



Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik  
Universitas Galuh

**JURNAL**

MAHASISWA  
**MESIN**  
GALUH

**JMMG**

**VOL.1, NO.2  
(2023)**



**JURNAL MAHASISWA MESIN GALUH**

e-issn:

p-issn:

Vol.1, No.2 (2023)

---

<b>PEMBUATAN MESIN PENCUCI BERAS KAPASITAS 10 KG</b> Kemal Zaki Muttaqin, Slamet Riyadi, Tia Setiawan	<b>1 - 8</b>
<b>RANCANG BANGUN MESIN GERINDA PENGUBAH SUDUT CAMSHAFT (NOKEN AS) KHUSUS MOTOR 4 TAK</b> Jujun Gunawan, Zaenal Abidin, Ade Herdiana	<b>9 - 19</b>
<b>RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP MENGGUNAKAN SISTEM TORAK PADA SILINDER</b> Rona Yusron Arif, Heris Syamsuri, Irna Sari Maulani	<b>20 - 30</b>
<b>PERANCANGAN MESIN SPOT WELDING PORTABLE UNTUK SKALA LABORATORIUM</b> Ade Kurniawan, Heris Syamsuri, Slamet Riyadi	<b>31 - 39</b>
<b>PEMBUATAN MESIN PENGADUK BAHAN BAGLOG JAMUR TIRAM KAPASITAS 20 KG DI DESA SINDANGWANGI KABUPATEN PANGANDARAN</b> Muhammad Dallif Rizky, Tia Setiawan, Irna Sari Maulani	<b>40 - 46</b>
<b>PERANCANGAN MESIN PENCACAH LIMBAH SAYUR UNTUK PAKAN AYAM KAPASITAS 3 KG</b> Riza Taufiq Firmansyah, Ade Herdiana, Edi Sukmara	<b>47 – 53</b>



## JURNAL MAHASISWA MESIN GALUH

e-issn:

p-issn:

Vol.1, No.2 (2023)

---

Jurnal Mahasiswa Mesin Galuh (JMMG) dikelola oleh Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Galuh. Jurnal ilmiah di bidang teknologi tepat guna dan terapannya terbit 2 kali dalam setahun, yaitu bulan Januari dan Juli.

Penanggung Jawab : Ketua Program Studi Teknik Mesin  
Ir. Slamet Riyadi, S.T., M.T.

Pimpinan Redaksi : Irna Sari Maulani, S.Si., M.T.

Mitra Bestari : 1. Dr. Ir. Muki Satya Permana, M.T.  
(Universitas Pasundan Bandung)

2. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T.  
(Universitas Pasundan Bandung)

3. Ir. Engkos Koswara, M.T.  
(Universitas ajalengka)

4. Nia Nuraeni Suryaman  
(Universitas Widyatama)

5. Heris Syamsuri, S.T., M.T.  
(Universitas Galuh Ciamis)

Redaksi Pelaksana : 1. Ir. Ade Herdiana, S.T., M.T.

2. Ir. Tia Setiawan, S.T., M.T.

3. Ir. Slamet Riyadi, S.T., M.T.

### SEKERTARIAT REDAKSI

JURNAL MAHASISWA MESIN GALUH  
(JMMG)

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas  
GaluhJln. RE. Martadinata No 150 Ciamis

Email: [mesin.galuh@gmail.com](mailto:mesin.galuh@gmail.com)

Website: <https://ojs.unigal.ac.id/index.php/jmg>



**JURNAL MAHASISWA MESIN GALUH**

e-issn:

p-issn:

Vol.1, No.2 (2023)

---

## PENGANTAR REDAKSI

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur kepada Allah SWT selalu kami panjatkan, karena hanya dengan rahmat dan karunia-Nya Jurnal Mahasiswa Mesin Galuh Volume 1, Nomor 2, September 2023 bisa diterbitkan secara elektronik (E-Jurnal) dengan 6 artikel. Jurnal ini diterbitkan sebagai wahana sosialisasi dan diseminasi hasil penelitian bagi kalangan akademisi maupun masyarakat luas, pada bidang teknologi tepat guna dan terapannya. Bidang kajian yang dicakup dalam jurnal ilmiah adalah teknologi tepat guna yang dipalikhaskan dari ilmu pemesinan seperti konstruksi, metalurgi, konversi energy dan ilmu terapan lainnya.

