

Rancang Bangun Jig *Welding* Modifikasi *Pneumatic Clamp* Untuk Pengelasan *Rear Tube* Sepeda Motor Listrik

Sanurya Putri Purbaningrum^{1*}, Edwin Sahrial Solih², Indah Kurnia Mahasih Lianny³,
Sarip Awaludin⁴, Dirham Sidiq⁵

^{1, 2, 4, 5}Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif, Politeknik STMI Jakarta

³Program Studi Teknik Industri Otomotif, Politeknik STMI Jakarta

^{1, 2, 3, 4, 5}Jl. Letjen Suprpto No.26, Cemp. Putih Tim, Jakarta 10510, Indonesia

E-mail: sanuryaputri@stmi.ac.id¹, edwin.solih@stmi.ac.id², indah-kml@stmi.ac.id³,
sarip.stmi@gmail.com⁴, dirhamsidiq783@gmail.com⁵

Info Naskah:

Naskah masuk: 19 Februari 2025

Direvisi: 10 Juli 2025

Diterima: 24 Juli 2025

Abstrak

Pengelasan rear tube frame sepeda motor listrik di PT Ganding Toolsindo masih menggunakan jig welding manual clamp yang menimbulkan permasalahan lamanya waktu setup part dan hasil sambungan las kurang presisi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang jig welding yang lebih efisien, yang dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas pengelasan dengan melakukan modifikasi pneumatic clamp pada jig welding yang digunakan. Metode penelitian yang digunakan antara lain studi literatur, observasi lapangan, analisis dan pengumpulan data, desain jig welding dengan pneumatic clamp, pembuatan dan uji coba jig welding. Pengelasan dengan jig welding manual clamp membutuhkan waktu setup part selama 40 detik. Sedangkan setup part pada pengelasan dengan jig welding modifikasi pneumatic clamp adalah sebesar 19 detik. Pengurangan waktu setup part dengan penggunaan jig welding modifikasi pneumatic clamp adalah sebesar 21 detik atau sebesar 52%. Hasil ini membuktikan bahwa penggunaan jig welding modifikasi pneumatic clamp mampu meningkatkan efisiensi pengelasan dan hasil sambungan las lebih presisi.

Keywords:

welding jig;

welding quality;

pneumatic clamp;

setup part.

Abstract

Welding of electric motorcycle rear tube frames at PT Ganding Toolsindo still uses manual clamp welding jigs, which cause problems with long part setup times and less precise weld joints. This study aims to design a more efficient welding jig, which can increase productivity and welding quality by modifying the pneumatic clamp on the welding jig used. The research methods used include literature studies, field observations, data analysis and collection, welding jig design with pneumatic clamps, manufacturing, and testing of welding jigs. Welding with manual clamp welding jigs requires a part setup time of 40 seconds. While the part setup in welding with pneumatic clamp modified welding jigs is 19 seconds. The reduction in part setup time by using pneumatic clamp modified welding jigs is 21 seconds or 52%. These results prove that the use of pneumatic clamp modified welding jigs can increase welding efficiency and produce more precise weld joints.

***Penulis korespondensi:**

Sanurya Putri Purbaningrum

E-mail: sanuryaputri@stmi.ac.id

1. Pendahuluan

Pada era industri 4.0, efisiensi dan kualitas produksi menjadi dua aspek yang sangat penting bagi perusahaan manufaktur, termasuk di sektor otomotif [1]. Salah satu komponen krusial dalam pembuatan sepeda motor listrik adalah frame, yang harus dirakit dengan presisi tinggi untuk memastikan kekuatan dan keselamatan produk akhir. Proses pengelasan merupakan tahap vital dalam perakitan frame, di mana kualitas sambungan las berpengaruh langsung terhadap daya tahan dan performa sepeda motor listrik. Oleh karena itu, penggunaan jig *welding* yang tepat menjadi sangat penting untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam proses pengelasan [2].

Salah satu perusahaan yang bergerak di bidang komponen otomotif yang saat ini sedang memproduksi sepeda motor listrik adalah PT Ganding Toolsindo. Metode pengelasan yang digunakan di PT Ganding Toolsindo saat ini masih bergantung pada jig manual, yang seringkali menghadapi berbagai tantangan, seperti waktu setup yang lama dan ketidakakuratan posisi komponen [3]. Hal ini dapat menyebabkan variasi dalam kualitas sambungan las, yang pada akhirnya berdampak pada kualitas produk akhir [4]. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan inovasi dalam desain jig *welding* yang dapat mempercepat proses pengelasan dan meningkatkan akurasi sambungan. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah modifikasi jig dengan menggunakan *pneumatic clamp* [5]. Penggunaan *pneumatic clamp* diharapkan dapat memberikan kemudahan dalam penguncian dan penempatan komponen [6].

