

RANCANG BANGUN MESIN SPOT WELDING MENGGUNAKAN DOUBLE TRAF0

Angki Narda Yulianto

Arya Mahendra Sakti, Firman Yasa Utama, Diah Wulandari

Email: angki.19014@mhs.unesa.ac.id

Program Studi D4 Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

Abstrak

Studi ini mengeksplorasi penggunaan spot welding trafo ganda sebagai solusi untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas pengelasan pada industri las menengah ke bawah. Metode las titik adalah menyambungkan dua atau lebih lembaran logam dengan menggunakan arus listrik untuk menghubungkan elektroda secara bersamaan. Proses perancangan mesin meliputi perancangan mesin, pembuatan rangka, perlengkapan, silinder tekanan, elektroda, klem elektroda, casing trafo, pemasangan kontroler, pemasangan trafo dan proses *finishing*. Ukuran mesin las titik yang dirancang adalah 860mm×350mm×1200mm, menggunakan transformator dengan arus 390A dan 210A, kabel las NYAF dengan diameter 16mm, batang las tembaga murni, timer model H3CR-A8 untuk mengatur waktu pengelasan dan memilih sakelar untuk Memilih arus keluaran dari dua transformator. Pengujian menggunakan pelat nikel dengan ketebalan 0,2 mm dan lebar 10 mm, serta waktu pengelasan masing-masing 5 detik dan 3 detik. Mesin ini menggunakan *double trafo* jenis *microwave oven transformer*, daya masing-masing adalah 1.215,35 W dan 700,22 W, dan waktu pengelasan adalah 5 detik untuk menghasilkan energi listrik masing-masing 5.538 joule dan 3.223 joule. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *spot welding* menggunakan trafo ganda dapat menjadi solusi efektif untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas las industri rendah hingga menengah. Studi ini memberikan kontribusi untuk pemahaman desain mesin las titik dan memberikan saran untuk pengembangan lebih lanjut di bidang las logam dengan metode *spot welding*.

Kata Kunci: Las Titik, Trafo MOT, Relay AC.

Abstract

This study explores the use of double transformer spot welding as a solution to enhance the quality and productivity of welding in the medium to lower-tier welding industry. Spot welding is a method of joining two or more metal sheets by using electric current to connect the electrodes simultaneously. The machine design process includes machine design, frame fabrication, equipment assembly, pressure cylinder construction, electrode production, electrode clamp fabrication, transformer casing, controller installation, transformer installation, and finishing process. The designed spot welding machine has dimensions of 860mm × 350mm × 1200mm, utilizing transformers with currents of 390A and 210A, NYAF welding cable with a diameter of 16mm, pure copper welding rod, H3CR-A8 timer for weld time control, and a selector switch to choose the output current from the two transformers. The testing involved the use of nickel plates with a thickness of 0.2mm and a width of 10mm, with welding times of 5 seconds and 3 seconds. The machine employed double transformers of the microwave oven transformer type, with power ratings of 1,215.35W and 700.22W, resulting in welding energy of 5,538 joules and 3,223 joules for 5 seconds of welding, respectively. The findings of this research indicate that spot welding using double transformers can be an effective solution to improve the quality and productivity of welding in the low to medium-tier welding industry. This study contributes to the understanding of spot welding machine design and provides recommendations for further development in the field of metal welding using spot welding methods.

Keywords: Spot Welding, Transformer, MOT, Relay AC.

