

PERANCANGAN KEKUATAN SAMBUNGAN MUR BAUT PADA PLAT DINDING BODY INCENERATOR

DESIGNING THE STRENGTH OF BOLT NUT CONNECTIONS ON THE INCENERATOR BODY WALL PLATE

¹Alga Setya Nugraha, ²Sandra Mayang Dika Ridwan, ³Abdul Isya, ⁴Bagas Andika Prasetyo, ⁵Faqih Alayuddin

^{1,2,3,4,5} Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pamulang Tangerang Selatan

Jl. Witana Harja No.18b, Pamulang Bar., Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15417

email : alganrh@gmail.com

Abstrak

Semakin tinggi tingkat pertumbuhan penduduk dan pengolahan dari sampah itu sendiri. Maka salah satu dari solusinya dalam menangani sampah yaitu berupa pembakaran dengan menggunakan sebuah alat dengan instalasi pembakaran sampah/limbah yang disebut dengan incenerator. Temperatur pada ruang bakar utama didapatkan suhunya mencapai 800°C - 1000°C. Untuk melakukan Perancangan Kekuatan Sambungan Baut Pada Plat Body Incenerator menggunakan metode perhitungan perancangan manual lebih lanjut tentang kekuatan sambungan mur baut, kekuatan gaya tarik dan gaya geser pada plat sambungan body incenerator bekerja, sehingga tidak ada kegagalan. Baut dan Mur dengan ukuran M16, dimana baut dengan ukuran ini dapat menerima beban yang lebih besar dari perancangan. Sehingga diperoleh ukuran baut M16, Diameter inti (d_1) 13,835 mm, diameter luar (d) 16 mm, dan Pitch (p) 2 mm. Berdasarkan rancangan baut, pemilihan mur juga mengikuti ukuran dari baut yaitu : M16, diameter luar (D) 10,000 mm, diameter efektif (D_2) 14,701 mm, H_1 1,083 mm. Tegangan tarik dan tegangan geser pada Sambungan Plat Body Incenerator lebih kecil dari tegangan tarik dan geser izin, maka baut yang direncanakan aman terhadap tegangan tarik.

Kata Kunci : Baut dan Mur, Mesin Incenerator

Abstract

The higher the rate of population growth and the management of the waste itself. So one of the solutions in dealing with waste is in the form of incineration using a tool with a garbage/waste incineration installation called an incinerator. The temperature in the main combustion chamber is found to be 800°C - 1000°C. To design the strength of the bolt connection on the body incinerator plate using the manual design calculation method, further on the strength of the nut and bolt connection, the strength of the tensile force and the shear force on the incinerator body connection plate works, so there is no failure. Bolts and nuts with size M16, where the bolts with this size can accept a load that is greater than the design. So that the size of the M16 bolt is obtained, the core diameter (d_1) is 13.835 mm, the outer diameter (d) is 16 mm, and the pitch (p) is 2 mm. Based on the bolt design, the selection of nuts also follows the size of the bolts, namely: M16, outer diameter (D) 10,000 mm, effective diameter (D_2) 14,701 mm, H_1 1,083 mm. Tensile stress and shear stress on the Incinerator Body Plate Joints are smaller than the allowable tensile and shear stresses, so the planned bolts are safe against tensile stresses.

