

PERANCANGAN MESIN ROCKER ARM SPOT WELDING

Yovi Andrianto¹, Iqbal Maulana Fadhila², Agus sifa³, Tito Endrawan⁴

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Indramayu 45252

Email : yoviandrianto3@gmail.com¹, im529061@gmail.com², agus.sifa@polindra.ac.id³, Tito@polindra.ac.id⁴

ABSTRAK

Las titik (*spot welding*) salah satu metode penyambungan yang sering digunakan di industri manufaktur khususnya di industri otomotif, dimana las titik merupakan cara pengelasan resistansi listrik dimana dua atau lebih lembaran logam dijepit diantara kedua elektroda yang diberi tekanan sebelum arus listrik dialirkan. Hampir semua jenis logam tipis dapat di las menggunakan las titik (*spot welding*). Penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin *spot welding* yang dapat dijangkau oleh industri menengah sampai industri kecil dan juga industri rumahan. Proses perancangan mesin *spot welding* dilakukan dengan tahapan yaitu perancangan, penjelasan fungsi komponen, daya listrik yang digunakan direncanakan menggunakan transformator dengan daya 1000 Watt, Dengan rangka model adalah *rocker arm spot welding*. Hasil dari perancangan menggunakan tranformator dengan daya 1000 watt menghasilkan bahwa muatan listrik yang mengalir sebesar 9922,5 Coulomb, dan juga menggunakan pneumatik dengan minimum diameter silinder sebesar 36,5 mm.

Kata kunci : Rocker arm, spot welding.

1. Pendahuluan

Las titik (*spot welding*) merupakan cara pengelasan resistansi listrik dimana dua atau lebih lembaran logam dijepit diantara kedua elektroda dibawah pengaruh tekanan sebelum arus listrik dialirkan. Las titik pada dasarnya merupakan proses penyambungan lembaran logam tipis. Hampir semua jenis logam dapat di las menggunakan las titik (*spot welding*), meskipun beberapa logam seperti timah putih, seng dan timbal agak sulit. Las titik (*spot welding*) merupakan teknologi las yang banyak digunakan di dunia industri untuk menyambungkan 2 buah material yang berbentuk pelat/lembaran. Dalam industri otomotif las titik (*spot welding*) banyak digunakan untuk penyambungan body kendaraan yang materialnya berbentuk pelat/lembaran, las titik (*spot welding*) juga digunakan dalam bidang konstruksi adalah dalam pembuatan kendaraan rel dimana las titik digunakan untuk penyambungan rangka.

Namun mesin las titik yang umum dipasaran sekarang merupakan las titik dengan skala besar dan harganya pun relatif mahal oleh karena itu penelitian bertujuan untuk merancang mesin *spot welding* yang dapat dijangkau oleh industri menengah sampai industri kecil dan juga industri rumahan

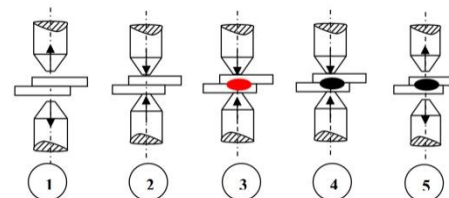
2. Landasan Teori

2.1 Teori Dasar Spot Welding

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan plat atau logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa tekanan. Yaitu dengan cara logam yang akan disambung dipanaskan terlebih dahulu hingga meleleh, kemudian baru disambung dengan bantuan perekat (*filler*). Selain itu las juga bisa didefinisikan sebagai ikatan metalurgi yang timbul akibat adanya gaya tarik antara atom. [3]

Las titik merupakan cara pengelasan resistansi listrik dimana dua atau lebih lembaran logam dijepit diantara dua

elektroda, kemudian dialiri arus listrik bertegangan rendah diantara elektroda, logam yang saling bersinggungan menjadi panas dan suhu naik sampai mencapai suhu pengelasan, segera setelah suhu pengelasan tercapai, tekanan antara elektroda memaksa logam menjadi satu dan terbentuklah sambungan las. [5].