PENDAHULUAN

Pada era revolusi industri 4.0 yang sedang berlangsung, terjadi berbagai inovasi teknologi di berbagai sektor. Salah satu aspek penting dalam kegiatan produksi adalah prosedur penyambungan las. Proses penyambungan las logam adalah salah satu contoh nyata

penerapan teknologi ini dalam industri. Umumnya, proses penyambungan las logam sering ditemukan di sektor otomotif dan manufaktur, karena banyak produk yang menggunakan material logam dalam pembuatannya. Oleh karena itu, proses penyambungan las logam menjadi bagian yang krusial dan memerlukan perhatian khusus dalam proses produksi. Salah satu metode yang umum

digunakan untuk penyambungan las logam adalah Spot Welding. Metode ini memungkinkan pengelasan cepat dan efisien dengan menggunakan titik-titik las yang disebut *spot welding*. Las titik (*Spot Welding*) adalah metode penyambungan logam yang melibatkan penggunaan arus listrik untuk memanaskan dan mencairkan permukaan plat yang disambungkan secara bersamaan. Metode ini umumnya digunakan pada logam tipis dan banyak diterapkan di industri besar seperti industri mobil dan industri motor. Dalam proses las titik, elektroda akan mencekam dan memberikan tekanan pada permukaan plat yang akan disambungkan, kemudian arus listrik dialirkan melalui elektroda tersebut. Akibat resistansi listrik, plat logam tersebut akan menjadi panas dan meleleh, membentuk sambungan yang kuat. Metode las titik ini memiliki keunggulan dalam kecepatan dan kekuatan penyambungan, sehingga sering digunakan dalam produksi massal komponen logam tipis (Aziz *et al.*, 2020). *Spot Welding* telah menjadi teknik yang luas digunakan dan terbukti efektif dalam industri, memungkinkan penyambungan logam yang kuat dan tahan lama.

Spot Welding, juga dikenal sebagai las titik, merupakan metode yang digunakan untuk menyambungkan dua atau lebih lembaran logam. Proses ini melibatkan penggunaan aliran listrik yang mengalir melalui elektroda, menciptakan panas yang menyebabkan logam meleleh dan menyambung. *Spot Welding* biasanya digunakan dalam industri otomotif dan manufaktur, di mana ada kebutuhan untuk menyambungkan lembaran logam secara cepat dan efisien. Metode ini sangat efektif karena mampu menghasilkan sambungan yang kuat dan tahan lama tanpa memerlukan bahan tambahan seperti paku atau sekrup. Dengan menggunakan arus listrik, *Spot Welding* dapat menghasilkan sambungan yang solid antara dua permukaan logam yang diapit oleh elektroda, membentuk titik-titik las yang kuat dan tahan lama.

Spot welding adalah metode pengelasan resistansi listrik yang melibatkan penyambungan dua atau lebih lembaran logam. Proses ini melibatkan pengjepitan lembaran logam di antara dua elektroda logam, biasanya terbuat dari tembaga. Selanjutnya, arus listrik yang kuat dialirkan melalui elektroda tersebut. Akibat resistansi listrik, titik-titik di antara pelat logam yang bersinggungan menjadi panas hingga mencapai suhu pengelasan. Akhirnya, pelat logam tersebut meleleh dan menyatu, membentuk sambungan yang kuat. *Spot welding* sering digunakan dalam industri otomotif, konstruksi, dan manufaktur untuk menghubungkan bagian-bagian logam yang tipis dan memerlukan kekuatan penyambungan yang tinggi (Permadi, 2017).

Arus listrik adalah parameter kunci yang mempengaruhi pengelasan titik. Besarnya arus listrik yang

mengalir mempengaruhi besarnya panas yang dihasilkan selama pengelasan. Semakin tinggi arus listrik, semakin tinggi suhu yang dihasilkan, yang membantu melelehkan logam untuk menyambungkannya. Keuntungan dari las titik atau las resistansi adalah mudah dioperasikan. Tidak memerlukan keahlian khusus seperti metode las lainnya, sehingga memudahkan operator dalam melakukan proses las. Selain itu, *spot welding* juga membutuhkan waktu yang relatif singkat dibandingkan metode pengelasan lainnya. Hal ini dapat meningkatkan kecepatan produksi secara keseluruhan dan memberikan efisiensi waktu yang lebih baik dalam proses produksi (Zhang & Senkara, 2017).