Keywords : *Bolts and Nuts, incinerator*

I. PENDAHULUAN

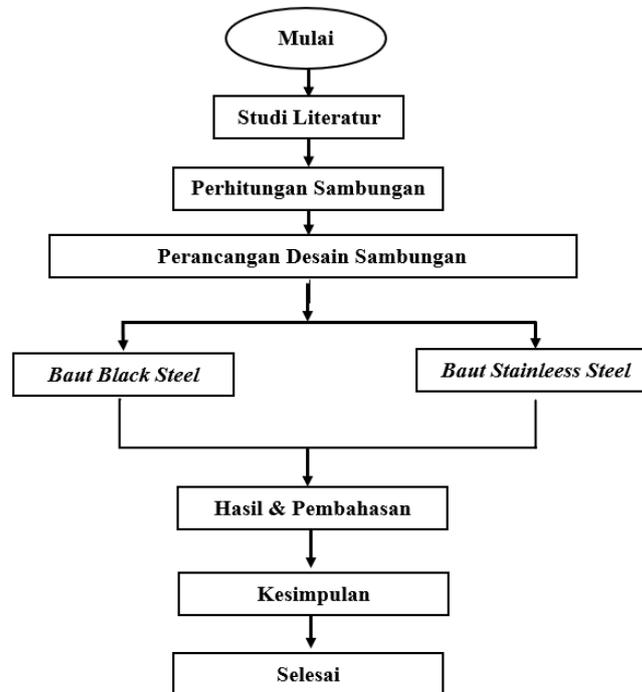
Masalah saat ini yang dihadapi oleh masyarakat adalah sampah atau limbah yang jumlahnya sangat bertambah setiap hari. Semakin tinggi tingkat pertumbuhan penduduk dan pengolahan dari sampah itu sendiri. Maka salah satu dari solusinya dalam menangani sampah yaitu berupa pembakaran dengan menggunakan sebuah alat dengan instalasi

pembakaran sampah/limbah yang disebut dengan *incenerator*. Penggunaan alat *incenerator* akan dapat mengurangi dampak dari negatif proses pembakaran diruang terbuka seperti asap, bau, radiasi dan panas yang dihasilkan dari pembakaran serta akan membuka upaya pemanfaatan energi panas hasil dari pembakaran sampah tersebut. Meningkatnya jumlah penduduk perkotaan yang terjadi tidak hanya tingginya kelahiran tetapi adanya juga urbanisasi masyarakat. Dengan jumlah pada saat ini manusia minim akan kesadaran lingkungan sendiri. Banyak di antara mereka yang sangat kurang paham akan pentingnya lingkungan, sehingga mereka dengan mudah nya membuat pencemaran lingkungan yang sangat berbahaya bagi lingkungan. Seperti halnya aktivitas sehari-hari yang kita lakukan yaitu mandi, mencuci dan berbagai aktifitas lain namun menghasilkan sisa pembuangan ternyata dapat membahayakan bagi manusia dan lingkungan khususnya lingkungan laut. (Cici Arinih, 2019)

Baut merupakan bagian dari komponen permesinan dan banyak digunakan sebagai pengikat atau penyambung antara dua elemen disamping sambungan las, pateri dan keling. Dalam penggunaannya, sambungan baut banyak dipakai seperti pada kontruksi bangunan, otomotif kendaraan berat, dan sebagainya. Umumnya baut akan mengalami beberapa bentuk pembebanan yang terjadi seperti ; beban puntir, beban geser dan beban tarik, tergantung dari beban yang diterimanya, sehinggann baut akan rusak (Handra & Brazi, 2012). Mur adalah suatu pengikat yang memiliki lubang berulir. Mur ini hampir digunakan bersama dengan baut pasangannya agar dapat mengikat sambungan pada plat *incenerator* secara bersama – sama. Bentuk mur yang paling umum saat ini adalah segi enam (heksagonal), dengan alasan yang sama seperti kepala baut. Kontruksi pada sambungan baut ini berbentuk batang bulat dan berulir, salah satu nya ujung nya sebagai baut (umum nya kepala baut nya berbentuk segi enam) dan ujung lainnya dipasang mur /pengunci. *Incenerator* terdiri dari dua ruang bakar yaitu ruang bakar utama dan ruang bakar tingkat kedua. Temperatur pada ruang bakar utama didapatkan suhunya mencapai 800°C - 1000°C. Pada *incenerator* yang dilakukan membutuhkan energi yang besar dikarenakan burner yang dipakai untuk proses pembakaran selalu dinyalakan tetap (steady) sehingga membutuhkan bahan bakar yang tidak sedikit. (Lesmana, 2021). Pada penelitian ini menghitung nilai kekuatan dengan menggunakan baut-mur sebagai pengikat. Maka untuk mengetahui kekuatan baut-mur tersebut, penulis akan menganalisa kekuatan baut tersebut