Gambar 2.1 *spot welding* proses. [9]

Jumlah energi yang dialirkan kepada titik ini dipengaruhi oleh resistansi, arus dan durasi arus mengalir. Komposisi tersebut ditentukan agar sesuai dengan sifat material, tebal material dan tipe elektroda yang digunakan. Secara umum, prinsip dari las titik adalah Hukum Joule dimana Panas Q yang dihasilkan dipengaruhi oleh tiga faktor dalam pers: [8]

$$Q = I^2 R t \dots\dots\dots \text{pers (1)}$$

Dimana,

I : arus yang mengalir di dalam kombinasi metal (A)

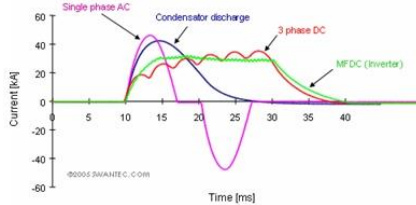
R : tahanan dari *base metal* dan muka kontak (Ω)

t : durasi waktu dari arus yang tersedia (s).

Parameter Las Titik

Parameter las titik dapat diartikan sebagai variabel-variabel yang berpengaruh terhadap kondisi dan hasil kerja dari las titik. Dalam pengerjaan aktual, parameter dari las titik ada banyak, dan bahkan beberapa ilmuwan menemukan lebih dari 100 poin parameter yang mempengaruhi las titik. Untuk mendapatkan pemahaman yang sistematis maka berikut akan dijelaskan beberapa parameter yang paling berpengaruh.) [6]

a) *Weld current* adalah parameter paling penting dalam las titik. Ukuran *weld nugget* bertambah dengan cepat seiring bertambahnya *weld current*, tetapi arus yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kerusakan dan keausan elektroda. Harga *weld current* harus sesuai dengan sifat dari material yang akan di las. Dalam menentukan besar *weld current*, arus dinaikan secara perlahan sampai adanya serpihan las (*weld spatter*) yang tercipta diantara lempengan metal tersebut. Ini menandakan bahwa arus yang tepat sudah terpenuhi. [6]



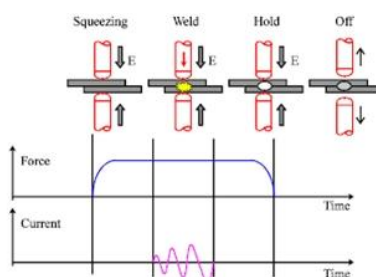
Gambar 2.2 besar *weld current* untuk alat las tertentu. [6]

b) *Squeeze Time* (Waktu Tekan)

Waktu tekan ialah waktu pada saat logam dijepit dengan 2 elektroda sebelum arus listrik dialirkan. Waktu tekan diperlukan untuk menunda masuknya arus sampai penekanan oleh elektroda sudah mencapai kondisi yang diinginkan. [6]

c) *Welding Force* (Gaya Las)

Fungsi dari adanya gaya penekanan oleh elektroda adalah untuk menekan lembaran untuk disatukan. Benda kerja perlu adanya penekanan pada gaya tertentu pada bagian *weld zone* untuk memastikan arus dapat mengalir. Jika penekanan terlalu lemah maka dapat terjadi pemisahan seketika saat dialirkannya arus karena resistansi kontak yang sangat besar. Jika gaya tekan terlalu besar maka area kontak akan membesar yang menyebabkan kecilnya arus yang mengalir dan kecilnya resistansi kontak yang secara signifikan mengurangi panas yang dihasilkan serta ukuran *weld nugget*. [6]



Gambar 2.3 relasi gaya terhadap waktu. [6]

d) *Weld Time* (Waktu Las)