Metode *reverse engineering* akan digunakan dalam penelitian ini untuk menganalisis desain jig *welding* yang ada. *Reverse engineering* sendiri merupakan proses analisis produk yang sudah ada dengan memahami cara kerjanya, desain, komponen, serta prinsip teknisnya [7]. Identifikasi kekurangan dan potensi perbaikan yang diperlukan dalam pembuatan jig *welding* dapat dilakukan dengan memahami dan mengevaluasi desain yang sudah ada [8]. Proses ini tidak hanya memungkinkan pengembangan desain yang lebih baik, tetapi juga memberikan wawasan tentang bagaimana teknologi terkini dapat diintegrasikan ke dalam proses produksi yang sudah ada [9]. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk merancang jig *welding* yang lebih efisien, yang dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas pengelasan di PT Ganding Toolsindo. Jig yang dimodifikasi yaitu jig yang digunakan untuk pengelasan *rear tube*.

Rear tube merupakan bagian pada frame motor listrik yang berfungsi untuk menopang body kendaraan. Oleh sebab itu proses *welding* komponen *rear tube* harus presisi agar komponen tersebut dapat dirakit dengan bagian-bagian lain sehingga membentuk satu kendaraan yang utuh. Selain itu, lamanya proses setup pada saat pengelasan juga menjadi permasalahan yang harus segera dicarikan solusi. Dengan demikian, penggunaan *pneumatic clamp* dalam jig *welding* juga diharapkan dapat mengurangi waktu setup dan peningkatan fleksibilitas dalam penempatan komponen [10]. Sistem pneumatik yang dapat bekerja dengan sekali tekan menyebabkan seluruh *clamp* dapat bergerak secara bersamaan sehingga waktu pemasangan dan pelepasan komponen menjadi lebih cepat [11]. Dengan mengurangi waktu setup, produktivitas di PT Ganding Toolsindo juga

meningkat sehingga berdampak positif pada daya saing produk di pasar.

Penggunaan jig *welding* dengan *pneumatic clamp* juga dapat meningkatkan keselamatan kerja operator ketika melakukan proses pengelasan [12]. Adanya *pneumatic clamp* membuat operator tidak perlu mengangkat *handle clamp* satu persatu yang kemungkinan besar terkena percikan api pada waktu pengelasan sehingga dapat melukai tangan [13]. Penggunaan *pneumatic clamp* juga mengurangi tingkat kelelahan operator karena tidak perlu mengeluarkan banyak tenaga untuk menaikkan *handle clamp* [14].

Penelitian sebelumnya menggunakan jig *pneumatic* untuk meningkatkan presisi dan efisiensi dalam proses pengeboran (*drilling*) [15]. Kelebihan dari penelitian ini dilengkapi dengan simulasi analisis tegangan dan deformasi, termasuk perhitungan *factor of safety*. Kekurangan dari penelitian sebelumnya yang dapat dilakukan pada penelitian ini yaitu penelitian sebelumnya kurang relevan untuk proses pengelasan, tidak menekankan aspek keselamatan operator dan tidak melakukan perhitungan keuntungan. Sedangkan pada penelitian ini, jig *welding* modifikasi *pneumatic clamp* memperhatikan aspek keselamatan dan memperhitungkan biaya penghematan yang dapat diperoleh dari penggunaan jig.

Penelitian serupa yang dapat dijadikan rujukan pada penelitian ini yaitu penggunaan jig *pneumatic clamping* untuk proses *surface machining* pada *part bracket engine mounting* [16]. Penelitian sebelumnya mengkaji pengaruh penggunaan *pneumatic clamp* terhadap pengurangan *cycle time* dan telah dilakukan analisis tegangan serta *displacement*. Akan tetapi, penggunaan *pneumatic clamp* hanya berfokus pada proses *machining* saja sehingga gap yang dapat diisi melalui penelitian ini yaitu mengembangkan jig *welding* dengan modifikasi *pneumatic clamp* yang berfokus untuk proses pengelasan.