Metode *spot welding* memang menjadi pilihan populer bagi industri menengah seperti elektronik dan otomotif. Metode ini memiliki banyak keunggulan yang membuatnya lebih disukai dibandingkan metode penyambungan logam lainnya. Salah satu kelebihan adalah sambungan yang dihasilkan sangat rapi dan kuat. Proses *spot welding* juga lebih cepat sehingga meningkatkan produktivitas. Selain itu, cara ini tidak memerlukan penggunaan bahan tambahan seperti bahan pengisi sehingga dapat menghemat biaya dan waktu. Selain menjadi metode penyambungan, energi panas yang dihasilkan oleh tukang las spot juga dapat digunakan dalam proses mematri atau menyolder, menjadikannya metode yang serbaguna dan efisien di industri.

Meskipun metode las titik memiliki banyak keuntungan, ada juga beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan. Salah satunya adalah harga mesin yang relatif mahal. Ini bisa menjadi hambatan bagi industri menengah ke bawah atau usaha kecil dengan anggaran terbatas. Untuk mengatasi masalah ini, praktisi perdagangan kecil perlu mencari solusi alternatif untuk mendapatkan *spot welding* dengan harga yang lebih terjangkau. Mereka mencari mesin dengan fitur dan spesifikasi yang sama dengan mesin yang lebih mahal agar tetap kompetitif di industri besar. Dengan demikian, industri kecil dapat tetap kompetitif dan memastikan integrasi peralatan yang efisien dalam proses produksi.

Saat ini, ada dua tipe mesin las titik yang dikembangkan, yaitu *Stationery Spot Welding* (SSW) dan *Portable Spot Welding* (PSW), yang dikembangkan oleh (Fachrus Hidayat & Mahendra Sakti, 2022). Kedua jenis mesin tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Tersedianya pilihan ini membuat pemilik industri kecil harus lebih selektif dalam memilih mesin las titik yang sesuai dengan kebutuhan mereka. Namun, meskipun sudah ada dua tipe mesin las titik yang tersedia, terdapat upaya untuk mengembangkan mesin las titik yang lebih fleksibel dengan menggabungkan fitur dari kedua tipe tersebut ke dalam satu mesin. Namun, mesin las titik yang dikembangkan ini hanya memiliki satu jenis

trafo atau satu arus sekunder dengan spesifikasi tertentu, seperti arus sekunder sebesar 390 A dan tegangan sekunder sebesar 2,84 V, yang menghasilkan daya *output* sebesar 1107 W. Keterbatasan ini membuat durasi penggunaan mesin las titik menjadi lebih pendek dan membutuhkan waktu tambahan untuk jeda operasional. Akibatnya, dalam pengerjaan pengelasan yang membutuhkan waktu lebih lama, mesin tersebut mungkin perlu diistirahatkan agar tidak terjadi *overheating* atau kelelahan pada mesin tersebut.

Dalam rangka mengatasi permasalahan yang telah disebutkan sebelumnya, penting untuk mengembangkan mesin las titik yang dilengkapi dengan lebih dari satu trafo. Dengan fitur ini, mesin las titik dapat diatur sesuai dengan kebutuhan penggunaan dan membantu meningkatkan efisiensi waktu pengelasan, sehingga produksi dapat ditingkatkan. Dalam perancangan mesin las titik baru, diperlukan inovasi yang mampu mencapai tingkat produktivitas yang lebih tinggi daripada mesin yang sudah ada di pasaran. Untuk mengatasi permasalahan ini, penulis mengusulkan pengembangan mesin las titik dengan menggunakan *double* trafo dalam proyek yang berjudul "Rancang Bangun Mesin *Spot Welding* Menggunakan *Double* Trafo". Mesin ini telah diuji fungsinya untuk menyambungkan plat dengan ketebalan 0,2 mm. Dalam perancangan tersebut, penulis menggunakan *double* trafo agar proses pengelasan dapat berjalan dengan arus yang diperlukan.