Penyebarluasan informasi terhadap hasil-hasil penelitian tersebut dapat disampaikan melalui publikasi atau Jurnal ilmiah yang diwadahi dalam Jurnal Mahasiswa Mesin Galuh diterbitkan oleh Program Studi Teknik Mesin merupakan salah satu sarana dan wadah bagi para peneliti untuk dapat mendiseminasikan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan serta sekaligus juga bisa sebagai sarana untuk meningkatkan profesionalitas.

Pada edisi kesatu nomor satu ini, JMMG menyajikan 6 (enam) buah artikel yang bervariasi mulai dari pemesinan, metalurgi dan konversi energy, keberagaman konten tersebut menunjukkan bahwa terapan teknologi di masyarakat sangat luas dan terbuka berbagai peluang penelitian terkait.

Dalam upaya untuk meningkatkan kualitas Jurnal, kami akan terus berupaya untuk lebih baik. Oleh sebab itu, masukan dan saran dari semua pihak sangat diharapkan agar ke depan Jurnal Mahasiswa Mesin Galuh (JMMG) bisa lebih baik lagi. Hal ini memberikan semangat bagi kami untuk terus mengelola jurnal ini agar dapat terus terbit dan terus meningkat kualitasnya. Akhirnya kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu hingga terbitnya Jurnal ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan petunjuk kepada kita semua, dan semoga kita dapat berkarya lebih baik lagi di masa yang akan datang, Amin.

**REDAKSI**

---

---

## PERANCANGAN MESIN SPOT WELDING PORTABLE UNTUK SKALA LABORATORIUM

**Ade Kurniawan<sup>1)</sup>, Heris Syamsuri<sup>2)</sup>, Slamet Riyadi<sup>3)</sup>**

<sup>(1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Galuh

Email: [kimmkurniawan1933@gmail.com](mailto:kimmkurniawan1933@gmail.com), [herissyamsuri@unigal.ac.id](mailto:herissyamsuri@unigal.ac.id), [slametriyadi.cms@unigal.ac.id](mailto:slametriyadi.cms@unigal.ac.id)

### **Abstract**

*specifically used to connect plates. A high electric current is applied to the material that is squeezed through the electrodes during the pressing process by the two electrodes. Spot Welding is widely used in the industrial world both large and small scale. In large industries, spot welding has a solid and fixed design, meaning that the method of placement has been determined in a special place and if you want to move it, you have to use heavy equipment. Whereas for small-scale spot welding it is urgently needed for thin plate processing, but the price and shape which are difficult to move certainly require innovation so that the needs of small industries can be fulfilled. In the manufacturing process course in the Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Galuh University, there is welding material and practice, of course, to achieve maximum learning outcomes in welding practice, it is necessary to make a portable spot welding equipment. From the discussion above, the authors are interested and inspired to design a portable spot weld machine for the laboratory scale, starting with drawing, planning, sketching or assembling several separate elements into a single unit that is used to describe tools using solidwork applications and the Finite Element Method (FEM). ) or commonly called Finite Element Analysis (FEA) as an analysis tool.*