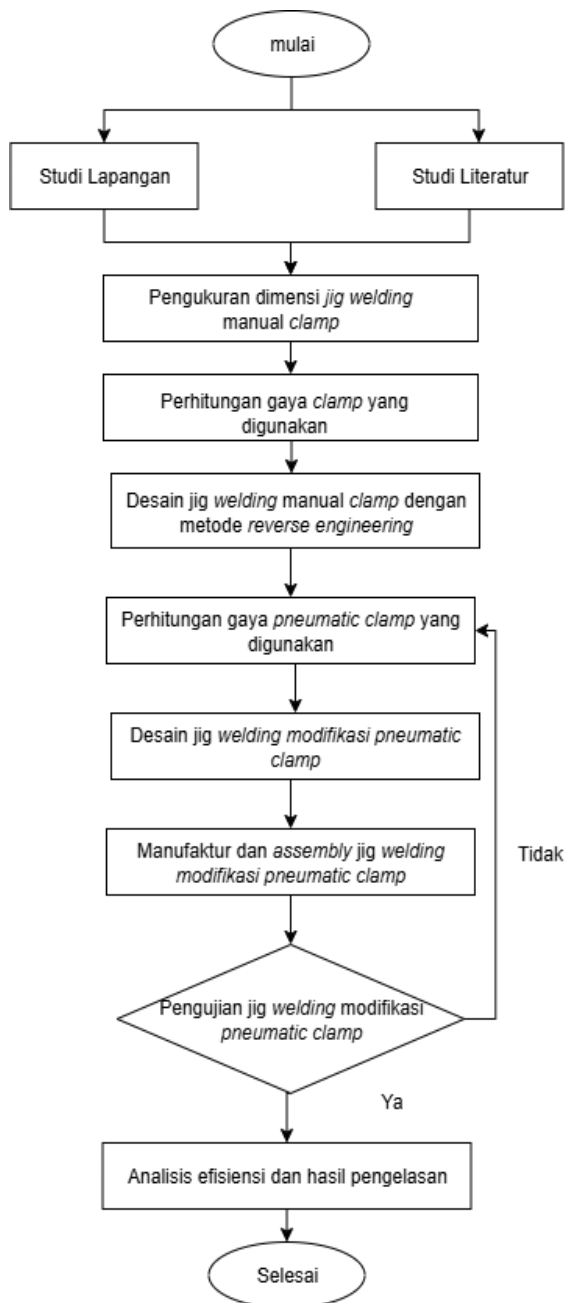
Penelitian ketiga yang dapat dikaji sebagai rujukan yaitu perancangan *welding fixture* untuk mempercepat proses pengelasan struktur *conveyor* [17]. *Welding fixture* yang dirancang menggunakan dua *toggle clamp* dan dua *pneumatic clamp*. Gap yang dapat diisi melalui penelitian ini yaitu jig *welding* yang dirancang pada penelitian ini menggunakan 6 *pneumatic clamp* sehingga tidak menggunakan manual *toggle clamp*. Selain itu, pada penelitian ini jig *welding* digunakan untuk pengelasan rangka motor listrik.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat dihasilkan desain jig *welding* yang inovatif dan efektif, yang tidak hanya memenuhi kebutuhan teknis dalam pengelasan frame sepeda motor listrik, tetapi juga memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi di industri otomotif [18]. Dengan demikian, penelitian ini memiliki potensi untuk memberikan manfaat praktis bagi PT Ganding Toolsindo dalam meningkatkan kualitas dan efisiensi proses produksi, serta memperkuat posisi perusahaan di pasar yang semakin kompetitif.

2. Metode

Pendekatan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *reverse engineering* untuk memahami, menganalisis, dan merancang ulang jig *welding*

dengan modifikasi *pneumatic clamp*. Pendekatan ini dipilih agar peneliti dapat mengidentifikasi komponen dan fungsi alat yang telah ada, kemudian melakukan perbaikan dan modifikasi sesuai kebutuhan proses pengelasan frame sepeda motor listrik di PT Ganding Toolsindo [19]. Adapun metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada tahap ini studi literatur dilakukan pengumpulan literatur terkait jig welding, *pneumatic clamp*, dan teknik reverse engineering. Studi literatur ini akan mencakup teori tentang proses pengelasan, desain jig, serta karakteristik sistem *pneumatic* yang cocok untuk proses pengelasan frame sepeda motor listrik.

Observasi dilakukan untuk memahami kondisi aktual dan kebutuhan di PT Ganding Toolsindo. Pengamatan jig welding yang sudah digunakan di pabrik dilakukan untuk mengidentifikasi kelemahan atau kekurangannya dan untuk melihat proses pengelasan frame sepeda motor listrik yang sedang berlangsung. Jig welding yang ada di PT Ganding toolsindo dilakukan pengukuran pada setiap bagiannya, baik ukuran *locator*, jarak antar *locator*, *clamp*, maupun bagian-bagian lain yang terdapat pada *jig welding*. Hasil pengukuran dimensi nantinya akan digunakan sebagai data awal desain CAD *jig welding* menggunakan metode *reverse engineering*.

Perhitungan gaya *clamp* dilakukan untuk mengetahui jenis *clamping* yang digunakan sehingga ketika membuat *bill of material* bisa sesuai dengan kondisi yang ada. Desain jig welding *pneumatic clamp* menggunakan metode reverse engineering dimulai dari data hasil pengukuran jig welding kemudian dibuat gambar 3 dimensi dan 2 dimensi kemudian dibuat *bill of material*.

Perhitungan gaya *pneumatic clamp* dilakukan untuk mengetahui jenis silinder yang nanti akan digunakan pada *jig welding* modifikasi *pneumatic clamp*. Pada tahap Desain jig welding dengan *Pneumatic clamp* dilakukan proses perancangan jig welding modifikasi. Proses ini mencakup pemodelan 3D yang dimulai dengan membuat desain jig welding dengan menggunakan perangkat lunak CAD untuk memvisualisasikan perubahan desain dan pengaturan *pneumatic clamp*. Setelah desain jig selesai, pembuatan jig welding dilakukan di workshop PT Ganding Toolsindo. Proses ini terdiri dari machining komponen tambahan seperti bracket, perakitan komponen dan pemasangan *pneumatic clamp* pada jig sesuai rancangan. Setelah itu, dilakukan uji coba penggunaan jig welding dengan frame sepeda motor listrik untuk melihat:

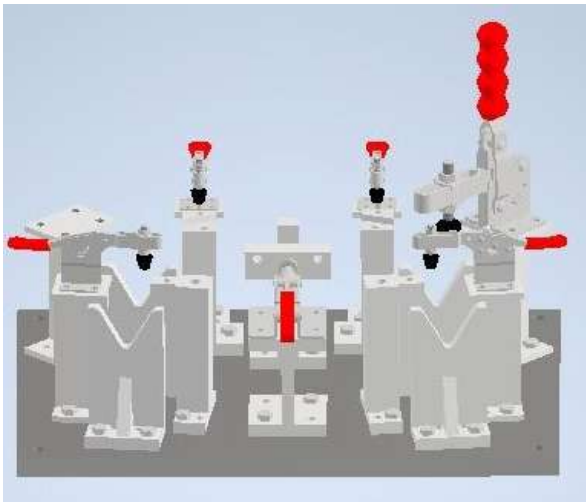
- Efisiensi Waktu dan Keuntungan Perusahaan*: Menilai apakah penggunaan jig yang dimodifikasi dapat meningkatkan efisiensi waktu pengelasan dan mengurangi waktu siklus (*cycle time*) pengelasan. Analisis ini juga digunakan untuk menghitung keuntungan yang didapatkan perusahaan ketika menggunakan jig welding modifikasi *pneumatic clamp*.
- Kualitas Pengelasan*: Memeriksa kualitas pengelasan frame untuk memastikan tidak ada cacat las atau deformasi akibat penjepitan.

Berdasarkan hasil uji coba dan evaluasi, dibuat kesimpulan mengenai keberhasilan rancang bangun jig welding dengan *pneumatic clamp*. Peneliti juga akan memberikan rekomendasi untuk pengembangan jig selanjutnya atau potensi penerapan jig serupa di proses produksi lain di PT Ganding Toolsindo.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Desain Jig Welding Manual Clamp

Pada tahap ini, diperoleh data jig welding yang saat ini digunakan oleh PT Ganding Toolsindo. Setelah didapatkan data jig welding manual *clamp*, dilakukan analisis dengan menggunakan reverse engineering. Dari hasil reverse engineering, dibuat desain ulang yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Desain Jig Welding Manual Clamp

Desain jig *welding manual clamp* memiliki dimensi panjang 500,10 mm, lebar 350,57 mm, 429,80 mm. Besarnya gaya *clamp* yang dibutuhkan untuk menahan benda kerja berupa tabung tubular dapat dihitung dengan rumus (1).

$$F_c \times Dt = F_a \times l \quad (1)$$

Dimana:

F_c = Clamping Force (N)

Dt = Tube Diameter (m)

F_a = Axial stress (N)

l = Tube Length (m)

Sedangkan menghitung axial force yang dimiliki tabung dapat digunakan rumus (2).

$$\sigma_L = \frac{F}{A} = \frac{Pd2}{(d+2t)2-d^2} \quad (2)$$

Dimana :

σ_L = massa benda (N/m²)

P = internal pressure (N/m²)

g = diameter dalam silinder (m)

t = ketebalan material (m)

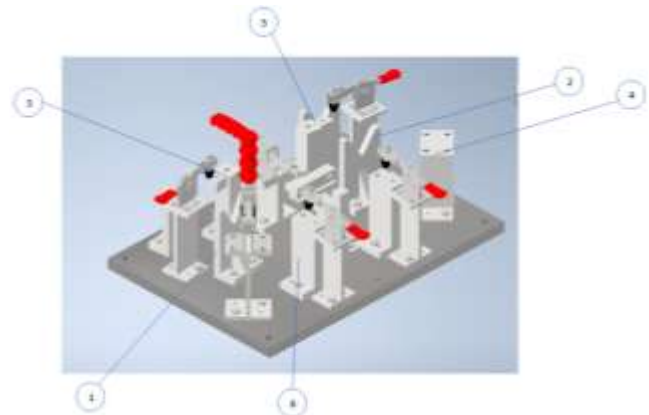
Jenis *clamp* yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Toggle Manual Clamp

No	Type	Qty	Clamping Force (N)
1	MC07-5-Toggle Clamps-Push-Pull Type	1	1600
2	MC04-4 – Toggle Clamps – Bottom Holder, Vertical Handle Type	2	3332
3	MC01H-3-Toggle Clamps – High Arm Type	4	900

Terdapat 9 lokator dengan 6 ukuran yang berbeda. Posisi lokator pada manual jig *welding manual clamp* dapat

dilihat pada gambar 3. Jenis dan ukuran lokator yang digunakan pada jig *welding manual clamp* sesuai dengan penomoran pada gambar 3 dapat dilihat pada tabel 2.



Gambar 3. Posisi Locator pada Jig Welding Manual Clamp

Tabel 2. Jenis dan Dimensi Lokator

No	Nomor Lokator	Dimensi raw material	Gambar
1	Lokator 1	70 x 40 x 12 119,5 x 70 x 12 50 x 25 x 12	
2	Lokator 2	70 x 40 x 12 119,5 x 70 x 12 50 x 25 x 12	
3	Lokator 3	80 x 30 x 12 108 x 30 x 30 55 x 30 x 20	
4	Lokator 4	72 x 70 x 12 76 x 70 x 12 72x70x12	
5	Lokator 5	121,5x50x20 70x50x12	
6	Lokator 6	80 x 50 x 12 115,9 x 50 x 30	

Langkah – langkah pengelasan menggunakan jig *welding manual clamp*, antara lain:

- 1) Menyiapkan *rear tube* yang akan dilas.