Waktu las yaitu waktu ketika logam dijepit dan dialiri arus listrik tegangan agar temperatur logam naik dan memaksanya menjadi satu. Panas yang dihasilkan elektroda berbanding lurus dengan waktu las. Untuk *spot welding* lamanya berkisar antara 3-50 Hz. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan *weld time*:

- *Weld time* harus sekecil mungkin. *Weld time* yang terlalu lama akan merusak material dan elektroda.
 - *Weld time* harus memastikan diameter *weld nugget* cukup besar dalam pengelasan lembar yang tebal.
 - *Weld time* harus seminimal mungkin menghindari adanya indentasi pada matrial akibat penekanan oleh elektroda. [6]
- e) *Hold Time* (Waktu Tenggang) *Hold time* atau disebut juga *cooling time* adalah waktu dimana arus telah dihentikan tetapi penekanan masih dipertahankan. *Hold time* berfungsi agar *weld nugget* dapat mengeras. *Hold time* yang terlalu lama akan menyebabkan panas dari lasan untuk menjalar ke elektroda yang menyebabkan elektroda rentan terhadap aus. *Hold time* terlalu lama dapat juga menyebabkan material berkarbon tinggi (lebih dari 0.1%) menjadi terlalu getas. [6]

f) Resistansi Kontak

Resistansi kontak pada muka las adalah parameter paling berpengaruh yang berhubungan dengan material benda kerja walaupun untuk proses pengaruhnya sangat dinamis. Saat *welding force* naik, maka resistansi kontak juga naik begitupun sebaliknya. Resistansi kontak yang tinggi dipengaruhi oleh berbagai pengotor pada permukaan benda kerja seperti oksidan, uap air, lemak, minyak, debu dan lainnya. Pada saat benda dipanaskan, pengotor ini akan menjadi yang pertama untuk terbakar, sehingga seiring naiknya temperatur, semakin kecil pula resistansi kontak suatu logam. [6]

g) Permukaan Kontak Elektroda

Salah satu kriteria umum dari las titik adalah harus mempunyai ukuran diameter *weld nugget* minimal sebesar $5t^{1/2}$, dimana t adalah tebal dari lembaran logam tersebut. Untuk mencapai ini, diameter dari elektroda yang digunakan haruslah lebih besar dari diameter *weld nugget* yang diinginkan. [6]

Time Delay Relay

Prinsip kerja timer menggunakan induksi magnet dan menggunakan rangkaian elektronika, timer dengan prinsip induksi magnet bekerja seperti prinsip motor induksi, sedangkan timer yang menggunakan prinsip elektronika memiliki rangkaian R dan C yang dihubungkan secara seri dan paralel, jika tegangan telah mengisi penuh maka relay timer

akan terhubung dan lama waktu tunda berdasarkan besar kecilnya pengisian kapasitor bagian input timer diberi simbol kumparan keluarannya dalam bentuk kontak-kontak normally open dan normally close sebagaimana timer memiliki 8 buah kaki 2 diantaranya merupakan kaki coil (timer pada contoh untuk kaki 2 dan 7) kaki yang lain akan terpasang NO dan NC ,kaki 1 akan NC dengan 4 dan NO dengan kaki 3 sedangkan kaki 8 akan NC dengan kaki 5 dan NO dengan kaki 6. [4] Berdasarkan hukum Faraday yang menyatakan *magnitude* dari *electro motive force (emf)* proporsional terhadap perubahan fluks terhubung dan hukum Lenz yang menyatakan arah dari *emf* berlawanan dengan arah fluk sebagai reaksi perlawanan dari perubahan fluks tersebut. Hubungan antara tegangan primer, jumlah lilitan primer, tegangan *sekunder*, dan jumlah lilitan *sekunder*, dapat

dinyatakan dalam pers : [4]

$$V_p : V_s = N_p : N_s \dots\dots\dots \text{pers (2)}$$

Keterangan :

V_p = tegangan primer (Volt).

V_s = tegangan *sekunder* (Volt).

N_p = jumlah lilitan primer.

N_s = jumlah lilitan *sekunder*.

Pneumatik

Istilah pneumatik berasal dari bahasa Yunani, yaitu *'pneuma'* yang berarti napas atau udara. Istilah pneumatik selalu berhubungan dengan teknik penggunaan udara bertekanan, baik tekanan di atas 1 atmosfer maupun tekanan di bawah 1 atmosfer (*vacum*) . Sehingga pneumatik merupakan ilmu yang mempelajari teknik pemakaian udara bertekanan (udara kempa). Jaman dahulu kebanyakan orang sering menggunakan udara bertekanan untuk berbagai keperluan yang masih terbatas, antara lain menambah tekanan udara ban mobil/motor, melepaskan ban mobil dari velgnya, membersihkan kotoran, dan sejenisnya. Sekarang, sistem pneumatik memiliki aplikasi yang luas karena udara pneumatik bersih dan mudah didapat. Banyak industri yang menggunakan sistem pneumatik dalam proses produksi seperti industri makanan, industri obat-obatan, industri pengepakan barang maupun industri yang lain. [11]

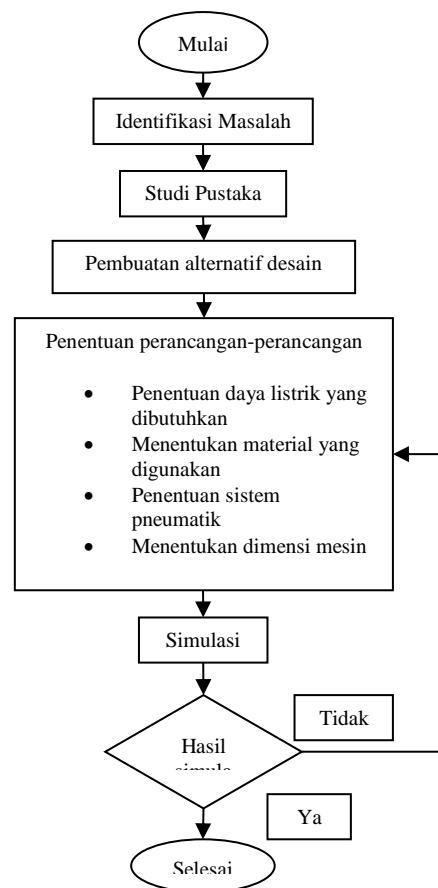
3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan penulis menyesuaikan pada parameter kebutuhan proses pengelasan titik yaitu dengan tekanan yang dibutuhkan 2 bar dengan ketebalan pada steel 1 mm,

3.2 Flowchart

Dalam proses perancangan ini penulis melakukan tahapan-tahapan yang akan dilakukan untuk mencapai hasil yang diinginkan, dapat dilihat pada diagram alir berikut.



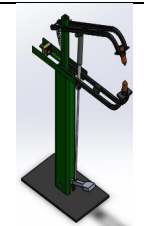


Gambar 3.1 diagram alir proses perancangan

4. HASIL PEMBAHASAN

4.1 Pemilihan Konsep Desain Alat/Mesin

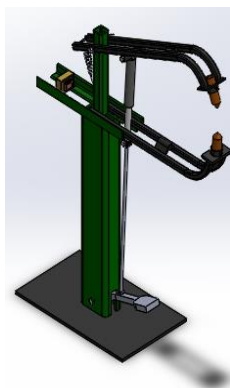
Dalam proses pemilihan konsep desain dari alat yang dirancang sebelumnya terdapat beberapa alternatif desain yang akan digunakan, yang selanjutnya akan ditentukan salah satu desain yang akan digunakan dengan adanya beberapa pertimbangan tentunya, berikut merupakan beberapa alternatif desain yang ada.

Tabel 4.1 Alternatif desain

Desain 1	Desain 2	Desain 3
		

Pada setiap desain yang ada semuanya memiliki beberapa kekurangan dan kelebihan masing masing, namun disini penulis memilih untuk menggunakan alternatif desain 1 dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

- Proses pembuatan nantinya akan lebih mudah dilakukan
- Biaya yang dibutuhkan lebih sedikit sesuai dengan tujuan penelitian
- Proses perawatan dari mesin sendiri dapat dilakukan dengan mudah.



Gambar 4.1 Desain mesin yang dipilih

Pada desain ini menggunakan sistem pneumatik untuk menggerakkan arm

Komponen Utama dari desain ini :

1. Travo
2. Elektroda
3. Pneumatik
4. Controller timing current
5. Rangka
6. Arm
7. Pedal swich

Prinsip kerja dari mesin *spot welding* ini adalah saat pedal diinjak akan menekan switch yang selanjutnya akan membuat arm bergerak dan terjadi penekanan, setelah itu baru arus listrik di alirkan sesuai kebutuhan yang dapat diatur dengan controler sehingga terjadinya proses pengelasan.

4.2 Perhitungan Muatan Listrik

- Input tranformator 230 AC/110 Volt
- Dengan daya 1000 watt

➤ Arus Yang Mengalir [11]

$$P = I \cdot V \dots \dots \text{pers}(3)$$

$$1000 \text{ watt} = I \times 220 \text{ V}$$

$$I = \frac{1000 \text{ watt}}{220 \text{ V}}$$

$$I = 4,5 \text{ A}$$

➤ Tegangan Listrik [11]

$$V = I \times R \dots \dots \dots \text{pers}(4)$$

$$220 = 4,5 \text{ A} \times R$$

$$R = \frac{220 \text{ V}}{4,5 \text{ A}}$$

$$R = 49 \Omega$$

➤ Muatan Listrik Yang Mengalir [11]

$$Q = I^2 \times R \times t \dots \dots \dots \text{pers} (5)$$

$$Q = 4,5^2 \text{ A} \times 49 \Omega \times 10 \text{ s}$$

$$Q = 9922,5 \text{ Coulomb}$$

4.3 Perencanaan Sistem Pneumatik

Perhitungan silinder dilakukan sesuai dengan kebutuhan tekanan proses pengelasan titik yaitu sebesar 2 bar.

➤ Perhitungan silinder pneumatik [12]

Dimana:

$$P = 2 \text{ Bar}$$

$$\text{Gaya } F = 2 \text{ kg}$$

$$\text{Gaya } F = 2 \text{ kg} \times 10 = 20 \text{ N}$$

$$\text{Gesekan } R = \pm 5\% \cdot F$$

$$\text{Maka } R = \frac{5}{100} \times 20 = 1$$

$$d^2 = \frac{(F+R)}{(P \times 7,86)} \dots \dots \dots \text{pers} (6)$$

$$d^2 = \frac{(20 \text{ N} + 1)}{2000 \times 7,86}$$

$$d^2 = \frac{21}{15720}$$

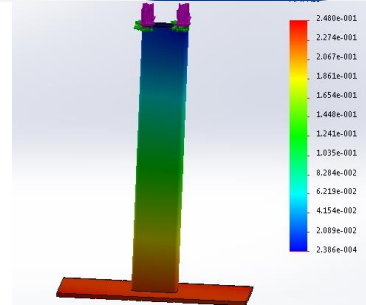
$$d^2 = 0,001335$$

$$d = \sqrt{0,001335}$$

$$d = 0,0365 \text{ m}$$

$$d = 36,5 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka direkomendasikan menggunakan silinder Pneumatik dengan minimum diameter 36,5 mm

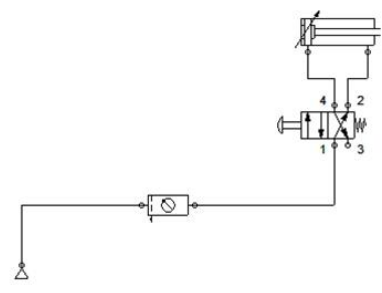


Gambar 4.4 Hasil Simulasi Buckling

Dari gambar diatas hasil simulasi dengan gaya sebesar 20N didapatkan hasil bahwa *critical load* terjadi pada bagian bawah rangka dengan 2,480e-001. Dan pada rangka ini tidak terjadinya buckling.

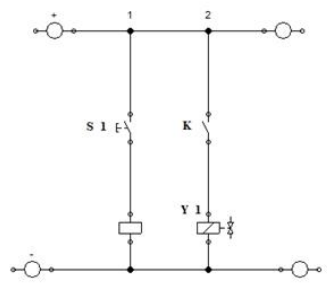
4.4 Rangkaian Elektro Pneumatik

Untuk sistem penekan pengelasan titik, dibuat skema pneumatik sebagai berikut :



Gambar 4.2 Rangkaian pneumatik

Gambar rangkaian diatas menggunakan *double acting cylinder* dan katup 5/2 dengan penggerak *Push botton* dan pembaliknya menggunakan pegas.



Gambar 4.3 Rangkaian elektro pneumatik

Rangkaian diatas merupakan rangkaian elektro pneumatik dengan menggunakan *switch* dengan memanfaatkan sistem relay.

4.5 Analisa Buckling Rangka

Untuk faktor *safety* perancangan rangka mesin spot welding diperlukan adanya buckling analisis, dalam proses ini analisa dilakukan menggunakan *software solidworks*.

5. Kesimpulan

Dari data Hasil penelitian diatas maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada perancangan mesin spot welding ini menggunakan tranformator dengan daya 1000 watt.
2. Muatan listrik yang mengalir pada mesin ini yaitu sebesar 9922,5 coulomb
3. Sistem penggerak arm menggunakan sistem elektro pneumatik dengan diamater silinder 36,5 mm.

6. Ucapan Terimakasih

Ucapan syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT. Yang selalu memberikan nikmat dan rahmat-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan papper ini, ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Agus sifa, S.Pd., M.T., M.Sc. dan Bapak Tito Endrawan, S.Pd., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah banyak membantu dari pertama ide penelitian muncul sampai dengan penelitian dan penulisan ini selesai.

7. Daftar Pustaka

- [1]. Yurianto, Setiyanto N.A, Boedi E. Metode Perancangan Las titik, Brazzing, Soldering Jinglyng Untuk Industri Kecil, Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro) Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang, 2011.
- [2]. Harsokoesoemo, Darmawan H. Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk). Institute Teknologi Bandung, 2004
- [3]. Wiryosumarto, Harsono, Teknologi Pengelasan Logam, Jakarta : PT Pradya Paramita, 2000.
- [4]. Suhendi Y, Sholeh A, Maulana R, Analisa Perancangan Kelistrikan Pada Mesin Spot Welding Stasioner, Sekolah Tinggi Teknologi Texmako, 2017.
- [5]. Amsted, BH., Ostwad, P.F., dan Begeman, M.L.,

- Teknologi Mekanik, Jilid 1, Edisi Ketujuh, terj. Djaprie s., Erlangga, Jakarta. 2016.
- [6]. Rahman N, Studi litelatur las titik pt dirgantara indonesia, 2015
- [7]. F. T. Wanda. Makalah pengelasan las titik, fakultas teknik universitas muhamadiyah pontianak, 2016.
- [8]. Baskoro a.s. , Sugeng, Sifa A, Badruzzaman, Endrawan T. Variation The Diameter Tip Of Electrode On The Ressistance Spot Welding Using Electrode Cu On Worksheet Fe, 2018.
- [9]. Sifa A, Baskoro A.S. , Sugeng, Badruzzaman, Endrawan T. Identification Of The Thicknes Of Nugget On Worksheet Spot Welding Using Non Destructive Test, 2018.
- [10]. Willem. Teknik Listrik Dasar otomotif. 2013.
- [11]. Barber A. Pneumatic Handbook, Elsevier Science & Technology Books, 1997.