II. METODE PENELITIAN

langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini yang ditunjukkan dalam diagram alir pada gambar 1. berikut :



Gambar 1. Diagram alir Penelitian

2.1 Penjelasan Diagram Alir

1. Studi Literatur, yaitu pengumpulan data dan informasi yang berkaitan dengan Kekuatan sambungan Baut Mur incinerator.
2. Persiapan Alat dan Bahan, yaitu persiapan spesimen mengenai bahan dan material yang diperlukan dalam penelitian ini
3. Pembuatan Spesimen Sesuai Dengan Desain baut dan mur pada incenerator, yaitu membentuk bahan dasar untuk spesimen mulai dari plat body incenerator baut ring dan mur sesuai desain yang telah dibuat untuk di uji
4. Spesimen Dengan desain baut dan mur incenerator , yaitu melakukan langkah-langkah pada proses pembuatan spesimen, diantaranya :
 - Persiapan plat body incenerator yang sudah di bending
 - Persiapan benda kerja yang akan di pasang pada meja kerja
 - Persiapan tahap pembuatan lubang baut dan mur pada plat body

- Mempersiapkan baut yang akan digunakan pada saat pemasangan pada lubang plat body
- Menyetel baut dan mur pada diameter lubang
- Mempersiapkan kunci torsi
- Pengencangan baut dan mur pada body incenerator dengan menggunakan kunci torsi

5. Pengujian kekuatan Tarik, yaitu menyiapkan peralatan mesin uji Tarik, menyiapkan benda uji yang akan dilakukan pengujian, meletakkan benda uji pada baseplate.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Kekuatan Sambungan Plat Body Incenerator

Rangka sambungan plat pada mesin incenerator bagian terpenting dalam suatu mesin incenerator berfungsi untuk menahan atau mengarahkan retak plat akibat *shrinkage* (*susut*) maupun *Wrapping* (*Lenting*) agar teratur baik bentuk maupun lokasinya sesuai dengan yang kita kehendaki (Sesuai Desain). Oleh karena itu, perhitungan kekuatan sambungan baut pada plat body incenerator agar mendapatkan nilai aman sangat penting. Baut kekuatan tinggi dikencangkan untuk menimbulkan tegangan tarik yang ditetapkan pada baut sehingga terjadi gaya jepit (*Clamping Force*) pada sambungan plat. Beban kerja sesungguhnya dipikul oleh gaya gesekan antara plat yang disambung. Gaya ini disebut *Proof Load*.(Tarigan, 2018). Seperti terlihat pada tabel 1. Klasifikasi baja karbon berikut:

Tabel 1. Klasifikasi baja karbon

jenis	kelas	Kadar karbon (%)	Kekuatan luluh (kg/mm)	Kekuatan tarik (kg/mm)	Perpanjangan (%)	Kekerasan brinell
Baja karbon rendah	-Baja lunak khusus	0,08	18-28	32-36	40-30	95-100
	-Baja sangat lunak	0,08-0,12	20-29	36-42	40-30	80-120
	-Baja lunak	0,12-0,20	22-30	38-48	36-24	100-130
	-Baja setengah lunak	0,20-0,30	24-36	44-55	32-22	112-145
Baja karbon sedang	Baja setengah keras	0,30-0,40	30-40	50-60	30-17	140-170
Baja karbon tinggi	-Baja keras	0,04-0,05	34-46	58-70	26-14	160-200
	-Baja sangat keras	0,50-0,80	36-100	65-100	20-11	180-235

Bahan baut dipakai baja liat dengan karbon rendah 0,2%

Kekuatan tarik : $\sigma_B = 42 \text{ kg/mm}^2$ (baja karbon rendah)

Faktor keamanan (V) = 2 dengan tegangan yang diizinkan $\sigma_\alpha = 6 \text{ kg/mm}^2$ (definis tinggi). (Hidayat, 2019)

Keterangan:

W_d : Beban rencana

W_0 : Beban awal terpasang

f_c : Faktor koreksi

σ_α : Kekuatan tarik

S_f : Faktor keamanan

1. Diameter inti yang diperlukan

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \cdot W_d}{\pi \cdot \sigma_\alpha}}$$

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 300}{3,14 \cdot 6}}$$

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{1200}{18,84}}$$

$$d_1 \geq 1,838 \text{ mm}$$

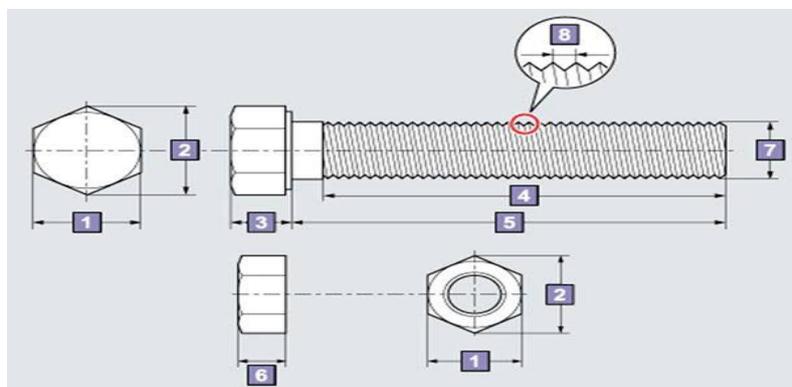
Keterangan :

Seperti gambar 2. Ukuran baut dan Mur M16x50

d_1 : Diameter inti (1,838 mm)

W_d : Beban rencana (300 Kg)

σ_α : Tegangan yang diizinkan (6 kg/mm^2)



Gambar 2. Ukuran Baut Dan Mur M16x50

Hasil dari rancangan, diameter yang diperoleh sangat cocok untuk menggunakan baut dan mur dengan ukuran M16, dimana baut dengan ukuran ini diharapkan dapat menerima beban yang lebih besar dari percangan. Sehingga diperoleh ukuran Baut M16, diameter inti $d_1 = 13,835$ mm, diameter luar (d) = 16,000 mm, dan Pitch (p) = 2 mm , Seperti terlihat pada tabel 4.2 Ukuran ulir standart kasar metris berikut

Tabel 2. Ukuran ulir standart kasar metris (JIS B 0205)

Ulir			Jarak Bagi (p)	Tinggi kaitan H_1	Ulir dalam		
					Diameter luar D	Diameter efektif D_2	Diameter dalam D_1
1	2	3	Ulir luar				
			Diameter luar d	Diameter efektif d_2	Diameter inti d_1		
M0,25			0,075	0,041	0,250	0,201	0,169
M0,3			0,08	0,043	0,300	0,248	0,213
	M0,35		0,09	0,049	0,350	0,292	0,253
M0,4			0,1	0,054	0,400	0,335	0,292
	M0,45		0,1	0,054	0,450	0,385	0,342
M0,5			0,125	0,068	0,500	0,419	0,365
	M0,55		0,125	0,068	0,550	0,469	0,415
M0,6			0,15	0,081	0,600	0,503	0,438
	M0,7		0,175	0,095	0,700	0,586	0,511
M0,8			0,2	0,108	0,800	0,670	0,583
	M0,9		0,225	0,122	0,900	0,753	0,656
M1			0,25	0,135	1,000	0,838	0,729
M1,2			0,25	0,135	1,200	1,038	0,929
M1,4			0,3	0,162	1,400	1,205	1,075
M1,7			0,35	0,189	1,700	1,473	1,321
M2			0,4	0,217	3,000	1,740	1,567
M2,3			0,4	0,325	3,000	2,040	1,867
M2,6			0,45	0,325	3,500	2,308	2,113
M3x0,5			0,5	0,271	3,000	2,675	2,459
			0,6	0,325	3,000	2,610	2,350
	M3,5		0,6	0,325	3,500	3,110	2,850
M4x0,7			0,7	0,379	4,000	3,515	3,242

Berdasarkan rancangan baut, pemilihan mur juga mengikuti ukuran dari baut yaitu : M16, diameter luar (D) = 16,000 mm, diameter efektif (D_2) = 14,701 mm, H_1 = 1,083 mm. Untuk mencari nilai beban tersebut adalah:

3.2 Mencari nilai beban tersebut adalah.

$$\sigma_{\alpha} \geq \frac{w}{(\pi/4) \cdot d_1^2}$$
$$w \geq \sigma_{\alpha} \cdot (\pi/4) \cdot d_1^2$$
$$w \geq 6 \cdot ((3,14/4) \cdot (13,835)^2)$$
$$w \geq 901 \text{ kg}$$

Keterangan :

W : Beban maksimum (901 Kg)

d_1 : Diameter inti (13,835 mm)

σ_{α} : Tegangan yang di izinka (6 kg/mm^2)

3.3 Tegangan Tarik Pada Baut

Bahan baut dari baja liat yang mempunyai kadar karbon 0,2%. Tegangan yang diizinkan $\tau_{\alpha} = 6 \text{ kg/mm}^2$, karena faktor keamanan (v) yang diambil adalah 6, maka tegangan tarik izin (τ_{α}) dari baut tersebut adalah :

Dengan tekanan permukaan yang di izinkan $\tau_{\alpha} = 6 \text{ Kg/mm}^2$

τ_{α} : Tegangan Yang Diizinkan = 6 kg/mm^2

d : Diameter Luar = 16 mm

d_2 : Diameter Efektif = 14,701 mm

d_1 : Diameter Inti = 13,835 mm

W : Beban Maksimum = 901 kg

a. Kekuatan baut berdasarkan perhitungan tegangan tarik

$$\tau_{\tau} = \frac{4 \cdot W}{\pi \cdot d_1^2}$$
$$\tau_{\tau} = \frac{4 \cdot 901}{3,14 \cdot 13,835^2} = 5,996 \text{ kg/mm}^2$$

Tegangan tarik (τ_{τ}) 5,996 $kg/mm^2 <$ tegangan tarik izin (τ_{α}) 5,996 kg/mm^2 , maka baut yang direncanakan aman terhadap tegangan tarik.

b. Kekuatan baut berdasar perhitungan sejumlah 4 baut

$$\tau_{\tau} = \frac{4 \cdot W}{\pi \cdot d_1^2 \cdot n}$$

$$\tau_t = \frac{4 \cdot 901}{3,14 \cdot 13,835^2 \cdot 4} = 1,499 \text{ kg/mm}^2$$

Tegangan tarik (τ_t) $1,499 \text{ kg/mm}^2 <$ tegangan tarik izin (τ_α) 6 Kg/mm^2 , maka baut yang direncanakan aman terhadap tegangan tarik.

c. Kekuatan baut berdasarkan perhitungan sejumlah 3 baut.

$$\tau_t = \frac{4 \cdot W}{\pi \cdot d_1^2} = \frac{4 \cdot 901}{3,14 \cdot 13,835^2 \cdot 3} = 1,999 \text{ kg/mm}^2$$

Tegangan tarik (τ_t) $1,999 \text{ kg/mm}^2 <$ tegangan tarik izin (τ_α) 6 Kg/mm^2 , maka baut yang direncanakan aman terhadap tegangan tarik.

d. Jumlah ulir mur yang diperlukan (z)

$$Z = \frac{W}{(\pi \cdot d_2 \cdot h \cdot q_\alpha)}$$
$$z = \frac{901}{(3,14 \cdot 14,701 \cdot 1,083 \cdot 3)}$$
$$z = 166,5 \rightarrow 200 \text{ mm}$$

Keterangan:

Z : Jumlah ulir mur yang diperlukan

W : Beban maksimum

d_2 : Diameter efektif

h : Tinggi kaitan

q_α : tekanan permukaan yang di izinkan

e. Tinggi Mur (H)

$$H = Z \cdot P$$

$$H = (0,8 - 1,0) \cdot d \text{ (Akbar, 2020)}$$

$$H = 0,8 \cdot 16.000 \text{ (Diameter Luar)} = 12.8 \text{ mm}$$

Keterangan:

H : Tinggi mur

z : Jumlah ulir mur yang diperlukan

p : Pitch

d : Diameter luar

f. Jumlah ulir (Z')

$$Z' = \frac{H}{p} \text{ (Sanda, 2019)}$$

$$Z' = \frac{12,8}{1,5} = 8,33$$

Keterangan:

z' : Jumlah ulir mur

H : Tinggi mur (12,8 mm)

P : Pitch

g. Tegangan geser akar ulir baut (τ_b)

$$\tau_b = \frac{w}{(\pi \cdot d_1 \cdot k \cdot p \cdot z)} \quad (\text{dimana } k = 0,84)$$

$$\tau_b = \frac{901}{(3,14 \cdot 13,835 \cdot 0,84 \cdot 1,5 \cdot 8,33)} = 1,97 \text{ kg/mm}^2$$

Keterangan:

τ_b : Tegangan geser akar ulir baut

W : Beban maksimum

d_1 : Diameter inti

k : Konstanta

z' : Jumlah ulir mur

h. Tegangan geser akar ulir Mur (τ_n)

$$\tau_n = \frac{w}{(\pi \cdot D \cdot j \cdot p \cdot z)} \quad (\text{dimana } J = 0,75)$$

$$\tau_n = \frac{901}{(3,14 \cdot 16.000 \cdot 0,75 \cdot 1,5 \cdot 8,33)} = 1,91 \text{ kg/mm}^2$$

Keterangan:

τ_n : Tegangan geser akar ulir mur

W : Beban maksimum

P : Pitch

z' : Jumlah ulir mur

D : Diameter rata – rata

Tegangan geser akar ulir baut dimana perhitungan dari Beban Maksimum dari jenis baut bahan karbon rendah 901 Kg di jumlah kan Diameter Inti dan Jumlah Ulir dihasilkan Tegangan geser akar ulir baut (τ_b) 1,97 kg/mm² dan tegangan geser ulir mur di peroleh dengan perhitungan dari Beban Maksimum baut 901 Kg dan di perhitungan dengan Diameter rata – rata baut dan Pitch 1,5 dengan jumlah ulir dihasilkan Tegangan

geser akar ulir mur (τ_n) $1,91 \text{ kg/mm}^2$ lebih kecil dari tegangan geser yang diizinkan (τ_a) 3 kg/mm^2 , maka baut dan mur yang direncanakan aman terhadap tegangan geser.

3.4 Hasil Analisa Perhitungan Kekuatan Sambungan Baut Pada Plat

Dalam analisa ini perhitungan pada sambungan plat incenerator dibuat beberapa perbandingan ukuran baut yang menerima kapasitas beban maksimal. dari rancangan, diameter yang diperoleh sangat cocok untuk menggunakan baut dan mur dengan ukuran M16, dimana baut dengan ukuran ini diharapkan dapat menerima beban yang lebih besar dari perancangan. Sehingga diperoleh ukuran Baut M16, diameter inti $d_1 = 13,835 \text{ mm}$, diameter luar (d) = $16,000 \text{ mm}$, dan Pitch (p) = 2 mm . Kekuatan yang berdasarkan dengan tekanan permukaan yang di izinkan $\tau_a = 6 \text{ Kg/mm}^2$ di perhitungkan dengan menggunakan cara tegangan tarik dengan hasil $5,996 \text{ kg/mm}^2$ maka tegangan tarik lebih kecil dari tegangan tarik izin (τ_a), maka baut yang direncanakan aman terhadap tegangan tarik. Dengan menggunakan 2 jumlah baut yang diperhitungkan dengan hasil yang berbeda, untuk menggunakan 3 Baut dengan bahan Baja liat di dapatkan $1,999 \text{ kg/mm}^2$, dan menggunakan 4 Baut untuk sambungan plat yang diperoleh nilai $1,499 \text{ kg/mm}^2$ jadi untuk dari hasil perancangan kekuatan sambungan baut pada plat body maka baut yang direncanakan aman terhadap tegangan tarik.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Baut dan Mur dengan ukuran M16, dimana baut dengan ukuran ini dapat menerima beban yang lebih besar dari perancangan. Sehingga diperoleh ukuran baut M16, Diameter inti (d_1) = $13,835 \text{ mm}$, diameter luar (d) = 16 mm , dan Pitch (p) = 2 mm . Berdasarkan rancangan baut, pemilihan mur juga mengikuti ukuran dari baut yaitu : M16, diameter luar (D) = $10,000 \text{ mm}$, diameter efektif (D_2) = $14,701 \text{ mm}$, $H_1 = 1,083 \text{ mm}$. dan Tegangan tarik dan tegangan geser pada Sambungan Plat Body Incenerator lebih kecil dari tegangan tarik dan geser izin, maka baut yang direncanakan aman terhadap tegangan tarik.

B. Saran

Dalam penelitian selanjutnya perlu hasil perancangan yang telah selesai dilakukan, maka saran yang dapat penulis sampaikan Agar baut pengikat sambungan plat body incenerator dapat kuat dan bisa mencapai usia semaksimal mungkin, maka diperlukan pengecekan rutin setiap part pada sambungan plat body incenerator. Dan Baut sambungan plat body pada saat pemasangan dan mengunci baut dan mur harus presisi dan kuat agar tidak terjadi kerusakan pada sambungan.

TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Prodi teknik mesin universitas Pamulang yang di mana telah memberikan apresiasi yang diberikan oleh penulis kepada pihak-pihak yang telah berperan dalam penelitian, baik dalam bentuk support dana, perizinan, konsultan, maupun membantu dalam pengambilan data serta rekan – rekan mahasiswa teknik mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanto, . (2019). *analisa kualitas pengukuran hub bolt m20 x 77 mm metode gauge repeatability dan reproducibility*.
- Handra, N., & Brazi. (2012). Pengaruh posisi baut galvanis dan stainless steel ditinjau dari. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(1), 26–34.
- Hasti Suprihatin. (2018). *Efektifitas Incenerator Untuk Pembakaran Sampah Medis di RSUD Kota ABC | Suprihatin | Dinamika Lingkungan Indonesia*. <https://dli.ejournal.unri.ac.id/index.php/DL/article/view/6703/6013>
- Hidayat, R. . (2019). *Analisis Kekuatan Tarik Terhadap Sambungan Baut Bilah Ganda Pada Plat Baja ST 42*. 1–9. <http://eprints.unm.ac.id/15314/>
- Jamaluddin, 2016: 2). (2017). Rancang Bangun Insinerator Dua Tahap (Solusi Mengatasi Polusi Udara Pada Pembakaran Sampah). *Jurusan Fisika Fakultas Sains Dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 4(1), 38–48.
- Lazuardi, A. S. (2018). Perencanaan Sambungan Mur dan Baut Pada Gerobak Sampah Motor. *Teknik Mesin ITN Malang*, 01(01), 21–26.
- Lesmana. (2021). *Rancang Bangun Alat Pembakar Sampah (Incinerator) Dengan Burner Oli Bekas*. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtm/article/view/44893>
- Sanda, P. (2019). Analisis Sambungan Baut Pondasi Rel Carrier Pada Iradiator Gamma Sterilisasi Hasil Pertanian. *Teknik Mesin ITN Malang*, 8.
- Sumarji. (2012). *view of studi perbandingan ketahanan korosi stainless steel tipe ss 304 dan ss 201 menggunakan metode u-bend test secara siklik dengan variasi suhu dan ph*. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/RTR/article/view/2289/1895>
- Trisaksono Bagus P. (2019). *pengelolaan dan pemanfaatan sampah menggunakan teknologi incenerator | bagus | jurnal teknologi lingkungan*. <http://103.224.137.161/index.php/JTL/article/view/231/131>