- 2) Menaikkan handle *clamp* agar part dapat diletakkan di locator.
- 3) Meletakkan *rear tube* dan komponen yang akan dilas.
- 4) Memastikan *rear tube* masuk sempurna dengan mengetok *rear tube* menggunakan palu.
- 5) Menekan handle untuk mengunci *clamp* pada benda kerja.
- 6) Menekan tombol on pada pengaturan spot *welding* untuk memulai pengelasan.
- 7) Membuka handle *clamp* agar part dapat dikeluarkan
- 8) Mencongkel benda kerja menggunakan palu agar benda kerja keluar sempurna.
- 9) Mengeluarkan benda kerja dari jig *welding*.

Lamanya waktu untuk proses pengelasan yaitu 1,35 menit. Sedangkan lama waktu pemasangan benda kerja ke jig selama 30 detik dan waktu pelepasan benda kerja dari jig *welding* sebesar 10 detik. Jadi total waktu yang digunakan untuk pemasangan dan pelepasan benda kerja dari jig *welding* adalah selama 40 detik

3.2 Desain Jig Welding dengan Pneumatic clamp

Sebelum dilakukan pembuatan desain jig *welding* dengan *pneumatic clamp*, dilakukan perhitungan untuk menentukan tipe silinder yang digunakan. Adapun rumus yang digunakan untuk perhitungan silinder pneumatic, antara lain :

$$F_{ct} = F_c \times sf \tag{3}$$

Dimana:

F_{ct} = total *clamping force* (N/m²)
 sf = *safety factor steel steady load* (4)

Setelah diketahui total *clamping force*, maka langkah selanjutnya adalah menentukan luas silinder *pneumatic* yang didapat dari rumus perhitungan tekanan pompa yang digunakan. Pada umumnya pompa yang digunakan memiliki tekanan sebesar 5 bar (0,5 N/mm²).

$$P = \frac{F_{ct}}{A} \tag{4}$$

Dimana:

P = tekanan pompa (N/mm²)
 A = luas permukaan batang piston (mm²)

Setelah luas permukaan batang piston diketahui, selanjutnya menghitung diameter silinder piston dengan rumus :

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \tag{5}$$

Dimana :

D = diameter silinder piston (mm²)

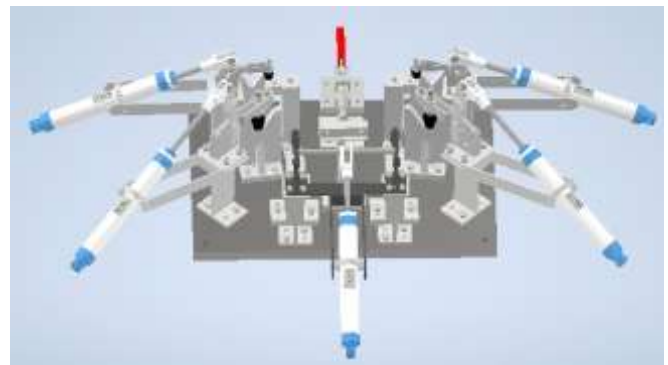
Setelah gaya yang *pneumatic cylinder clamp* dihitung, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan spesifikasi *pneumatic air cylinder* yang digunakan, adapun tipe yang digunakan, antara lain:

- 1) *Pneumatic air cylinder double acting MAL 20-75*
 Bore: 20mm,
 Stroke: 75mm
 Action Type: Double Acting;
 Rod Type: Single Rod

Port Size: PT1/8";
 Piston Port Size: M8x1.25
 Max. Operating Pressure 10/kgf/cm²
 Weight: 276g

- 2) 5/2 way valve push buton
- 3) One way valve pneumatic

Pada pemodelan 3D dihasilkan desain jig *welding pneumatic clamp* dengan software CAD. Hasil desain jig *welding pneumatic clamp* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Desain Jig Welding Pneumatic Clamp

Pada dasarnya desain jig *welding pneumatic clamp* tidak merubah desain awal dari desain jig *welding manual clamp*. Perbedaan desain hanya ada pada *clamp*. Manual *clamp* menggunakan *clamp* standar dari Misumi tanpa modifikasi, sedangkan *pneumatic clamp* menggunakan desain *clamp* yang sudah dimodifikasi dengan penambahan bracket dan silinder pneumatic.