**Keywords :** *Spot Welding, Design, FEM, FEA*

### **Abstrak**

Spot Welding merupakan salah satu jenis las resistansi listrik yang penggunaannya khusus digunakan untuk penyambungan plat. Arus listrik yang tinggi diberikan pada material yang berhimpit melalui elektroda saat proses penekanan oleh kedua elektroda. Spot Welding banyak digunakan di dunia industri baik skala besar maupun kecil. Dalam industri besar spot welding mempunyai desain yang solid dan fix artinya dari cara penempatan sudah ditentukan di sebuah tempat khusus dan ingin dipindahkan harus menggunakan alat bantu yang berat. Sementara untuk skala kecil spot welding ini akan sangat dibutuhkan untuk pengerjaan plat-plat tipis, namun harga dan bentuknya yang susah di pindah-pindah tentu saja membutuhkan inovasi agar kebutuhan industri kecil bisa terpenuhi. Pada Matakuliah proses manufaktur di Program Studi Teknik, Mesin Fakultas Teknik Universitas Galuh terdapat materi dan praktik pengelasan tentu untuk mencapai hasil pembelajaran yang maksimal dalam praktiknya pengelasan sehingga diperlukan pembuatan alat spot welding portable. Dari pembahasan permasalahan diatas membuat penulis tertarik dan terinspirasi untuk merancang mesin spot welding portable untuk skala laboratorium dari mulai penggambaran ,perencanaan, sketsa atau

---

pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah kedalam suatu kesatuan yang untuk dan penggambaran alat menggunakan aplikasi solidwork dan Finite Elemen Methode (FEM) atau biasanya disebut Finite Element Analysis (FEA) sebagai alat analisis.

Kata kunci : Las Titik , Perancangan, FEM, FEA

## I. PENDAHULUAN

Dengan kemajuan yang telah di capai sampai dengan saat ini teknologi las memegang peranan penting dalam masyarakat industri modern. Terbukti dengan terwujudnya standar-standar teknik dalam pengelasan las yang akan membantu memperluas lingkup pemakaian sambungan las dan memperbesar ukuran bangunan konstruksi yang dapat di las. Pada tahap-tahap permulaan dari pengembangan teknologi las, pengelasan hanya dipergunakan pada sambungan-sambungan dan repasi-repasi yang kurang penting. Tetapi, sekarang penggunaan proses-proses pengelasan dan penggunaan konstruksi-konstruksi las merupakan hal yang umum disemua negara di dunia. Pada saat ini telah digunakan lebih dari 40 jenis pengelasan termasuk pengelasan yang dilaksanakan dengan hanya menekan dua logam yang di sambung sehingga terjadi ikatan antara atom-atom atau molekul-molekul dari logam yang tersambungkan.

Spot Welding banyak digunakan di dunia industri baik skala besar maupun kecil. Dalam industri besar spot welding mempunyai desain yang solid dan fix artinya dari cara penempatan sudah ditentukan di sebuah tempat khusus dan ingin dipindahkan harus menggunakan alat bantu yang berat. Sementara untuk skala kecil spot welding ini akan sangat dibutuhkan untuk pengerjaan plat-plat tipis, namun harga dan bentuknya yang susah di pindah-pindah tentu saja membutuhkan inovasi agar kebutuhan industri kecil bisa terpenuhi.

Perancangan mesin adalah suatu usaha yang dilakukan oleh individu untuk memperoleh suatu alat yang bermanfaat dan mempermudah pekerjaan manusia di dalam penyelesaiannya. Kemajuan zaman yang modern ini setiap manusia dituntut untuk dapat berpikir inovatif dan kreatif untuk menciptakan suatu alat menunjang kebutuhan manusia itu sendiri

sebagai tindakan manusia untuk memudahkan suatu pekerjaan dan memperoleh hasil yang direncanakan.

## II. KAJIAN LITERATUR

### II.1 Las Titik

Las titik (Spot welding) adalah salah satu metode penyambungan logam dengan pengelasan, pada permukaan plat yang di sambung satu sama lain, saat yang sama arus listrik dialirkan sehingga permukaan tersebut menjadi panas dan mencair karena adanya resistansi satu las titik merupakan salah cara pengelasan resistansi listrik, dimana dua atau lebih lembaran logam dijepit di antara dua elektroda logam, kemudian arus yang kuat di alirkan melalui elektroda tembaga sehingga titik diantara plat logam dibawah elektroda yang saling berinsingungan menjadi panas akibat resistansi listrik hingga mencapai suhu pengelasan, sehingga kedua plat menyatu.

