

PERANCANGAN PENGELASAN SMAW PADA RANGKA MESIN PENCACAH PLASTIK UNTUK INDUSTRI RUMAH TANGGA.

Erik Setiawan¹, Setiani Ibrahim, S.T. M.T ², Amelia Rahmantika, S.Si. M.T ³.

Teknologi Pengelasan dan Fabrikasi , Institut Teknologi Sains Bandung, Kota Deltamas Lot-A1 CBD, Jl. Ganesha Boulevard, Pasirranji, Kec. Cikarang Pusat, Bekasi, Jawa Barat, 17530, Indonesia

eriksetiawan.1933@gmail.com

Abstrak

Rangka mesin pencacah plastik adalah suatu komponen yang menyangga bagian komponen lainnya, seperti komponen penggerak dan pisau. Tujuan dari penulisan ini adalah Merancang mesin pencacah plastik yang bisa digunakan dalam industri rumah tangga. Merancang rangka mesin pencacah plastik menggunakan software *solidwork* dan menganalisis kekuatan rangka mesin pencacah plastik dengan merancang kekuatan sambungan las yang akan digunakan, serta menghitung biaya yang diperlukan untuk membuat satu set rangka mesin pencacah plastik. Proses penyambungan yang digunakan adalah proses pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) merupakan pengelasan menggunakan busur nyala listrik sebagai panas pencair logam. Busur listrik terbentuk antara elektroda terlindung dan logam. Rangka mesin pencacah plastik yang akan dibuat menggunakan material besi hollow ST 37 dan besi plat SPCC dengan menggunakan proses penyambungan pengelasan SMAW dan proses penyambungan baut. Rangka mesin pencacah plastik di bagi menjadi dua komponen utama yaitu komponen bawah dan komponen box.

Kata kunci : Rangka mesin pencacah plastik, Pengelasan SMAW, material

Abstract

The plastic chopping machine frame is a component that supports other component parts, such as the driving component and the knife. The purpose of this paper is to design a plastic chopper that can be used in home industries. Designing a plastic shredding machine frame using solidwork software and analyzing the strength of the plastic chopping machine frame by designing the strength of the welded joint to be used, and calculating the cost required to make a set of plastic chopping machine frames. The connection process used is SMAW welding process (Shielded Metal Arc Welding), which is welding using an electric flame arc as hot melting metal. An electric arc is formed between the shielded electrode and the metal. The plastic chopping machine frame that will be made uses ST 37 hollow iron and SPCC plate iron using the SMAW welding process and the bolt joining process. The plastic chopping machine frame is divided into two main components, namely the bottom component and the box component.

Keywords: Plastic chopping machine frame, SMAW welding, material

1. PENDAHULUAN

Plastik merupakan bahan yang paling sering digunakan manusia saat ini. Sifat praktis, ringan dan ekonomis dari plastik menjadi salah satu faktor pendukungnya. Selain itu plastik cenderung menjadi barang sekali pakai. Hal ini mengakibatkan peningkatan sampah plastik semakin cepat. Berdasarkan badan pusat statistik Indonesia, di tahun 2016 jumlah sampah yang ada di Indonesia mencapai 65.200.000 ton per tahun atau setara dengan 5.433.000 ton perbulan sebagai mana dikutip dari badan statistik lingkungan hidup indonesia 2018.

Butuh waktu ratusan bahkan ribuan tahun untuk sampah plastik dapat terurai secara alamiah. Namun ada beberapa jenis plastik yang dapat dikumpulkan untuk dijual kembali ke pabrik melalui pemulung dan distributor barang bekas. Salah satu jenis sampah plastik yang dapat dijual kembali adalah botol plastik. Sampai saat ini, pemulung masih mengumpulkan botol plastik dalam keadaan utuh yang dikumpulkan di dalam karung kemudian dijual kepada distributor barang bekas untuk dibawa ke pabrik dan diolah