Jig *welding pneumatic* juga menggunakan selang untuk menyambung antara silinder dan kompresor. Selain itu juga diperlukan power on-off untuk mengatur *clamp* dalam posisi menjepit atau membuka. *Clamp* yang digunakan masih menggunakan manual *clamp* dengan modifikasi bagian handle dengan penambahan bracket dan beberapa komponen lain yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Komponen Tambahan pada *Pneumatic clamp*

No	Nama Part	Bahan	Jumlah
1	Bracket Air <i>Clamp</i> Vertikal Besar	SPHC	2
2	<i>Clamp</i>	aluminium	6
3	Bracket Air <i>Clamp</i> Tengah	SPHC	1
4	Engsel Tambahan <i>Clamp</i> Tengah	SPHC	2
5	Engsel Tambahan <i>Clamp</i> Vertikal Kecil	SPHC	2
6	Bracket Air <i>Clamp</i> Vertikal Kecil	SPHC	2
7	Batang Rod		1

3.3 Pembuatan dan Uji Coba Jig Welding

Komponen tambahan pada *pneumatic clamp* dibuat dengan cara *machining* menggunakan mesin CNC *milling* di *workshop* PT Ganding Toolsindo. Salah satu komponen yang *dimachining* yaitu *bracket air* silinder yang digunakan untuk menyambungkan antara *air* silinder *pneumatic* dan

air silinder clamp. Komponen *bracket air silinder* dapat dilihat pada gambar 5. Langkah selanjutnya yaitu perakitan komponen dimana *bracket*, silinder, *clamp* dan *valve silinder* disatukan agar bisa dipasang pada *jig welding*. Komponen yang sudah dirakit dapat dilihat pada gambar 6. *Clamp* yang sudah dirakit dengan silinder *pneumatic* kemudian dipasang kembali pada *jig welding* dan dirangkai dengan selang *pneumatic* ke oneway 5/2, saklar, serta selang yang menuju ke kompresor. *Jig welding* yang sudah final dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 5. Komponen Tambahan yang sudah dimachining



Gambar 6. Komponen yang sudah dirakit



Gambar 7. Jig Welding yang sudah final

Pengujian *jig welding* modifikasi dilakukan di PT Ganding Toolsindo. Adapun langkah pengujian *jig welding pneumatic*, antara lain:

- 1) Menyiapkan *rear tube* yang akan dilas.
- 2) Melakukan setting pada *spot welding*.
- 3) Meletakkan *rear tube* dan komponen yang akan dilas.
- 4) Memastikan *rear tube* masuk sempurna dengan mengetok *rear tube* menggunakan palu.
- 5) Menekan *pneumatic* swith untuk mengunci *clamp* pada benda kerja.
- 6) Menekan tombol on pada pengaturan *spot welding* untuk memulai pengelasan.
- 7) Menekan tombol swith untuk membuka *clamp*.
- 8) Mencongkel benda kerja menggunakan palu agar benda kerja keluar sempurna.
- 9) Mengeluarkan benda kerja dari *jig welding*.

Waktu pemasangan benda kerja pada *jig welding* serta waktu pengkleman total selama 15 detik. Sedangkan waktu pelepasan benda kerja dari *jig welding* selama 4 detik. Total waktu pemasangan dan pelepasan benda kerja dengan menggunakan *jig welding* modifikasi adalah sebesar 19 detik, sedangkan total waktu pemasangan dan pelepasan benda kerja menggunakan *jig welding manual clamp* sebesar 40 detik. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *jig welding* modifikasi *pneumatic clamp* dapat mengurangi waktu proses sebesar 21 detik atau sebesar 52%.

3.4. Analisis Hasil Uji Coba Jig Welding

Analisis hasil uji coba *jig welding* dilakukan untuk mengetahui keuntungan perusahaan yang dapat diperoleh dengan proses pengelasan menggunakan *jig welding* modifikasi *pneumatic clamp*. Selain itu, analisis juga dilakukan untuk membandingkan hasil pengelasan sebelum menggunakan *jig welding* modifikasi *pneumatic clamp* dan sesudah menggunakan *jig welding* modifikasi *pneumatic clamp*.

3.4.1 Analisis Efisiensi dan Keuntungan Perusahaan

Analisis efisiensi waktu pengelasan dilakukan dengan menghitung waktu pengelasan sebelum menggunakan *jig welding* modifikasi *pneumatic clamp*. Adapun waktu yang diperlukan untuk proses pengelasan sebelum menggunakan *jig welding* modifikasi *pneumatic clamp* adalah selama 1 menit 29 detik (89 detik). Sedangkan proses pengelasan *rear tube* yang dapat dilakukan dalam waktu 1 jam adalah sebanyak 40 part.

Proses pengelasan *rear tube* menggunakan *jig welding* modifikasi *pneumatic clamp* adalah selama 1 menit 8 detik (68 detik), sehingga jumlah part yang dapat dilakukan pengelasan dalam 1 jam adalah 52 part.

Keuntungan perusahaan dengan menggunakan *jig welding* modifikasi *pneumatic clamp* dapat dihitung sebagai berikut:

- 1) Produksi per hari tanpa *jig welding* modifikasi *pneumatic clamp*

$$= 3 \times 40$$

$$= 120 \text{ part}$$

- 2) Produksi dalam satu bulan tanpa jig *welding* modifikasi *pneumatic clamp*
= 20 x 120
= 2400 part
- 3) Produksi per hari dengan jig *welding* modifikasi *pneumatic clamp*
= 3 x 52
= 156 part
- 4) Produksi dalam satu bulan dengan jig *welding* modifikasi *pneumatic clamp*
= 20 x 156
= 3120 part
- 5) Selisih jumlah part sebelum dan sesudah penggunaan jig *welding* modifikasi *pneumatic clamp*
= 3120 – 2400
= 720 part
- 6) Biaya assembly tiap part Rp 10.000, 00
- 7) Keuntungan dalam satu bulan sebelum dikurangi biaya pembuatan jig
= 720 x Rp 10.000, 00
= Rp 7.200.000,00
- 8) Biaya Produksi Jig *Welding* Modifikasi *Pneumatic clamp* Rp 5.000.000,00
- 9) Keuntungan bersih dalam satu bulan
= Rp 7.200.000,00 - Rp 5.000.000,00
= Rp 2.200.000,00

Jadi total keuntungan perusahaan yang didapatkan dengan menggunakan jig *welding* modifikasi *pneumatic clamp* adalah sebesar Rp 2.200.000,00.