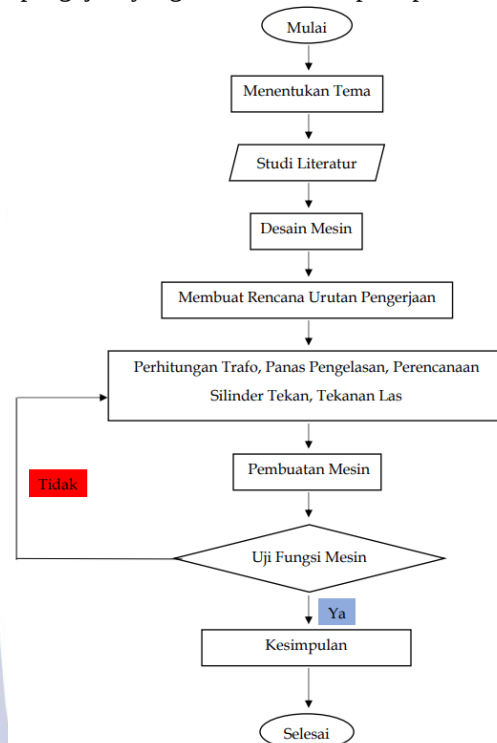
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi untuk mengatasi permasalahan dan memenuhi kebutuhan industri menengah ke bawah dalam meningkatkan kualitas dan produktivitas pengelasan. Dengan adanya mesin las titik yang lebih efisien dan sesuai dengan kebutuhan, diharapkan industri kecil dapat meningkatkan kualitas produk mereka dan mengoptimalkan proses pengelasan dengan cara yang lebih efektif.

METODE

Dalam penyusunan tugas akhir ini, topik yang dipilih adalah "Rancang Bangun Mesin *Spot Welding* Menggunakan *Double* Trafo". Hal ini dipilih karena inovasi penting untuk memastikan proses pengelasan berjalan pada arus yang dibutuhkan dan memberikan solusi atas permasalahan dan kebutuhan industri menengah ke bawah untuk meningkatkan kualitas produktivitas pengelasan.

Setelah menentukan tema, amati dan dapatkan desain dasarnya. Pengamatan dilakukan melalui penelitian literatur dan survey lokasi jasa las dan bengkel terkait. Dengan mempelajari literatur dan berbagai sumber, memahami mekanika alat yang cocok digunakan sebagai acuan pembuatan mesin ini.

Proses perancangan dan perakitan "Rancang Bangun Mesin *Spot Welding* Menggunakan *Double* Trafo" akan berlangsung mulai tanggal 17 Januari 2023 sampai semester genap 2022/2023. Perancangan dan konstruksi mesin las titik menggunakan trafo ganda dilakukan di rumah yang berlokasi di Karah Indah I C-09, Kecamatan Jambangan, Surabaya. Berikut adalah gambar diagram alur pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini:



Gambar 1: Flowchart Penelitian HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan perancangan mesin *spot welding* menggunakan *double* trafo, dilakukan perhitungan trafo, panas daerah las, perencanaan silinder tekan, dan tekanan las. Berikut adalah data yang diperoleh dari hasil perancangan tersebut yang meliputi penggunaan bahan seperti besi *hollow* dan siku untuk rangka, kayu sungkai untuk *casing* trafo, *timer* Omron H3CR-A8 220 AC sebagai kontrol waktu pengelasan, *toggle switch* sebagai kontrol pemilihan arus, elektroda terbuat dari *Cooper rod* Ø20mm, trafo jenis *microwave oven transformer* (MOT) dengan daya 1200 W dan 700 W, menggunakan kabel las listrik NYAF Ø16mm, dan mekanisme silinder tekan yang terhubung dengan pedal kaki untuk menghasilkan tekanan las. Adapun langkah – langkah dalam pembuatan desain Mesin *Spot Welding* Menggunakan *Double* Trafo adalah sebagai berikut:

Tahap awal dimulai dari pembuatan rangka dengan memotong besi *hollow* berukuran 40 mm x 40 mm dengan panjang 800 mm yang digunakan sebagai kaki rangka. Selanjutnya, potongan besi *hollow* sepanjang 370 mm digunakan sebagai penyangga samping, 270 mm

sebagai penyangga depan belakang, dan siku berukuran 45 mm x 45 mm digunakan sebagai dudukan untuk alat las. Semua potongan tersebut kemudian disatukan dengan menggunakan metode las SMAW untuk membentuk rangka utama yang solid.