### II.2 Perancangan

Perancangan adalah sebuah proses untuk mendefinisikan sesuatu yang akan dikerjakan dengan menggunakan teknik yang bervariasi serta didalamnya melibatkan deskripsi mengenai arsitektur serta detail komponen dan juga keterbatasan yang akan dialami dalam proses pengerjaannya. Khumaedi, Muhammad. (2015).

### II.3 Proyeksi

Proyeksi merupakan penggambaran yang menunjukkan suatu objek yang terlihat dari depan, kanan, kiri, atas, dan bawah. Pandangan proyeksi diposisikan sejajar dan saling berhubungan antara yang satu dengan yang lain sesuai dengan aturan standar. Standar ini telah diakui di seluruh penjuru dunia dan menjadi patokan paten dalam menggambar. Dalam proyeksi sendiri terbagi atas beberapa jenis proyeksi diantaranya.

### 1. Proyeksi Eropa

Proyeksi bisa disebut proyeksi ISO, proyeksi sudut pertama atau proyeksi kuadran satu. Proyeksi Eropa merupakan proyeksi yang letaknya terbalik dengan arah pandangnya. Pandangan atas yang berada dibawah pandangan depan, pandangan kiri berada pada disisi kanan pandangan depan, dan pandangan kanan berada disamping kiri pandangan depan.

### 2. Proyeksi Amerika

Proyeksi Amerika merupakan proyeksi yang letak bidangnya sama dengan arah pandangannya. Proyeksi amerika merupakan proyeksi yang mudah dipahami, karena tata letaknya sama dengan arah pandang kita, proyeksi yang dimana bidangnya akan berada pada lokasi arah pandang bidang itu sendiri. Proyeksi amerika tampak atas berbeda diatas, tampak kanan berada dikanan, tampak kiri berada dikiri dan tampak bawah berada di bawah sesuai dengan orientasinya.

## II.4 Kekuatan Material

Berdasarkan uraian dari kurva uji tarik , elemen mesin akan aman atau tidak gagal jika beban yang terjadi berada didalam daerah deformasi elastik atau daerah di bawah titik Y (yield stress). Semakin mendekati titik Y maka elemen semakin kritis atau sangat rentan terhadap kegagalan deformasi plastik.



Gambar 2.1 Kurva Uji Tarik

## II.5 Finite Element Method (FEM)

Metode Elemen Hingga atau Finite Element Method (FEM) atau Analisa Elemen Hingga atau Finite Element Analysis (FEA), merupakan dasar pemikiran dari suatu bangunan bentuk-bentuk kompleks dengan blok-blok sederhana atau membagi objek yang kompleks kedalam bagian-bagian kecil yang teratur yang mendekati model kondisi aslinya. Herdiana, A. (2019, October)

### 1. Regangan (*Von Mises*)

Tegangan adalah gaya yang bekerja persatuan luas penampang. Persamaan dari tegangan adalah:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$\sigma$  = Delta

Keterangan:

F = Gaya

A = Luas Penampang

### 2. Perpindahan (*Displacement*)

Jika sebuah poros/ batang menerima beban torsi atau momen puntir maka poros tersebut cenderung terdeformasi akibat pengaruh putaran karena perbedaan putaran satu titik relatif terhadap titik lain pada poros, akibat adanya torsi pada poros maka poros mengalami tegangan geser di penampangnya. Persamaan dari tegangan geser adalah:

$$\tau = \frac{T \cdot r}{J}$$

$\tau$  = Torsion

Keterangan:

T = Torsi

r = Jari-jari

J = Momen Inersia Polar

### 3. Regangan

Regangan adalah terjadinya perubahan struktur karena ketidak mampuan struktur untuk menahan beban. Persamaan dari regangan adalah:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

$\epsilon$  = epsilon

Keterangan:

$\Delta L$  = Pertambahan panjang

$\Delta L = L - L_0$

$L_0$  = Panjang awal

### 4. Savety of factor

Kekuatan sebenarnya dari suatu struktur haruslah melebihi kekuatan yang dibutuhkan. Perbandingan dari kekuatan sebenarnya terhadap kekuatan yang dibutuhkan disebut faktor keamanan (n) Faktor keamanan