Umumnya para pemulung mengumpulkan sampah botol plastik ini dalam satu karung beras dengan ukuran besar (kapasitas 50 kg). Namun para pemulung tidak hanya mengumpulkan tapi terkadang memisahkan botol plastik dengan tutup botolnya. Dengan terkumpulnya botol plastik dalam keadaan utuh tersebut, maka distributor harus menyediakan transportasi yang lebih dalam pengangkutan akibat volume yang besar dengan beban yang ringan. Hal ini dapat diatasi dengan banyak cara, antara lain dengan menyusun botol plastik sedemikian rupa, sehingga kapasitas di dalam karung lebih banyak. Namun menyusun botol plastik tidak menghasilkan banyak perubahan. Cara lain adalah dengan mencacah botol plastik hingga menjadi potongan kecil.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di Cikarang Pusat kab. Bekasi mencacah botol plastik dapat dilakukan dengan menggunakan gunting dan menggunakan mesin. Mencacah menggunakan gunting dilakukan dengan menggantung botol plastik menjadi beberapa bagian potongan kecil-kecil atau menggunakan

pisau yang dialasi oleh landasan kayu. Hal ini membutuhkan tenaga kerja yang cukup banyak dan waktu pengerjaan lama. Sedangkan mesin pencacah plastik memiliki ukuran yang besar dan hanya terdapat pada industri-industri pengolahan daur ulang saja.

Untuk membantu memecahkan masalah tersebut, maka penulis mencoba merancang suatu mesin pencacah yang dapat digunakan di industri rumahan dan memiliki harga yang terjangkau. Agar mesin pencacah yang dirancang dapat digunakan oleh para pemulung atau distributor barang bekas, untuk memperkecil jumlah transportasi yang digunakan dan menghemat ruang penyimpanan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada perancangan mesin pencacah plastik ini akan merancang mesin pencacah plastik dengan system *shredder* serta menggunakan material besi plat SPCC dan besi hollow ST 37 dengan proses pengelasan SMAW dan penyambungan baut sebagai proses penyambungan serta menggunakan tipe sambungan sudut, sambungan tumpul dan sambungan T.

PENGERTIAN MESIN PENCACAH PLASTIK

Mesin pencacah plastik adalah sebuah alat yang digunakan untuk mencacah atau menghancurkan plastik. Barang yang biasa dicacah adalah botol minuman, botol oli, botol jerigen, plastik lembaran dan limbah-limbah plastik lainnya. Pada umumnya mesin pencacah plastik memiliki dua jenis yaitu mesin pencacah plastik sistem *crusher* dan mesin pencacah plastik sistem *shredder*.

RANGKA MESIN PENCACAH PLASTIK

Rangka mesin pencacah plastik adalah suatu komponen yang menyangga bagian komponen lainnya, seperti komponen penggerak dan pisau. Pisau adalah komponen utama

mesin pencacah plastik, karena tujuan pisau ini digunakan untuk memotong lebih kecil limbah plastik, Motor penggerak adalah komponen yang menggerakkan pisau agar pisau tersebut berputar. Motor penggerak akan bekerja apabila diberi sumber energi baik listrik atau bahan bakar, dan Rangka mesin pencacah plastik adalah suatu komponen yang menyangga bagian komponen lainnya, seperti komponen penggerak dan pisau.

ANALISIS KEKUATAN RANGKA

Untuk menganalisis kekuatan rangka pada rangka mesin pencacah plastik maka hal yang harus diketahui adalah beban dan tumpuan yang terjadi pada rangka mesin pencacah plastik. Tumpuan merupakan tempat perletakan konstruksi untuk dukungan bagi konstruksi dalam meneruskan gaya-gaya yang bekerja menuju pondasi. Pada rangka mesin pencacah plastik terdapat dua tumpuan yaitu tumpuan sendi dan tumpuan rol.

PENGELASAN SMAW

Pengelasan SMAW atau lebih dikenal dengan SMAW (Shielded Metal Arc Welding) merupakan pengelasan menggunakan busur nyala listrik sebagai panas pencair logam. Busur listrik terbentuk diantara elektroda terlindung dan logam induk seperti ditunjukkan pada Gambar pengelasan SMAW dibawah ini, karena panas dari busur listrik maka logam induk dan ujung elektroda mencair dan membeku bersama Proses pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding) dilakukan dengan menggunakan energi listrik (AC/DC), energi listrik dikonversi menjadi energi panas dengan membangkitkan busur listrik melalui sebuah elektroda. Busur listrik diperoleh dengan cara mendekatkan elektroda las ke benda kerja/logam yang akan dilas, sehingga terjadi aliran arus listrik dari elektroda ke benda kerja, karena adanya perbedaan tegangan antara elektroda dan benda kerja (logam yang akan dilas).