3.4.2 Analisis Hasil Pengelasan

Kekuatan penjepitan yang dihasilkan oleh *pneumatic clamping* terdistribusi normal, hal ini dikarenakan aliran udara yang sudah disetting masuk pada masing-masing katup sehingga posisi *clamp* sudah dipastikan menjepit dengan normal tanpa ada *clamp* yang masih terbuka atau kendur. Hasil pengelasan dapat dilihat melalui trial pengelasan *rear tube* sebanyak 30 *sample*. Dari sampel tersebut identifikasi perbandingan hasil pengelasan sebelum menggunakan jig *welding* modifikasi *pneumatic clamp* dan sesudah menggunakan jig *welding* modifikasi *pneumatic clamp*. Perbandingan hasil pengelasan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Pengelasan

No	Pembanding	Sebelum menggunakan jig <i>welding pneumatic clamp</i>	Sesudah menggunakan jig <i>welding pneumatic clamp</i>
1	Kepresisian titik pengelasan	30 OK	3 NG/ 27 OK
2	Sambungan menyatu dengan logam induk	30 OK	5 NG / 25 OK

Hasil pengelasan dengan jig *welding* lebih presisi. Hal ini dikarenakan posisi *clamping* yang langsung terkunci secara otomatis sehingga tidak ada kejadian lupa mengunci

clamp. Kelalaian dalam penguncian *clamp* mengakibatkan benda kerja memuai ketika proses pengelasan dan hasilnya menjadi *not good* atau NG.

Selain menurunkan waktu proses, penggunaan jig *welding* modifikasi juga menurunkan risiko kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja yang mungkin terjadi adalah ketika pelepasan benda kerja, tangan operator yang sedang menarik manual *clamp* dapat terkena benda kerja yang baru saja dilas dengan suhu tinggi. Akibatnya tangan bisa luka atau melepuh. Proses pemasangan *rear tube* motor listrik dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Proses pemasangan *rear tube*

Penggunaan jig *welding pneumatic clamp* terbukti dapat mengurangi tingkat kelelahan operator. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil wawancara dengan operator yang bekerja di bagian pengelasan *rear tube*. Adanya *pneumatic clamp* membuat operator tidak lagi perlu menaikkan *handle* satu per satu sehingga tingkat kelelahan operator menjadi berkurang.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil yang telah didapatkan dan pembahasan yang sudah dilakukan yaitu telah didapatkan desain jig *welding* modifikasi *pneumatic clamp* dengan menggunakan 5 *air cylinder clamp* dengan tambahan bracket *air cylinder* dan engsel tambahan. Hasil trial menunjukkan bahwa penggunaan jig *welding* modifikasi *pneumatic clamp* dapat menurunkan waktu proses sebesar 52%. Keuntungan perusahaan yang didapat dengan penggunaan jig *welding* modifikasi *pneumatic clamp* adalah sebesar Rp 2.200.000,00. Penggunaan jig *welding* modifikasi *pneumatic clamp* juga meningkat kepresisian hasil pengelasan dan meminimalkan cacat fusi.

Rekomendasi yang dapat diberikan dari penelitian ini, yaitu melakukan penyempurnaan rancangan dengan pengecatan dan pembersihan area sekitar sehingga proses produksi bisa lebih mudah, melakukan simulasi tegangan dan termal agar diketahui kekuatan dari rancangan alat bantu jig *welding* modifikasi *pneumatic clamp*