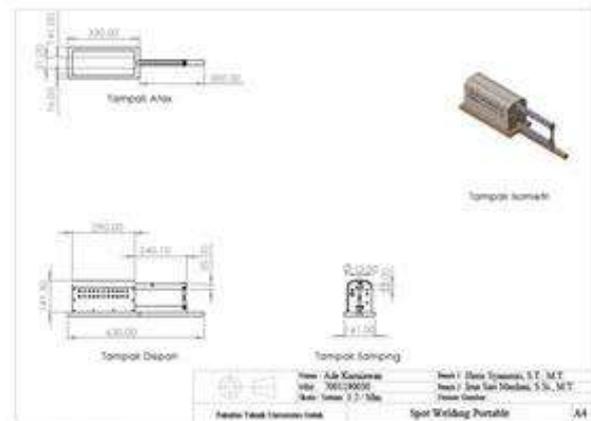
$$SF = \frac{\text{Kekuatan Material}}{\text{Tegangan yang terjadi}}$$

Faktor keamanan harus lebih besar dari 1,0 untuk menghindari kegagalan. Kegagalan dapat berarti patah atau rusak sama sekali pada suatu struktur. Penentuan faktor keamanan memperhitungkan kemungkinan pembebanan yang melampaui batas (overloading) dari suatu struktur baik dari pembebanan statik maupun pembebanan dinamik secara berulang, serta kemungkinan kegagalan akibat kelelahan struktur (fatigue failure) dan lain-lain. Apabila faktor keamanan sangat rendah, maka kemungkinan kegagalan akan menjadi tinggi dan karena itu desain strukturnya tidak diterima. Sebaliknya jika faktor keamanan sangat besar, maka strukturnya akan menjadi boros bahan (*Over Design*).

## III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

### III.1 Desain Gambar

Desain dibuat dari sketsa kasar yang telah dibuat oleh perancang, perancangan mesin pencacah sayuran menggunakan sistem arduino dibuat menggunakan software solidwork.

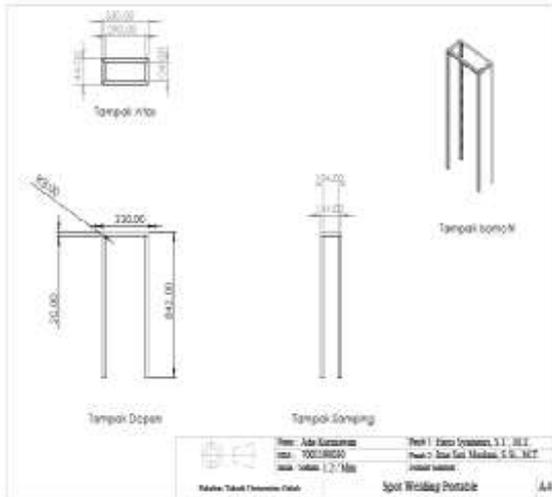


Gambar 3.1 Mesin Spot Welding

Gambar 3.1 adalah hasil perancangan menjelaskan menggunakan software desain yang digunakan oleh perancang, dari hasil tersebut didapat perancangan elemen mesin dimana gabungan dari beberapa komponen yang saling mempengaruhi dan tidak dapat dipisahkan.

### III.2 Frame

Frame yaitu bagian dasar yang berfungsi mendukung mesin, transmisi, tabung, serta untuk menjaga stabilitas alat ingin dibuat karna frame sendiri akan di temple oleh komponen-komponen mesin, maka dalam membuatnya harus memikirkan beban yang akan dialami oleh frame.