Gambar 2: Rangka (Frame)

Kemudian dilanjutkan pembuatan JIG yang berfungsi sebagai klem untuk menjepit elektroda pada mesin *spot welding*. Jig tersebut terbuat dari besi *hollow* dengan ukuran 20 mm x 20 mm yang ditekuk membentuk lengkungan. Proses pembentukan lengkungan dilakukan secara manual dengan cara mencoak potongan besi *hollow* secara berurutan menggunakan gerinda. Mencoak tersebut memberikan ruang pada *hollow* saat dilakukan proses pembentukan lengkungan. Setelah bentuk lengkungan jig terbentuk, potongan *hollow* digabungkan dan disambung menggunakan metode las SMAW.



Gambar 3: JIG

Langkah selanjutnya yaitu pembuatan silinder tekan. Silinder tekan sendiri memiliki dua fungsi utama. Pertama, silinder tekan bertanggung jawab untuk memberikan tekanan pada elektroda dalam mesin *spot welding*. Kedua, silinder tekan berfungsi sebagai penghubung antara jig dan pedal. Bagian tabung silinder tekan dibuat menggunakan *hollow* berukuran 35 mm x 35 mm x 300 mm. Di dalam silinder tekan terdapat pegas tekan dengan diameter 10 mm dan panjang 100 mm, serta longdrat dengan diameter 8 mm yang berfungsi sebagai batang piston. Komponen ini bekerja sama untuk menciptakan tekanan yang dibutuhkan dalam proses pengelasan.



Gambar 4: Silinder Tekan

Setelah itu menyiapkan elektroda dan *clamp elektroda* pada mesin *spot welding* menggunakan double trafo yang mana pada proses pembuatan elektroda sendiri menggunakan *cooper rod* dengan diameter 20 mm. Proses pembuatan elektroda dilakukan dengan menggunakan mesin bubut untuk mendapatkan ujung elektroda yang runcing. Sedangkan *Clamp elektroda* sendiri merupakan komponen yang berfungsi untuk mencekam elektroda agar tidak bergeser saat proses pengelasan. Terdiri dari pipa besi dengan diameter 26 mm dan plat besi berketebalan 5 mm yang berfungsi sebagai *bracket clamp*.



Gambar 5: Elektroda dan Clamp Elektroda

Setelah beberapa komponen telah selesai dikerjakan, tidak lupa juga menyiapkan pedal yang berfungsi sebagai pemberi tekanan pada pegas tarik sehingga menghasilkan tekanan pada elektroda saat proses pengelasan, dan sebagai aktuator yang menggerakkan *limit switch*, yang pada gilirannya mengaktifkan trafo MOT untuk memulai proses pengelasan. Dengan demikian, pedal berperan penting dalam mengontrol tekanan dan memicu proses pengelasan pada mesin *spot welding*.



Gambar 6: Pedal

Langkah terakhir yaitu pengerjaan *casing* trafo dan instalasi *controller*. *Casing* mesin *spot welding* menggunakan kayu jenis sungkai dengan ketebalan 15 mm. Fungsinya adalah sebagai tempat dudukan trafo dan komponen pendukung lainnya. *Casing* ini memiliki dimensi total dengan panjang 250 mm, lebar 250 mm, dan tinggi 200 mm. Proses pembuatannya dimulai dengan memotong kayu menjadi dua bagian, yaitu 250 mm x 250 mm sebagai alas *casing* dan 250 mm x 200 mm sebagai sisi depan dan belakang *casing*. Kemudian, dilakukan lubang sesuai pola desain komponen pada potongan kayu tersebut. Untuk menyatukan semua potongan kayu, digunakan lem dan sekrup agar *casing* terbentuk secara kokoh dan stabil serta tidak lupa dilakukan finishing dengan melakukan pengecatan rangka mesin *spot welding* dan pemberian pernis kayu pada *casing* trafo.



