNP 100 untuk kekuatan utama struktur, sedangkan *clamp jig* dirancang dari Nako 40 dan plat SS400 sebagai pengunci part dengan metode penguncian empat titik menggunakan baut M8 x 1,5 mm agar *part* tetap presisi selama proses pengelasan berlangsung. Visualisasi desain dilakukan dalam bentuk gambar 2D dan 3D untuk memudahkan proses pembuatan dan implementasi di lapangan. Selain itu, urutan pengelasan diperbaiki dengan pendekatan metode berlawanan arah, yang bertujuan untuk menyebarkan panas secara merata dan mengurangi potensi distorsi.

Implementasi dari kedua perbaikan ini kemudian diuji melalui proses *welding* sebanyak tiga kali sebagai bagian dari tahap verifikasi di langkah selanjutnya.

Tahap *Check* dilakukan untuk mengevaluasi hasil dari pelaksanaan perbaikan yang telah dilakukan. Evaluasi difokuskan pada pengukuran dimensi *part bracket* HM400 *Bar Sub* pada tiga titik kritis: dimensi A, B, dan C. Ketiga titik ini dipilih karena pada *trial* sebelumnya menunjukkan ketidaksesuaian dimensi terhadap standar desain yang telah ditentukan dalam PDS, serta memiliki risiko tertinggi terhadap fungsi *part*. Proses verifikasi dilakukan melalui tiga kali *trial* pengelasan dengan menggunakan *jig welding* dan urutan pengelasan baru. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa seluruh titik dimensi telah berada dalam toleransi standar, yaitu: dimensi A (standar $568,5 \pm 2$ mm) menghasilkan nilai 568 mm – 569,5 mm; dimensi B (standar 1137 ± 2 mm) menghasilkan nilai 1136,5 mm – 1138 mm; dan dimensi C (standar $90 +0,5/-0$ mm) berada pada kisaran 90 – 90,2 mm. Terdapat juga *time* dan *cost reduction* sebesar 51,8% yang dapat meningkatkan produktivitas.

Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa alat bantu *jig welding* yang dirancang mampu secara efektif menahan deformasi selama proses pengelasan. Selain itu, perubahan urutan *welding* juga berkontribusi dalam mengurangi penyebaran panas yang tidak merata. Kombinasi dari kedua solusi tersebut terbukti mampu menghilangkan cacat dimensi yang sebelumnya terjadi pada *part bracket* HM400 *Bar Sub*. Maka dari itu, proyek *improvement* pada *part bracket* dinyatakan berhasil karena tidak muncul cacat, sehingga dapat dikomersialkan dan lanjut pada tahap *mass production*. Keberhasilan implementasi ini menunjukkan bahwa pendekatan *PDCA* yang dilakukan berjalan secara sistematis dan menghasilkan peningkatan kualitas proses produksi secara nyata.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berikut kesimpulan berdasarkan penelitian yang dilakukan:

1. Permasalahan utama teridentifikasi pada proses pengelasan, di mana dimensi *part* tidak sesuai dengan standar yang ditentukan, yaitu 1137 ± 2 mm. Hal ini menyebabkan *part* tidak dapat *di-assembly* dengan baik pada unit HM400, sehingga kehilangan fungsionalitasnya. Berdasarkan hasil observasi dan analisis dengan *Fault Tree Analysis (FTA)*, penyebab utama dari cacat dimensi adalah terjadinya deformasi selama proses *welding*. Deformasi ini dipicu oleh dua faktor utama, yaitu urutan pengelasan yang tidak tepat, yang mengakibatkan penyebaran panas tidak merata dan ketiadaan alat bantu seperti *jig welding* yang berfungsi untuk menahan *part* dari tekanan mekanis agar tetap stabil selama proses pengelasan berlangsung.
2. *Improvement* dilakukan melalui dua langkah utama, yaitu mengubah urutan proses pengelasan, serta merancang dan membuat alat bantu berupa *jig welding* untuk menahan efek dari deformasi dan dapat meminimalkan *defect*. Desain *jig full welding* dibuat berdasarkan referensi dari *Part Drawing Sheet (PDS) part bracket*, dengan mempertimbangkan titik-titik kritis yang rawan deformasi. *Jig welding* ini terdiri dari rangka berbahan UNP 100 dan clamp dari material Nako 40 serta plat SS400, yang menggunakan metode penguncian empat titik menggunakan baut M8 x 1,5 mm agar *part* tetap presisi selama proses pengelasan. Visualisasi desain dibuat dalam bentuk gambar 2D dan 3D untuk memudahkan proses pembuatan dan implementasi. Selain itu, urutan pengelasan diperbaiki dengan pendekatan metode berlawanan arah, yang bertujuan untuk menyebarluaskan panas secara merata dan mengurangi potensi distorsi.
3. Implementasi dari kedua perbaikan akan diuji melalui proses welding sebanyak tiga kali sebagai bagian dari tahap verifikasi. Implementasi ini difokuskan pada pengukuran dimensi *part bracket* pada tiga titik kritis: dimensi A, B, dan C. Ketiga titik ini dipilih karena pada *trial* sebelumnya menunjukkan ketidaksesuaian dimensi terhadap standar desain yang telah ditentukan dalam PDS, serta memiliki risiko tertinggi terhadap fungsi *part*. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa

seluruh titik dimensi telah berada dalam toleransi standar. Dan terdapat *time* dan *cost reduction* sebesar 51,8%. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa kombinasi dari kedua solusi tersebut terbukti mampu menghilangkan cacat dimensi yang sebelumnya terjadi pada *part bracket HM400 Bar Sub*. Maka dari itu, proyek *improvement* pada *part bracket* dinyatakan berhasil karena tidak adanya muncul cacat, sehingga dapat dikomersialkan dan lanjut pada tahap *mass production*. Untuk mempertahankan kualitas, akan dibuat standarisasi untuk memastikan keberlanjutan penggunaan *jig welding*. Dan dilakukan sosialisasi *SOP* untuk memastikan pekerja memahami cara penggunaan *jig welding* untuk keberlanjutan produksi. Keberhasilan implementasi ini menunjukkan bahwa pendekatan *PDCA* yang dilakukan berjalan secara sistematis dan menghasilkan peningkatan kualitas proses produksi secara nyata.

5.2 Saran

Berikut saran dari penelitian yang dilakukan:

1. Pelatihan dan sosialisasi kepada *operator* sangat penting agar penggunaan alat **bantu** *jig welding* serta urutan *welding* yang baru dapat dilaksanakan dengan benar dan konsisten di lapangan.
2. Evaluasi dan *monitoring* berkala perlu dilakukan terhadap efektivitas *jig welding* yang telah dirancang.
3. Disarankan agar pendekatan ini juga diterapkan pada *part* lain dengan potensi *defect* serupa, sehingga efisiensi dan kualitas keseluruhan proses produksi di PT. Menara Cipta Metalindo dapat terus ditingkatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Merjani, A., & Kamil, I. (2021). Penerapan Metode Seven Tools Dan *PDCA* (Plan Do Check Action) Untuk Mengurangi Cacat Pengelasan Pipa. *PROFISIENSI: Jurnal Program Studi Teknik Industri*, 9(1), 124–131. <https://doi.org/10.33373/profis.v9i1.3313>
- [2] Anom Pancawati, N. L. P. (2022). Total Quality Management Dan Biaya Mutu: Meningkatkan Daya Saing Melalui Kualitas Produk. *Ganaya : Jurnal Ilmu Sosial Dan Humaniora*, 5(2), 185–194. <https://doi.org/10.37329/ganaya.v5i2.1674>
- [3] Senoaji, A. P., Kosasih, M., Nelfiyanti, N., & Puteri, R. A. M. (2020). Penerapan *PDCA* Dalam Meminimasi Defect Salah Varian Panel Dash Join Front Di Pt.Xyz. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 7(2), 81. <https://doi.org/10.24853/jisi.7.2.81-90>
- [4] Dengan, P., Ergonomi, P., Ukm, D. I., Khairudin, M. J., Purbasari, A., & Methalina, V. (2021). *Perancangan Meja Kerja Untuk Mengurangi Low Back Pain (Lbp) Pada Pekerja Bagian Proses*. 9(1).
- [5] Purbaningrum, S. P., Johannes, J., Imansuri, F., Salati, D., & Solih, E. S. (2023). Implementasi Jig Welding Untuk Meningkatkan Efisiensi Pengelasan Frame Base. *Journal of Community Services in Sustainability*, 2(1), 55–64. <https://doi.org/10.52330/jocss.v2i1.277>
- [6] Taufik, D. A. (2020). *PDCA Cycle Method implementation in Industries: A Systematic Literature Review*. *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, 1(3), 157. <https://doi.org/10.22441/ijiem.v1i3.10244>
- [7] Adriantantri, E., Indriani, S., & Saifulloh, R. (2023). Perbaikan Kualitas Produk Menggunakan Metode Quality Control Circle (QCC) dan Plan, Do, Check, Action (*PDCA*). *Prosiding SENIATI*, 7(2), 225–229. <https://doi.org/10.36040/seniati.v7i2.8058>
- [8] Putrawangsa, D., Caniago, A., Aprilio, S., & Yogasara, T. (2022). Application of *PDCA* Method in Improving the Quality of Valve Production. *Eduvest - Journal of Universal Studies*, 2(8), 573–586. <https://doi.org/10.59188/eduvest.v2i8.551>
- [9] Raza, M., Malik, A. A., & Bilberg, A. (2021). *PDCA* integrated simulations enable effective deployment of collaborative robots: Case of a manufacturing SME. *Procedia CIRP*, 104(March), 1518–1522.

<https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.256>

- [10] Ansori, F. A., & Gusniar, I. N. (2023). Penerapan Metode Seven Tools pada Pengendalian Kualitas Produk Cacat di PT. XYZ. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(2), 5970–5978. <https://doi.org/10.32672/jse.v8i2.5991>
- [11] Nursyamsi, I., & Momon, A. (2022). Analisa Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Seven Tools untuk Meminimalkan Return Konsumen di PT. XYZ. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(1), 2701–2708. <https://doi.org/10.32672/jse.v7i1.3878>
- [12] Permono, L., Salmia, L. A., & Septiari, R. (2022). Penerapan Metode Seven Tools Dan New Seven Tools Untuk Pengendalian Kualitas Produk (Studi Kasus Pabrik Gula Kebon Agung Malang). *Jurnal Valtech (Jurnal Mahasiswa Teknik Industri)*, 5(1), 58–65.
- [13] Sumatera, H. W., Marlina, W. A., Arasid, D. W., Produk, T. D., & Puluh, K. L. (2024). Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Seven Tools Di Usaha Gula Aren Saka Halaban Sumatera Barat Quality Control Analysis Using The Seven Tools Method In Saka Aren Sugar Business Terdapat berbagai metode pengendalian yang dapat digunakan. *Integrasi: Jurnal ...*, 09(01). <https://jurnal.um-palembang.ac.id/integrasi/article/view/7619>
- [14] Ishac, A., Simanjuntak, E., & Sinaga, N. (2021). Perancangan Jig and Fixture Pengelasan Untuk Mencegah Distorsi Pada Saat Pengelasan Rangka Depan Maung 4X4. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 9(4), 483–490.
- [15] Rasyid, D., & Hartini, S. S. (2024). Analisis Perancangan Kursi Ergonomi Untuk Mengurangi Keluhan Otot Pada Pekerja Fungsi Human Capital PT. Pertamina Trans Kontinental Jakarta Pusat. *Industrial Engineering Online Journal*, 13(3).

LAMPIRAN