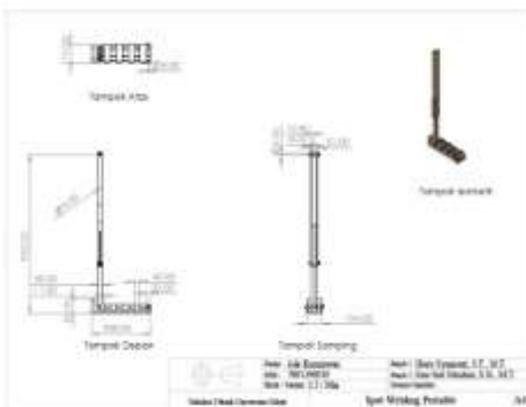


Gambar 3.2 Desain Rangka

Rangka yang didesain dengan ukuran seperti yang tertulis pada gambar 3.2 yang berfungsi menompang gaya mesin.

### III.3 Pedal

Pedal untuk menarik tuas lengan las/menarik dua elektroda kemudian dilakukan dengan cara di injak. Dengan pedal kita gunakan untuk mengelas memberikan hasil yang lebih baik mesin las titik masih dapat berfungsi dengan baik bahkan lebih memudahkan bekerja.



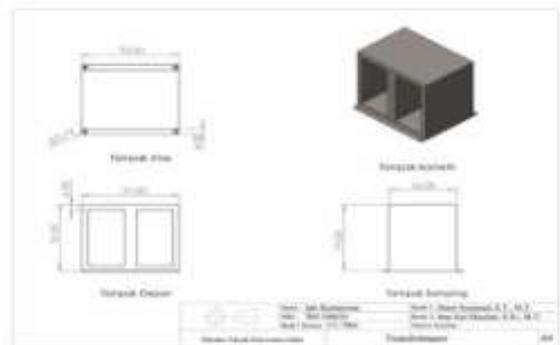
Gambar 3.3 Pedal

### III.4 Komponen Mesin Spot Welding

Dalam perancangan mesin spot welding dirancang dengan komponen - komponen perancang seperti berikut:

#### 1. Motor Listrik

Transformator yang di desain dengan ukuran seperti yang tertulis pada Gambar 4.5 yang berfungsi untuk suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energy listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik yang lain melalui satu gandingan magnet dan berdasarkan prinsip induksi tanpa mengubah frekuensinya.

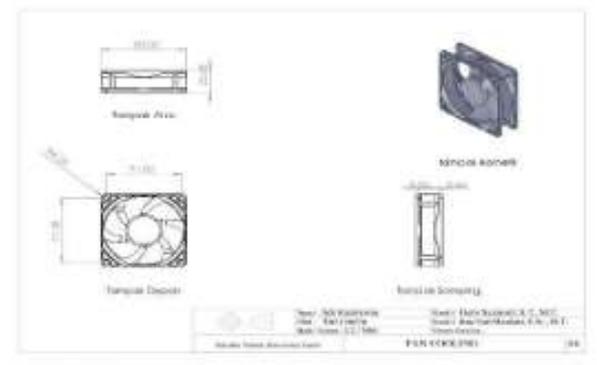


Gambar 3.4 Transformator

watt, Tegangan 220 volt, Arus listrik 5 ampere.

#### 2. Blower

Blower yang didesain dengan ukuran seperti yang tertulis pada gambar 4.6 yang berfungsi sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu.

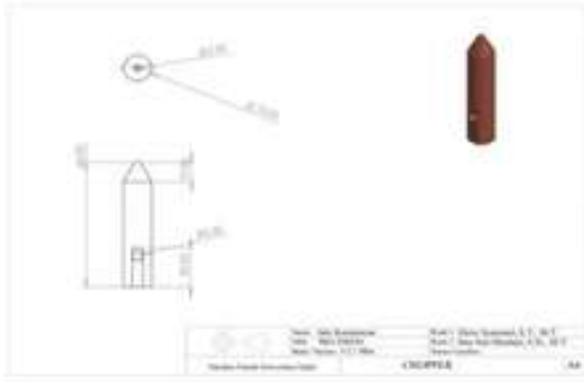


Gambar 3.5 Blower

Spesifikasi blower uk 8x8 cm ,daya 220 volt

### 3. Elektroda Tembaga

Elektroda yang umum digunakan untuk pengelasan resistansi listrik



Gambar 3.6 Elektroda Tembaga

Elektroda tembaga disini berfungsi untuk salah satu cara pengelasan resistansi listrik, dimana dua atau lebih lembaran logam dijepit diantara dua elektroda logam, sehingga titik diantara plat logam dibawah elektroda yang saling bersinggungan menjadi panas akibat resistansi listrik hingga mencapai pengelasan. Dengan diameter 13mm dengan panjang 6cm.