Gambar 7: Pembuatan Casing Trafo

Dalam mesin *spot welding*, terdapat beberapa komponen penting yang harus dirangkai dan dipasang dengan benar. Komponen-komponen tersebut meliputi *timer*, *relay*, *switch*, lampu indikator, trafo, adaptor 12V, dan *socket*. *Timer* digunakan untuk mengatur waktu pengelasan, *relay* sebagai saklar elektronik yang mengontrol aliran listrik, *switch* berperan sebagai penghubung atau pemutus aliran listrik, dan lampu indikator menunjukkan status mesin. Trafo merupakan komponen utama yang mengubah tegangan listrik, sementara adaptor 12V memberikan daya untuk komponen lainnya. Semua komponen dipasang dengan rapi dalam *casing* mesin, dihubungkan menggunakan kabel listrik, dan disolder. Setelah itu, mesin diuji untuk memastikan kinerja rangkaian. Jika terjadi masalah, tegangan dan jalur kabel diperiksa dan diperbaiki agar aliran listrik lancar.

Adapun desain hasil rancang bangun mesin *Spot Welding* menggunakan *Double Trafo* dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 8: Mesin Spot Welding Menggunakan Double Trafo

Pada mesin *spot welding* ini, digunakan trafo jenis *microwave oven transformer*. Terdapat dua trafo yang

digunakan, dengan daya masing-masing sekitar 1200 W dan 700 W. Untuk meningkatkan *output* ampere, kedua trafo tersebut dimodifikasi dengan mengubah jumlah lilitan pada lilitan sekunder. Untuk mengukur arus dan tegangan trafo, digunakan tang ampere. Berikut ini adalah spesifikasi trafo berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan. Adapun spesifikasi dari kedua trafo tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1: Spesifikasi Trafo 1

Daya	1215 Watt
Daya Output	1107 Watt
Efisiensi	±91%
Lilitan Sekunder	3 lilitan
Tegangan Primer (Vp)	223 Volt
Tegangan Sekunder (Vs)	2,84 Volt
Arus Primer	5,45 Ampere
Arus Sekunder	390 Ampere
Frekuensi	50 Hz
Berat	3 kg

Tabel 2: Spesifikasi Trafo 2

Daya	700 Watt
Daya Output	644 Watt
Efisiensi	±92%
Lilitan Sekunder	3 lilitan
Tegangan Primer (Vp)	223 Volt
Tegangan Sekunder (Vs)	3,07 Volt
Arus Primer	3,14 Ampere
Arus Sekunder	210 Ampere
Frekuensi	50 Hz
Berat	3 kg

Prinsip kerja mesin *spot welding* ini adalah sebagai berikut: Ketika pedal diinjak, pedal akan menyentuh limit switch yang mengaktifkan mesin. Hal ini akan menggerakkan jig, yang pada gilirannya akan menekan elektroda ke benda kerja. Pada saat yang sama, arus listrik dialirkan melalui elektroda, menyebabkan terjadinya

proses pengelasan. Dengan adanya tekanan dan aliran arus yang tepat, pengelasan titik yang kuat dan tahan lama dapat terbentuk antara elektroda dan benda kerja. Prinsip ini memungkinkan mesin spot welding untuk menghasilkan penyambungan yang efisien dan kualitas pengelasan yang baik.