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada PT Ganding Toolsindo sebagai mitra penelitian yang sudah menyediakan tempat dan objek penelitian serta bantuan *machining* komponen. Terima kasih juga untuk Politeknik STMI Jakarta yang telah mendanai penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] N. Purba, M. Yahya, and Nurbaiti, "Revolusi Industri 4.0 : Peran Teknologi Dalam Eksistensi Penguasaan Bisnis Dan Implementasinya," *J. Perilaku Dan Strateg. Bisnis*, vol. 9, no. 2, pp. 91–98, 2021.
- [2] S. P. Purbaningrum, J. Johannes, F. Imansuri, D. Salati, and E. S. Solih, "Implementasi Jig Welding Untuk Meningkatkan Efisiensi Pengelasan Frame Base," *J. Community Serv. Sustain.*, vol. 2, no. 1, pp. 55–64, 2023, doi: 10.52330/jocss.v2i1.277.
- [3] A. Ishac *et al.*, "Perancangan Jig and Fixture Pengelasan Untuk Mencegah Distorsi," vol. 9, no. 4, pp. 483–490, 2021.
- [4] M. A. Amiruddin and H. Setiawan, "Perancangan Dan Simulasi Rangka Welding Holder Untuk Pengelasan Pipa Pada Las Gmaw," *J. CRANKSHAFT*, vol. 2, no. 2, pp. 1–8, 2019.
- [5] C. Hoffmann Sampaio *et al.*, "Demolished concretes recycling by the use of pneumatic jigs," *Waste Manag. Res.*, vol. 38, no. 4, pp. 392–399, 2020, doi: 10.1177/0734242X20902835.
- [6] E. S. Solih, V. Hayoto, and S. P. Purbaningrum, "Perancangan Hydraulic System Dalam Rangka Mendukung Dies Clamping Pada Mesin Press Seyi SN2-300 di PT Ganding Toolsindo," vol. VIII, no. 4, pp. 7387–7393, 2023.
- [7] A. D. Anggono and S. P. Purbaningrum, "Reverse Engineering Outer Rear Bumper Mobil Esemka Rajawali R2," *Univ. Muhammadiyah Surakarta*, pp. 46–50, 2017, [Online]. Available: <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/handle/11617/8174>.
- [8] M. Z. A. Soleh and M. Mulyadi, "Design and Build JIG Design on Friction Stir Welding Using Fillet Connection on AA6061-T6 Material," *Indones. J. Innov. Stud.*, vol. 14, pp. 1–9, 2021, doi: 10.21070/ijins.v14i.536.
- [9] Ruslan Supriyadi, Suwaryo Nugroho, and Kristanto Mulyono, "Meningkatkan produktivitas pada line produksi di PT. XYZ dengan menggunakan metode PDCA delta," *JENIUS J. Terap. Tek. Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 51–60, 2022, doi: 10.37373/jenius.v3i1.235.
- [10] I. K. M. Lianny, S. P. Purbaningrum, and E. S. Solih, "Implementation of Single Minute Exchange of Dies at PT Ganding Toolsindo," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, 2022, doi: 10.1145/3557738.3557830.
- [11] S. P. Purbaningrum, I. K. M. Lianny, E. S. Solih, A. W. Arohman, and B. Satiman, "Clamping Dies Design To Minimize Automotive Component Dies Setup Time At Pt Ganding Toolsindo," *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 25, no. 2, pp. 77–84, 2024, doi: 10.23917/mesin.v25i2.3012.
- [12] E. S. Solih, S. P. Purbaningrum, I. Kurnia, and M. Lianny, "Implementasi K3 dan 5S dalam Pengoptimalan Penggunaan Alat Bantu Roller Dies dan Hanging Roller pada Proses Setup Dies di PT Ganding Toolsindo," *Implementasi K3 dan 5S dalam Pengoptimalan Pengguna. Alat Bantu Roll. Dies dan Hanging Roll. pada Proses Setup Dies di PT Ganding Toolsindo*, vol. 2, pp. 103–110, 2023.
- [13] N. Iskandar, F. A. Raharjo, and S. Nugroho, "Analisis Pengaruh Modifikasi Gerakan Pahat pada Proses Permesinan Rumah Poci Komponen Dies Drawing Pedal Brake dengan Software Inventor CAM," *Rotasi*, vol. 21, no. 3, p. 173, 2019, doi: 10.14710/rotasi.21.3.173-180.
- [14] M. and A. W. Munir, "Perancangan Alat Hidrolis Yang Ergonomis Guna Meningkatkan Performance Kerja Sepeda Motor," *J. Mech. Manuf. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 66–78, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.yudharta.ac.id/v2/index.php/jmmt/article/view/2317%0Ahttps://jurnal.yudharta.ac.id/v2/index.php/jmmt/article/download/2317/1688>.
- [15] P. Shinde, A. Mankar, D. Sonar, G. Kardile, and P. Mahale, "Design and Development of Pneumatic Drill Jig," *Int. J. Innov. Eng. Res. Technol.*, vol. 7, no. 5, pp. 68–74, 2020.
- [16] H. Asbanu, Y. Chan, R. P. Wibowo, S. T. Mesin, and U. D. Persada, "Rancang Bangun jig clamping sebagai alat bantu proses surface machining part bracket engine mointing sistem pneumatic," *Pros. Snttm*, vol. XXI, pp. 588–597, 2023.
- [17] N. Mustika D, Asep Y Y, and Rosidi, "Konsep Desain Welding Fixture K Horizontal Bracing," *Pros. Semin. Nas. Tek. Mesin Politek. Negeri Jakarta*, vol. 3069, pp. 1966–1975, 2022, [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>.
- [18] C. Carli, E. Saputra, D. Daryadi, and S. Sunarto, "Aplikasi Jig pada proses pembuatan Hook untuk Meningkatkan Efisiensi Waktu Pengelasan Menggunakan Rotary Welding: Studi Kasus di Industri Karoseri," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 17, no. 2, p. 325, 2022, doi: 10.32497/jrm.v17i2.3730.
- [19] I. Setiawan *et al.*, "Penerapan Jig & Fixture pada Produksi Massal di Industri Manufaktur," *J. Media Tek. dan Sist. Ind.*, vol. 7, no. 2, p. 104, 2023, doi: 10.35194/jmstsi.v7i2.3165.