### 4. Kabel Las Tembaga

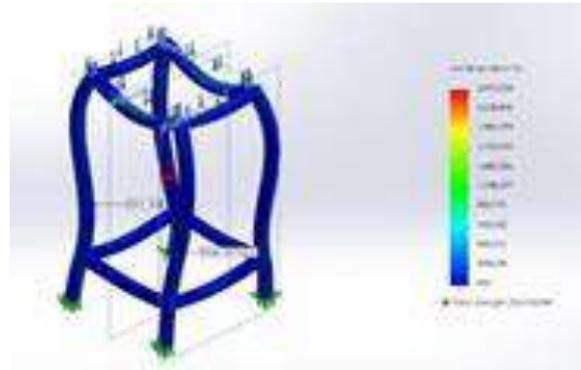
Kabel las tembaga untuk mengalirkan arus ke dua elektroda tembaga dengan ukuran 16mm panjang 1,5 m.

### 5. Tombol Swist ON-OF

## III.5 Analisis Finite Element Method (FEM)

Adalah salah satu metode yang digunakan untuk menghitung gaya, proses analisis dilakukan berdasarkan metode kekakuan yang disajikan dalam formulasi matriks, area permasalahan yang menarik termasuk bidang tradisional analisis structural, perpindahan panas, aliran fluida, transportasi massa dan potensi elektromagnetik.

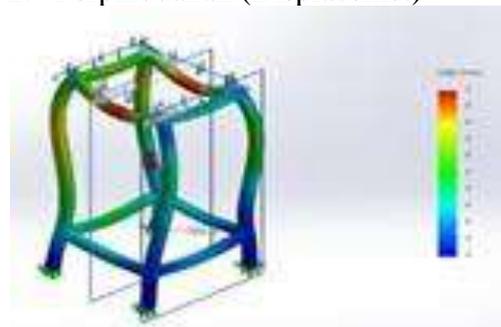
### 1. Tegangan (Von Mises)



Gambar 3.7 Tegangan (Von Mises)

Dilihat dari gambar 3.7 dinyatakan bahwa daerah terdistribusi tegangan maksimal di perlihatkan dengan warna merah dengan hasil  $2.476.233\text{N/m}^2$  yang di beri beban dari kalkulasi seluruh komponen mesin ,Sementara tegangan luluh material ASTM A36 sebesar 250Mpa. Dengan demikian rangka dinyatakan aman.

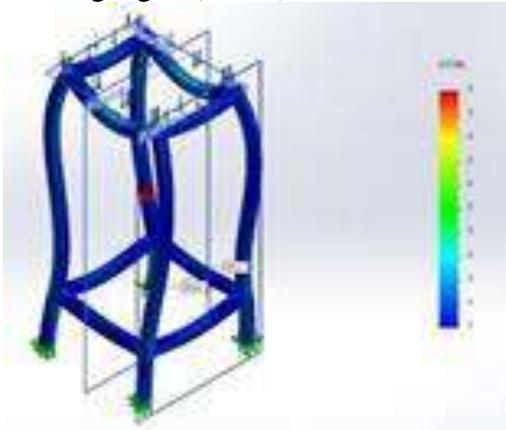
### 2. Perpindahan (Displacement)



Gambar 3.8 Perpindahan (Displacement)

Dilihat dari gambar 3.8 dinyatakan bahwa daerah terdistribusi perpindahan maksimal di perlihatkan dengan warna merah dengan hasil 0, Dengan demikian beban mesin spot welding dan komponen – komponen lainnya pada rangka dinyatakan aman.