Kemudian langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan untuk mengetahui perbandingan hasil antara menggunakan satu trafo dengan dua trafo pada mesin *spot welding*. Dengan mengacu spesifikasi *microwave oven transformer* yang tertera pada tabel satu dan dua diperoleh data sebagai berikut:

Trafo 1

$V_p = 223 \text{ V}$
 $I_p = 5,45 \text{ A}$
 $V_s = 2,84 \text{ V}$
 $I_s = 390 \text{ A}$

Trafo 2

$V_p = 223 \text{ V}$
 $I_p = 3,14 \text{ A}$
 $V_s = 3,07 \text{ V}$
 $I_s = 210 \text{ A}$

Perhitungan

trafo 1

Daya Trafo (Pp)

$P_p = V_p \times I_p$
 $P_p = 223 \text{ V} \times 5,45 \text{ A}$
 $P_p = 1.215,35 \text{ W}$

Daya Output (Ps)

$P_s = V_s \times I_s$
 $P_s = 2,84 \text{ V} \times 390 \text{ A}$
 $P_s = 1.107,6 \text{ W}$

Efisiensi (η)

$$\eta = \frac{1.107,6 \text{ W}}{1.215,35 \text{ W}} \times 100\%$$

$$\eta = 91\%$$

trafo 2

Daya Trafo (Pp)

$P_p = V_p \times I_p$
 $P_p = 223 \text{ V} \times 3,14 \text{ A}$
 $P_p = 700,22 \text{ W}$

Daya Output (Ps)

$P_s = V_s \times I_s$
 $P_s = 3,07 \text{ V} \times 210 \text{ A}$
 $P_s = 644,7 \text{ W}$

Efisiensi (η)

$$\eta = \frac{1.107,6 \text{ W}}{1.215,35 \text{ W}} \times 100\%$$

$$\eta = 92\%$$

Selanjutnya menghitung panas daerah las pada trafo satu dan dua yaitu sebagai berikut:

Perhitungan trafo 1:

$$Q = I^2 R t$$

$$Q = I_s^2 \left(\frac{V_s}{I_s} \right) t$$

$$Q = (390 \text{ A})^2 \times \left(\frac{2,84 \text{ V}}{390 \text{ A}} \right) \times 5 \text{ s}$$

$$Q = 5.538 \text{ Joule}$$

Perhitungan trafo 2:

$$Q = I^2 R t$$

$$Q = I_s^2 \left(\frac{V_s}{I_s} \right) t$$

$$Q = (210 \text{ A})^2 \times \left(\frac{3,07 \text{ V}}{210 \text{ A}} \right) \times 5 \text{ s}$$

$$Q = 3.223 \text{ Joule}$$

Setelah itu dilakukan perhitungan silinder tekan sebagai berikut:

$$FC = (m \text{ silinder tekan} + m \text{ pedal}) g$$

$$FC = (0,7 + 2,3) \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$FC = 3 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 29,4 \text{ N}$$

$$FD = (m \text{ elektroda} + m \text{ clamp} + m \text{ kabel}) g$$

$$FD = (7 + 3 + 0,2) \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$FD = 1,2 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 11,76 \text{ N}$$

Karena kesetimbangan terjadi dititik B maka:

$$\sum rB = 0$$

$$\sum rB = -FAxLAB \sin 59 + FCxLBC + FDxLBD = 0$$

$$\sum rB = -FAx0,13x0,85 + 29,4x0,08 + 11,76x0,48 = 0$$

$$0 = -0,11FA + 2,35 \text{ Nm} + 5,65 \text{ Nm}$$

$$FA = \frac{8 \text{ Nm}}{0,11 \text{ m}}$$

$$= 72,72 \text{ N}$$

Bagian terakhir yaitu menguji fungsi mesin dimana pada pengujian fungsi mesin, dilakukan penyambungan plat nikel dengan ketebalan 0,2 mm dan lebar 10 mm. Proses pengelasan dilakukan dengan memberikan arus sebesar 390 ampere dan 210 ampere, serta tekanan sebesar 0,35 bar. Hasil uji penyambungan ini ditunjukkan dalam Gambar 4.12, yang menunjukkan hasil yang memuaskan. Berbagai waktu pengelasan, mulai dari 3 detik hingga 5 detik, telah diuji dan plat nikel berhasil menempel dengan baik pada semua percobaan tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa mesin *spot welding* yang dirancang dan dibangun mampu melakukan penyambungan plat nikel secara efektif dan menghasilkan hasil yang memuaskan.

PENUTUP

Simpulan

Dalam studi desain mesin las titik trafo ganda, berbagai tahapan desain telah dilakukan, meliputi desain mesin, pembuatan rangka, perlengkapan, silinder tekanan, elektroda, perlengkapan elektroda, casing transformator, pemasangan pengontrol dan proses finishing. Mesin ini mengadopsi kabel las tipe NYAF dengan diameter 16mm, model pengatur waktunya adalah H3CR-A8, dan memiliki sakelar pilihan untuk memilih keluaran arus dari dua transformator.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin las titik dirancang menggunakan dua transformator oven microwave dengan daya masing-masing 1.215,35 W dan 700,22 W, dan energi listrik yang dihasilkan masing-masing adalah 5.538 Joule dan 3.223 Joule dengan waktu pengelasan 5 detik.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa mesin las spot dengan menggunakan trafo ganda dapat menjadi solusi yang efektif untuk memenuhi kebutuhan industri kelas menengah ke bawah untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas pengelasan. Mesin tersebut dirancang dengan menggunakan komponen-komponen yang ada, sehingga dapat digunakan secara praktis. Oleh karena itu, spot welder ini dapat memberikan kontribusi positif bagi peningkatan efisiensi dan kualitas pengelasan di industri.

Saran

Dalam studi desain spot welding menggunakan trafo ganda, ada beberapa kendala yang perlu diperhatikan saat menguji dan menyiapkan laporan. Untuk studi kasus lebih lanjut, disarankan dilakukan penelitian lebih lanjut berdasarkan rekomendasi yang dapat meningkatkan kualitas dan kinerja Mesin *Spot Welding*. Salah satu saran yang dapat diberikan adalah dengan menambahkan pengatur arus sesuai kebutuhan untuk pengelasan. Pengatur arus yang dapat disesuaikan memungkinkan pengelasan dengan presisi dan stabilitas yang lebih tinggi tergantung pada kebutuhan dan jenis logam yang disambung. Selain itu, penggunaan pelat tembaga sebagai penghantar arus (panas las) juga meningkatkan efisiensi mesin. Pelat tembaga sangat konduktif serta mampu mendistribusikan panas secara merata, yang berkontribusi pada proses pengelasan yang lebih efisien dan konsisten. Selain itu, penting juga untuk menguji kekuatan sambungan pelat nikel setelah proses pengelasan selesai. Uji kekuatan ini akan memberikan informasi kualitas sambungan yang terbentuk dan kekuatan sambungan pada pelat nikel. Dengan mempelajari dan menerapkan rekomendasi tersebut, pada penelitian studi kasus berikutnya diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, kekuatan sambungan, dan produktivitas las titik yang menggunakan trafo ganda dalam industri pengelasan. Hasil penelitian dan implementasi ini dapat menjadi dasar

untuk pengembangan dan peningkatan kualitas mesin *spot welding* lebih lanjut di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, B., Winarso, W., & Kusuma Hardani, D. N. (2020). Rancang Bangun Alat Spot Welding Menggunakan Transformator Oven Microwave Dengan Kendali Dimmer. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, 2(2), 69–78. <https://doi.org/10.30595/jrre.v2i2.8274>
- Fachruddin, D, U. (2020). Rancang Bangun Spot Welding. *Jurnal Of Elektrical Engineering*, 1(01), 1–3.
- Fachrus Hidayat, A., & Mahendra Sakti, A. (2022). Rancang Bangun Mesin Spot Welding And Soldering Iron Semi Portable. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 7(01), 9–17.
- Permadi, H. A. A. (2017). *Redesign dan rancang bangun mekanisme spot welding elektroda tungsten dengan menggunakan microwave oven transformator*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Zhang, H., & Senkara, J. (2017). *Resistance Welding: Fundamentals and Applications* (Second Edi). CRC Press.