PERENCANAAN KEKUATAN SAMBUNGAN LAS

Perencanaan kekuatan sambungan las adalah merancang sambungan las yang akan digunakan agar sambungan las yang dirancang

sesuai dengan yang dibutuhkan. Kekuatan sambungan las dihitung berdasarkan tegangan boleh dengan anggapan bahwa hubungan antara tegangan dengan regangan mengikuti hukum Hooke dengan syarat bahwa tegangan terbesar yang terjadi tidak melebihi tegangan boleh yang telah ditentukan. Sebagian besar bahan mengalami perubahan sifat dari elastis menjadi plastis yang berlangsung sedikit demi sedikit, dan dimana deformasi plastis mulai terjadi dan sukar ditentukan secara teliti.

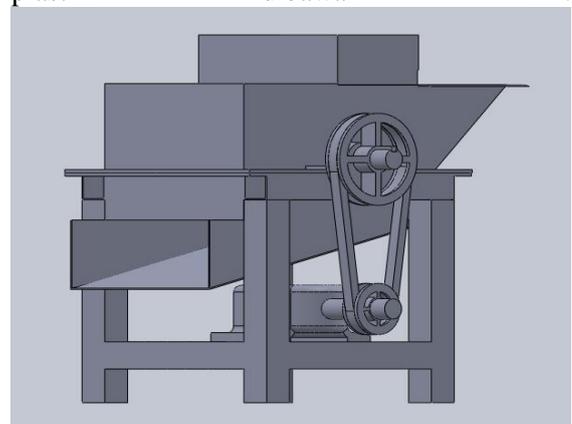
Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pH emulsi, sifat fisik dan optik kertas. Sifat fisik yang diuji meliputi *bulk*, *tensile strength*, *tearing strength*, *bursting strength* dan *ash content* sedangkan pengujian *optic* meliputi *brightness* dan *opacity*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan yang akan dibahas dalam membuat rangka mesin pencacah plastik ini menggunakan software *solidwork*.

PRINSIP KERJA MESIN PENCACAH PLASTIK

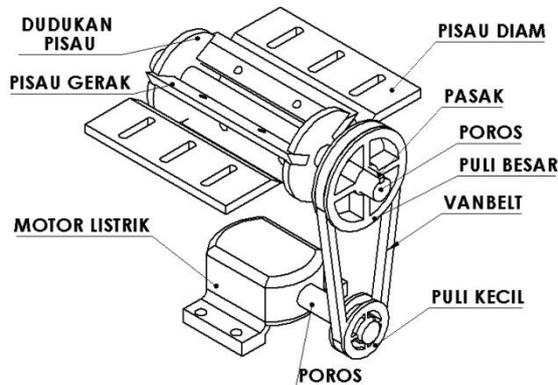
Mesin pencacah plastik ini digunakan sebagai pencacah botol plastik berbagai ukuran dan bentuk agar menjadi serpihan yang lebih kecil supaya dapat digunakan sebagai alat bantu para pemulung atau para distributor barang bekas agar dapat menghemat tempat penyimpanan. Contoh gambar mesin pencacah plastik dibawah ini.



Mesin pencacah plastik terdiri dari beberapa komponen penggerak yang memutar

pisau, komponen yang menggerakkan pisau adalah motor listrik satu phase, poros, puli, sabuk V (V-belt), dan bantalan, komponen tersebut memiliki peranan masing-masing untuk menggerakkan pisau pemotong.

Prinsip kerja mesin pencacah plastik adalah sebagai berikut, saat motor listrik dinyalakan, kemudian botol plastik dimasukkan kedalam mesin pencacah plastik, botol akan terpotong oleh pisau yang bergerak dan pisau diam. Pisau diam terdiri dari dua buah pisau yang berfungsi sebagai penahan botol yang akan terpotong oleh pisau yang berputar, setelah melewati pisau pencacah, botol tersebut akan terpotong menjadi serpihan yang berbentuk relatif lebih kecil.



PERENCANAAN PEMBUATAN RANGKA MESIN PENCACAH PLASTIK

Tahapan pertama dalam membuat rangka mesin pencacah plastik adalah pembuatan rangka utama atau sasi. Rangka utama ini berfungsi sebagai penopang semua komponen mesin pencacah plastik dari mulai motor listrik sampai pisau pemotong. Rangka utama mesin pencacah plastik dibuat dari terbuat dari besi hollow ST 37 dengan dimensi 50 mm x 50 mm dan tebal 2 mm.

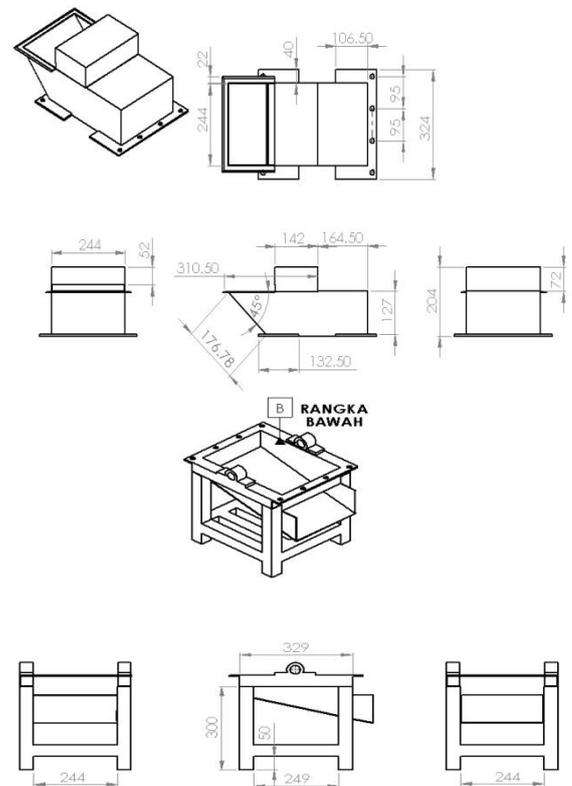
Tahapan kedua dalam membuat rangka mesin pencacah plastik adalah pembuatan dudukan motor penggerak. Dudukan motor penggerak berfungsi sebagai penopang komponen motor penggerak dari mesin pencacah plastik. Pada tahap ini proses pembuatan hanya menambahkan beberapa besi hollow di rangka utama mesin pencacah plastik.

Pada proses pembuatan cover rangka pada mesin pencacah plastik berfungsi sebagai

penahan hasil pencacahan botol plastik agar tidak jatuh. Pembuatan cover rangka ini menggunakan material besi plat spcc dengan tebal 3mm. Pada tahap ini juga terdapat pemasangan bantalan sebagai penahan poros.

Pada saat pengerjaan kerangka box pada rangka mesin pencacah plastik ini berfungsi sebagai tutup dari rangka mesin pencacah plastik agar pada saat proses pencacahan berjalan botol plastik tidak bertaburan keluar. Material yang digunakan untuk pembuatan box mesin pencacah plastik ini menggunakan besi plat spcc dengan tebal 3 mm.

Berikut dimensi ukuran rangka mesin pencacah plastik.



PERENCANAAN ANGGARAN BIAYA MESIN PENCACAH PLASTIK

Dalam membuat rangka mesin pencacah plastik memerlukan biaya untuk membuatnya. Biaya tersebut dapat dibuat dengan cara membuat rancangan anggaran biaya perkiraan dan menganalisis perhitungan biaya yang terdiri dari biaya proses pemesinan dan biaya material rangka.

Berikut ini biaya pemesinan yang digunakan dalam pembuatan rangka mesin pencacah plastik :

No	Mesin yang digunakan	Waktu oprasional (jam)	Harga /jam (jam)	Total biaya (Rp)
1	Gerinda potong	0.5	20	10.000
2	Cutting plate machining	1	15	15.000
3	Gerinda permukaan	1	20	20.000
4	Las SMAW	3	40	120.000
5	Mesin bor	1	30	30.000
6	Alat pengcatan dan kompresor	4	35	140.000
	Total	10.5		335.000

Perhitungan biaya pemesinan dikenakan biaya Rp 15.000 untuk 1 operator. Biaya proses pemesinan adalah sebagai berikut :

- Biaya total pemesinan adalah Rp. 335.000
- Total waktu manufaktur =

waktu pemsinan + waktu prakitan + waktu pengcatan

$$= 10,5 \text{ jam} + 1,5 \text{ jam} + 4 \text{ jam}$$

$$= 16 \text{ jam}$$

- Biaya oprator =

Upah oprator/jam x jumlah oprator x total waktu pemesinan

$$= \text{Rp. } 15.000 \times 1 \times 16 \text{ jam}$$

$$= \text{Rp. } 240.000$$

- Maka total biaya bengkel adalah :

Biaya bengkel = Total biaya pemsinan + biaya oprator

$$= \text{Rp. } 335.000 + \text{Rp. } 240.000$$

$$= \text{Rp. } 575.000$$

- Jadi total biaya bengkel adalah Rp. 575.000

Untuk pengerjaan rangka mesin pencacah plastik ini membutuhkan biaya untuk membeli material dan alat yang digunakan pada saat pembuatan. Berikut ini matrial dan alat yang digunakan dalam membuat rangka mesin pencacah plastik adalah sebagai berikut :

No	Komponen	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Besi hollow st 37 50 mm x 50 mm x 2mm	1	200.000	200.000
2	Besi plat SPCC		500.000	500.000
3	Finising (cat,fernis,poxy)	1	60.000	60.000
4	Finising (Dempul)	0,5	30.000	15.000
5	Finising (ampas)	4	3.000	12.000
6	Elektroda	0,5	120.000	60.000
7	Baud dan mur	20	500	10.000
	Total			857.000

Biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan rangka matrial mesin pencacah plastik adalah, sbagai berikut :

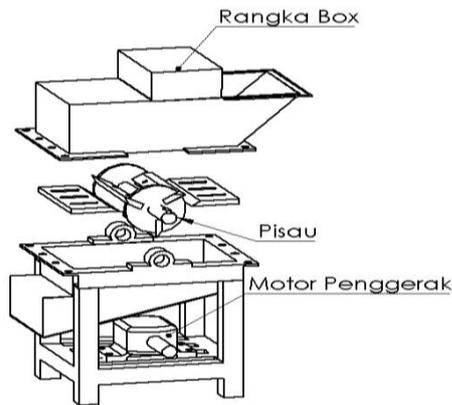
- Biaya total pembuatan rangka = Biaya material + Biaya bengkel

$$= \text{Rp. } 857.000 + \text{Rp. } 575.000$$

$$= \text{Rp. } 1.432.000$$

ANALISIS STRUKTUR RANGKA MESIN PENCACAH PLASTIK

Pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan dari rangka mesin pencacah plastik kuat menahan beban yang ada. Berikut perhitungan kekuatan rangka mesin pencacah plastik :



Diket : Dimensi Material = 50 mm x 50 mm x 3 mm

$$t_{(\text{mesin})} = 344 \text{ mm}$$

$$p_{(\text{mesin})} = 349 \text{ mm}$$

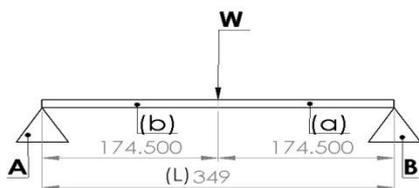
$$l_{(\text{mesin})} = 204 \text{ mm}$$

$$L = 349. (\text{m}) \text{ massa total} = 45 \text{ kg} =$$

$$w = m \times g = 45 \times 9,81 = 441,5 \text{ N}$$

$$a = 174,5. (\text{a}) \text{ gravitasi} = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$b = 174,5$$



- Momen dititik A dan B

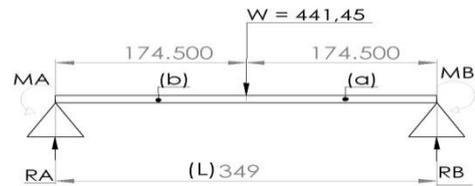
Karena beban yang ada berada ditengahh maka hasil dari MA dan MB akan sama

$$MA = (W \cdot a^2)/l^2$$

$$= (441,45 \cdot 174,5^2)/ [349]^2$$

$$= 2.345.674.669,51/(121.801)$$

$$= 110,36 \text{ N}$$



- Reaksi Gaya

Karena beban yang ada berada ditengahh maka hasil dari RA dan RB akan sama

$$RA = (W \cdot [a]^2)/L^2 (3a+b)$$

$$= (441,45 \cdot [174,5]^2)/(349^2)$$

$$(3 \cdot 174,5 + 174,5)$$

$$= 13.442.262,86/121.801 (698)$$

$$= 77.033,025 \text{ Nmm}$$

- Momen Berat

$$MW = (RA \cdot a) - MA$$

$$= (77.033,025 \cdot 174,5) - 110,36$$

$$= 13.442.262,86 - 110,36$$

$$= 13.442.152,5 \text{ N}$$

- Momen Inersia

$$I = (b_{\text{material}}^4 - h_{\text{material}}^4)/12$$

$$= ([50]^4 - [44]^4)/12$$

$$= 2.501.904/12$$

$$= 208.492 \text{ [mm]}^4$$

- Titik Berat

$$Y = b_{\text{material}}/2$$

$$= 50/2$$

$$= 25 \text{ mm}$$

- Momen Maksimal

$$M_{\text{max}} = MA \cdot a$$

$$= 110,36 \cdot 174,5$$

$$= 19.258,25 \text{ Nmm}$$

- Tegangan Tarik pada Rangka

$$\sigma_{(\text{tarik rangka})} = (m_{\text{max}} \cdot y)/I$$

$$= (19.258,25 \cdot 25)/208.492$$

$$= 2,3 \text{ MPa}$$

- Tegangan Tarik Material = 370 MPa
- Tegangan Luluh Material (σ_y) = 620,422 N(mm²)
- Tegangan Ultimate Material (σ_u) = 723,825 N(mm²)
- Faktor Keamanan (Sf) = 4
- Tegangan Ijin.

$$\sigma_{\text{(ijin material)}} = \sigma_y / Sf$$

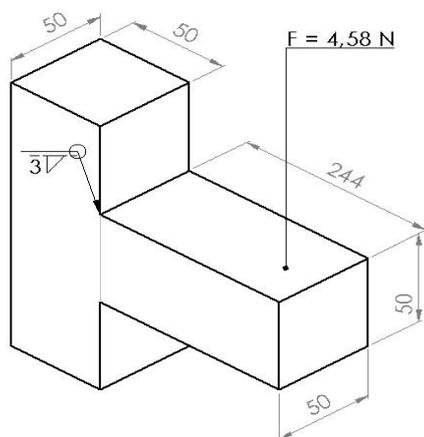
$$= 370/4$$

$$= 92,5 \text{ MPa}$$

Karena tegangan tarik rangka > tegangan ijin bahan maka pemilihan rangka besi hollow st 37 dengan dimensi 50 x 50 x 3 aman digunakan untuk menahan beban.

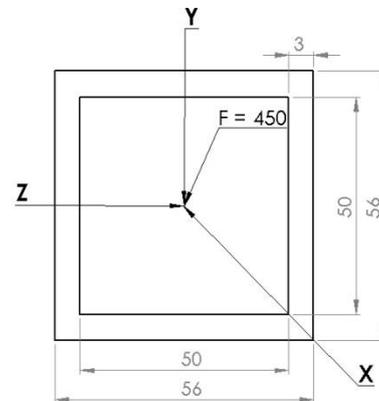
ANALISIS KEKUATAN SAMBUNGAN LAS PADA RANGKA MESIN PENCACAH PLASTIK

Pada tahap analisis ini nantinya akan dilakukan analisis apa yang akan terjadi pada setiap sambungan antara komponen rangka mesin pencacah plastik dalam menerima pembebanan serta pengaruh gaya dari luar. Dalam analisa yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan dari sambungan las dengan memberi pembebanan maupun gaya pada komponen



Konstruksi lasan pada tumpuan menggunakan Material yang disambung besi hollow ST 37. Pembebanan pada sambungan disebabkan dari motor penggerak, assembly pisau dan rangka box yang berada tepat diatas

rangka tumpuan. Posisi pengelasan berada dibawah tangan dengan mengelilingin daerah yang akan dilas dengan empat titik pengelasan menggunakan elektroda E6013. Berikut perhitungan kekuatan sambungan las pada rangka mesin pencacah plastik.



- Diket =

Dimensi ukuran pengelasan

$$L = 50 \text{ mm}$$

$$s = 3 \text{ mm}$$

Jumlah titik = 4 titik (dalam 1 komponen)

Besar pembebanan

Pembebanan =

Berat Motor + Berat Pisau + Berat Box

$$= 23 \text{ Kg} + 20 \text{ Kg} + 2 \text{ Kg}$$

$$= 45 \text{ Kg}$$

$$F = 45 \text{ kg} \cdot 9,8 = 441 \text{ N (kearah bawah)}$$

Spesifikasi elektroda

Tipe = E6013

Tegangan ijin = 60 Ksi = 413,68 MPa

- Mencari arah pembebanan pada komponen sambungan



- Mencari besar tegangan yang terjadi pada sambungan

Tegangan Geser pada Penampang las

$$\tau_{\text{Geser}} = F\tau / (1,414 (s \times L) \times 4)$$

$$\tau_{\text{Geser}} = 441 / (1,414 (3\text{mm} \cdot 50\text{mm}) \times 4)$$

$$\tau_{\text{Geser}} = 0,525 \text{ N} / [\text{mm}]^2$$

$$= 0,525 \text{ MPa}$$

- Mencari kekuatan sambungan las

Dari hasil analisa perhitungan didapat kan besar tegangan geser yang terjadi pada sambungan adalah 0,525 MPa Untuk mengetahui bahwa sambungan akan putus atau tidak maka dilakukan perbandingan antara tegangan maks yang terjadi pada sambungan dengan tegangan ijin elektroda.

$$\tau_{\text{Geser}} < E.\text{ijin}$$

$$0,525 \text{ MPa} < 413,48 \text{ MPa}$$

Jadi dapat diambil kesimpulan, bahwa dengan besar pembebanan 4,58 N atau 45kg, dengan tegangan geser maks 0,525 MPa dan tegangan geser 0,525 MPa yang terjadi akibat pembebanan. Sambungan las masih mampu menahan pembebanan dikarenakan sambungan memiliki kekuatan total sebesar 413,48 MPa.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari perancangan rangka mesin pencacah plasti maka :

- Rangka mesin pencacah plastik dibagi menjadi dua komponen utama yaitu komponen rangka bawah dan komponen rangka box dengan ukuran yang berbeda seperti pada rangka bagian bawah memiliki tinggi 350 mm dengan panjang 349 mm dan lebar 344 mm sedangkan pada rangka box memiliki tinggi 204 mm dengan panjang dan lebar yang sama seperti rangka bawah. Jika kedua rangka tersebut disatukan maka tinggi keseluruhan rangka mesin pencacah plastik ini adalah 554 mm dengan panjang 349 mm dan lebar 204 mm.
- Tegangan tarik rangka = 2,3 MPa < tegangan ijin bahan = 155.105,5 MPa maka pemilihan rangka besi hollow st 37 dengan dimensi 50 x 50 x 3 aman digunakan untuk menahan beban.

- Sambungan las akan mengalami Tegangan geser = 0,525 MPa, serta tegangan yang di ijin kan sebesar 413,48 MPa. Jadi sambungan las akan kuat menahan tegangan geser yang terjadi.
- Anggaran biaya yang dibutuhkan untuk membuat satu unit rangka mesin pencacah plastik Rp.1.432.000. Biaya tersebut sudah termasuk biaya matrial, biaya bengkel dan lain sebagainya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adhiharto, R., Indra, A. K. & Annisa, A., 2019. Studi Rancang Bangun Mesin Plastik Waste Shredder dengan Kapasitas 15 Kg/Hari dengan Aplikasi Metode Vidi 2222. ILMIAH BERKALA TEDC, 13(3), pp. 1-3.
- Azhari, C. & Maulana, D., 2018. Perencanaan Mesin Pencacah Plastik Tipe Crusher Kapasitas 50 kg/jam. TEKNOLOGI STT MANDALA, 13(2), pp. 13-14.
- Dwi, R. S., 2018. Perencanaan Transmisi Mesin Pencacah Limbah Plastik Otomatis. Institut Teknologi Malang, p. 6.
- Faoji, A. & Adi, K. S., 2015. Perbandingan Tumpuan Jepit dan Sendi pada Struktur Power House Ditinjau dari Segi Efisiensi Material dan Biaya (Studi Kasus Proyek PLTMG Seram Peaker). J.Infras, 4(2), p. 120.
- Handra, N. & Brazi, B., 2012. Pengaruh Posisi Baut Galvanis dan Stainless Steel Ditinjau dari Fracture Surface pada Sambungan Plat. Jurnal Teknik Mesin, 2(1), p. 27.
- Pujo M, I. & Sarjito, S., 2008. Analisis Kekuatan Sambungan Las SMAW (Shielded Metal Arc Welding) pada Marine Plate ST 42 Akibat Faktor Cacat Porositas dan Incomplete Penetration. KAPAL, 5(2), p. 106.
- Section IX, A., 2019. Boiler and Pressure Vessel Code An International Code. 1 July 2019 ed. New York: THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS.

- Wiryosumarto, H. & Okumura, T., 1991. Teknologi Pengelasan Logam. 5 ed. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Subkhan Nur I, Cahyo B & Totok S, 2018. Perencanaan Injection Blowing Tools dengan Line Slider untuk Mesin Blow Molding dengan Kapasitas Volume 300 ml. Jurnal Material dan Proses Manufactur, vol 30,no 30.