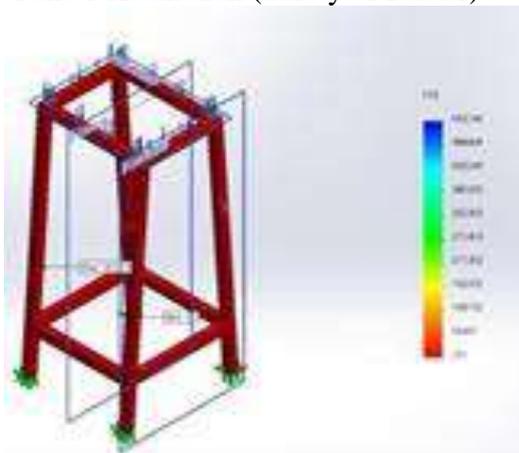
### 3. Regangan (Strain)



Gambar 3.9 Regangan (Strain)

Dilihat dari gambar 3.9 dinyatakan bahwa daerah terdistribusi regangan maksimal di perlihatkan dengan warna kuning dengan hasil 0. Dengan demikian beban dari mesin spot welding dari komponen – komponennya tidak terjadi regangan pada struktur elemen dengan rangka dinyatakan aman.

### 4. Faktor Keamanan (Safety of Factor)



Gambar 3. 10 Faktor Keamanan (Safety of Faktor)

Dilihat dari gambar dinyatakan bahwa, daerah komponen Rangka yang berwarna merah adalah daerah visualisasi faktor keamanan, hasil yang didapat adalah 101 hasilnya lebih besar dari 1. Dengan didapatkannya hasil safety of factor 101 maka dinyatakan bahwa

dari hasil analisis FEM dengan beban beban dari mesin spot welding dan komponen – komponennya dinyatakan aman dengan nilai 101.

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

### IV.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari perancangan mesin spot welding antara lain sebagai berikut:

1. Dimensi perancangan
  - Dimensi mesin spot welding adalah panjang 63 cm, Lebar 14cm, tinggi 14cm
  - Dimensi pedal adalah Panjang 10 cm, Lebar 38 cm, Tinggi 98 cm.
  - Dengan spesifikasinya adalah 700-800 watt, Tegangan 220 volt, arus listrik 5 ampere
2. Analisis rancangan Rangka tegangan maksimal di perlihatkan dengan warna merah dengan hasil  $2.476.233 \text{ N/m}^2$  yang di beri beban dari kalkulasi seluruh komponen mesin ,Sementara tegangan luluh material ASTM A36 sebesar 250Mpa. Dengan demikian rangka dinyatakan aman.
3. Analisis batang pedal tidak dapat dilakukan karena material yang digunakan adalah kayu sehingga tidak mempunyai tegangan luluh material.

### IV.2 Saran

Adapun saran dalam perancangan mesin spot welding portable untuk skala laboratorium

1. Kontruksi mesin harus lebih presisi.
2. Material bahan yang digunakan bahan yang kokoh misalnya baja karbon rendah.
3. Penambahan elco untuk penguat arus.
4. Pembuatan harus menggunakan APD sesuai SOP supaya safety.
5. Penambahan daya dari transformatornya.

---

---

**REFERENSI**

- Ahmad Bakhori, 2017 Perbaikan Metode Pengelasan SMAW (Sheal Metal ARC Welding ) Pada Industri Kecil Di Kota Medan).
- A. Choironi and S. Huda, 2013 Redesign Dan Rancang Bangun Mekanisme Spot welding Elektroda Tungstens Dengan alat Microwave Oven Transformator Kapasitas 2 – 3 Volt, Undergraduate (SI) thesis, University of Muhammadiyah Malang.
- Burhanul Aziz, Dkk, 2020 Rancang bangun Alat Spot Welding Menggunakan Transformator Oven Microwave Dengan Kendali Dimmer.
- Rizki, Soetam. 2011. Konsep Dasar Rekayasa Perangkat Lunak. Jakarta: Prestasi pustaka.
- Harsokusoemo, Dharmawan, 2000. Pengantar Perancangan Teknik, Jakarta : Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.
- ZETRI, R. (2017). PERANCANGAN SPOT WELDING (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik).