

ANALISA KEKUATAN SAMBUNGAN LAS PADA KONSTRUKSI MOBIL AIR ENGINE

Panji Andhyka^{1*)}, Sumadi¹⁾, Roy Waluyo¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Ibn Khladun Bogor

e-mail: panjiandhyka@gmail.com

ABSTRAK

Saat ini industri otomotif mobil telah berkembang pesat di Indonesia, hal ini disebabkan karena kebutuhan manusia yang semakin meningkat dan beragam dari yang menggunakan bahan bakar minyak dan bahan bakar alternatif seperti listrik dan udara bertekanan (*Compressed Air*). Mobil *air engine* adalah mobil yang digerakkan dengan udara, penggunaan mobil *air engine* dirasa efektif selain tidak menimbulkan polusi udara dan konstruksi mesin yang lebih sederhana. penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan distribusi beban dan memperoleh perhitungan kekuatan sambungan las pada konstruksi mobil *air engine* dibagian beban yang kritis. Berdasarkan penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi berbagai pihak, baik itu bagi peneliti sendiri, bagi instansi terkait maupun bagi peneliti lain, Memperoleh pengkayaan data penelitian sebagai acuan dalam pengembangan alat transportasi kendaraan roda empat bertenaga *pneumatic* untuk digunakan sebagai referensi penelitian selanjutnya. Metode penelitian mengumpulkan data-data pendukung awal penelitian, Menghitung performa pada objek penelitian dengan batasan masalah yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil analisa perhitungan sambungan las yang telah didapat, konstruksi mobil *air engine* diperoleh perhitungan gaya yang bekerja pada konstruksi terbesar yaitu 863,28 N, luas penampang pada Konstruksi yaitu $6,15 \times 10^{-4} m^2$, Hasil perhitungan luas penampang pada bidang las total penampang konstruksi yaitu $0,0996 m^2$. Tegangan geser yang terjadi adalah $1,052 \times 10^6 N/m^2$, tegangan ijin bahan yaitu $77 \times 10^6 N/m^2$. Tegangan tarik yang terjadi adalah $8,6 \times 10^4 N/m^2$, tegangan tarik yang diijinkan yaitu $8,6 \times 10^7 N/m^2$, maka pengelasan dianggap aman.

Kata kunci : Konstruksi, Mobil, Sambungan Las

ABSTRACT

Currently the car automotive industry has grown rapidly in Indonesia, this is due to the increasing and varied human needs from those using fuel oil and alternative fuels such as electricity and compressed air (Compressed Air). Air engine cars are cars that are driven by air, the use of an air engine car is considered effective in addition to not causing air pollution and a simpler engine construction. This study aims to obtain load distribution and obtain a calculation of the strength of welded joints in the construction of a car air engine in the critical load section. Based on this research, it is hoped that it can be useful for various parties, both for researchers themselves, for relevant agencies and for other researchers. Obtaining enrichment of research data as a reference in the development of pneumatic-powered four-wheeled vehicle transportation to be used as a reference for further research. The research method collects data to support the beginning of the study, calculates the performance of the research object with predetermined problem limits. Based on the results of the analysis of the welding connection calculations that have been obtained, the air engine car construction obtained the calculation of the force acting on the largest construction that is 863.28 N, the cross-sectional area of the construction is $6.15 \times 10^{-4} m^2$, The results of the calculation of the area The cross section on the welded area of the total construction support is $0.0996 m^2$. The shear stress that occurs is $1.052 \times 10^6 N/m^2$, the allowable stress of the material is $77 \times 10^6 N/m^2$. The tensile stress that occurs is $8.6 \times 10^4 N/m^2$, the allowable tensile stress is $8.6 \times 10^7 N/m^2$, then the welding is considered safe.

Keywords : Construction, Automobile, Welded Joint

1. PENDAHULUAN

Zaman modern saat ini orang lebih memilih untuk menggunakan kendaraan bermotor, seperti sepeda motor atau mobil untuk bepergian dibandingkan dengan sepeda, karena dianggap lebih praktis dan tidak melelahkan dalam penggunaannya. Mobil air engine yaitu mobil yang digerakkan dengan udara, penggunaan mobil air engine dirasa efektif selain tidak menimbulkan polusi udara dan kontruksi mesin yang lebih sederhana, sedangkan pada penggunaan mobil air engine tentunya membutuhkan sebuah rangka chasis yang berfungsi sebagai penopang semua beban yang ada pada kendaraan, untuk sebuah kontruksi rangka chasis itu sendiri harus memiliki kekuatan, ringan dan mempunyai nilai kelenturan.

Dalam perancangan dan pembuatan kendaraan khususnya mobil, rangka/chasis adalah komponen utama yang harus di pikirkan secara matang, karena rangka/chasis ini yang nantinya menjadi tumpuan untuk semua komponen pendukung seperti pengemudi, engine, tranmisi serta body. Untuk itu rangka mobil urban dirancang seefesien mungkin untuk mengurangi beban yang berlebih pada rangka, tetapi dalam perancangan tetap memperhitungkan kekuatan yang dimiliki rangka tersebut. Standart atau regulasi pada rangka mobil urban yaitu lebar kendaraan antara 120cm-130cm, panjang keseluruhan kendaraan antara 270cm – 200cm, jarak antara roda (track width),

Pada konstruksi Mobil tentunya terdapat sambungan yang juga harus di pikirkan secara matang, untuk mobil air engine ini sendiri teknik sambungan rangka yang digunakan yaitu teknik sambungan las, karena sambungan las memiliki tingkat kekuatan yang bagus dan tidak terlalu rumit dalam penyambungannya seperti teknik penyambungan dengan menggunakan rivet dan baut, meskipun dalam hal biaya mungkin untuk sambungan las lebih mahal di bandingkan dengan teknik sambungan yang lain. dan baut, meskipun dalam hal biaya mungkin untuk sambungan las lebih mahal di bandingkan dengan teknik sambungan yang lain. dalam penelitian kali ini akan membahas mengenai analisa kekuatan sambungan las yang terjadi pada beban kritis.

2. Pengelasan

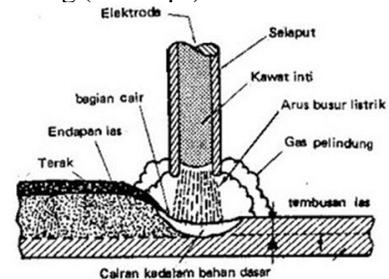
Pengelasan (Welding) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpatambahan logam

lain. Dari definisi tersebut terdapat 3 kata kunci untuk menjelaskan definisi pengelasan yaitu mencairkan sebagian logam, logam pengisi, dan tekanan. Proses penyambungan lain yang telah dikenal lama selain pengelasan adalah penyambungan dengan cara Brazing dan Soldering. Perbedaannya dengan pengelasan adalah tidak sampai mencairkanlogam induk tetapi hanya logam pengisinya saja. Sedangkan perbedaan antara Brazing dan Soldering adalah pada titik cair logam pengisinya. Proses Brazing berkisar 4500C – 9000C, sedangkan untuk Soldering, titik cair logam pengisinya kurang dari 4500C.

Proses pengelasan secara umum dibedakan menjadi 2 kelompok besar yaitu :

Las dengan menggunakan panas saja atau fusion welding (cair/lebur) yang meliputi thermit welding, gas welding atau karbit welding/las asitelin dan electric welding(las listrik)

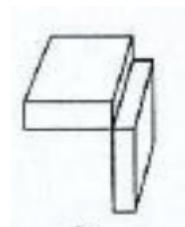
Las dengan menggunakan panas dan tekanan atau foerge welding (las tempa)



Gambar 1 Skema Pengelasan

Sambungan Sudut (Corner Joint)

Sambungan sudut adalah sambungan yang kedua benda kerjanya membentuk sudut tertentu sehingga kedua benda kerja tadi bisa disambungkan di bagian pojok dari sudut benda tersebut. Penggunaan sambungan ini banyak dimanfaatkan dalam proses pembuatan penampang yang berbentuk kotak segi empat. Sebagai contoh yaitu pembuatan kolom dan balok pada bangunan yang dipakai untuk menahan momen puntir yang nilainya cukup besar.



Gambar 2 Corner Joint

Rumus Rumus Pengelasan

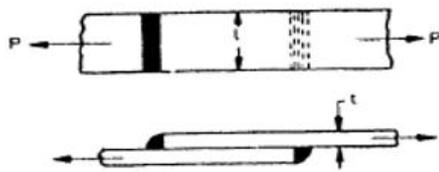
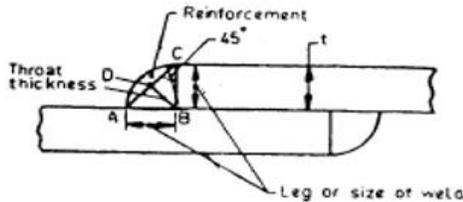


Fig. 9-6



Keterangan :

t = Tebal Las

L = Panjang Lasan

Throat thichness, BD : $\text{leg} \sin 45^\circ = \frac{t}{\sqrt{2}} = 0,707 t$

A: Luas Area minimum dari las(throat weld)

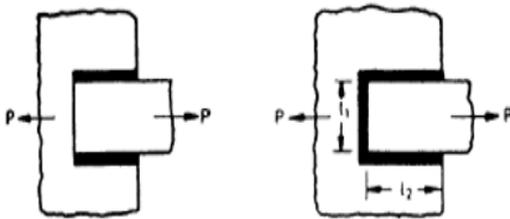
= Throat Thickness x lenght of weld

$$= \frac{txL}{\sqrt{2}} = 0,707 t x L$$

σ_t = Tegangan tarik ijin bahan las

Tegangan tarik/kekuatan tarik maksimum sambungan las

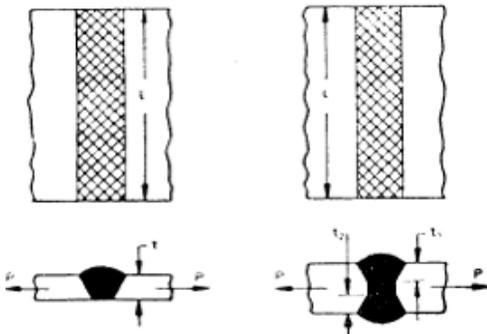
- Single Fillet



:

$$F = \frac{txL}{\sqrt{2}} x \sigma_t = 0,707 x t x L x t \bar{\sigma}_t$$

- Double Fillet



$$F = 2 \frac{txL}{\sqrt{2}} x \bar{\sigma}_t = 1,414 x t x L x t \bar{\sigma}_t$$

$$A = \text{Luas lasan minimum} = \frac{txL}{\sqrt{2}} = 0,707 t x L$$

$\bar{\tau}$ = tegangan geser ijin bahan las

Gaya geser maksimum single paralel fillet

$$F_S = \frac{txL}{\sqrt{2}} x \bar{\tau} = 0,707 t x L x \bar{\tau}$$

Gaya geser maksimum double paralel fillet

$$F_S = \frac{txL}{\sqrt{2}} x \bar{\tau} = 1,414 x t L x \bar{\tau}$$

Hal yang perlukan dalam disgn adalah Tambahkan panjang 12,5 mm pada lasan untuk keamanan

Untuk gabungan paralel dan transverse fillet(melintang), kekuatan lasan merupakan jumlah kekuatan dari paralel dan transverse.

$$F_{total} = F_{paralel} + F_{transverse}$$

1. Digunakan untuk beban tekan
2. Panjang leg sama dengan throat thickness sama dengan thickness of plates

Tegangan pada sambungan las, sulit dihitung karena variable dan parameter tidak terprediksikan, misalnya :

1. Homogenitas bahan las/elektroda
2. Tegangan akibat panas dari las
3. Perubahan sifat sifat fisik

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Struktur, dengan di dukung oleh Laboratorium Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains Universitas Ibn Khaldun Bogor. Pelaksanaan penelitian dilakukan sejak bulan Desember 2020 sampai bulan April 2021. Alat Dan Bahan

Berikut ini adalah data perancangan yang digunakan pada perancangan dan penelitian, yaitu

Alat

Alat yang digunakan pada perancangan konstruksi mobil air engine:

1. Gerinda
2. gergaji besi
3. las listrik SMAW (Shield Metal Arch Welding)
4. alat ukur penggaris siku dan meteran.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada perancangan kontruksi mobil air engine

No	Nama Bahan dan Ukuran	Jumlah
1	Pipa hitam ¾ x 2,3 mm	2 Batang
2	Plat strip 4 x 40 x 6000	2 Batang
3	Hollo 20 x 20 x 1,6 mm	5 Batang
4	Besi siku 30 x 30 x 6000 ks	2 Batang
5	Plat 1,6 mm 80 cm x 63 cm	
6	Plat 5 mm 20 cm x 20 cm	
7	Kawat las RD.260 ϕ2,0 mm	4 kg
8	Kawat las RD.260 ϕ2,6 mm	3 kg

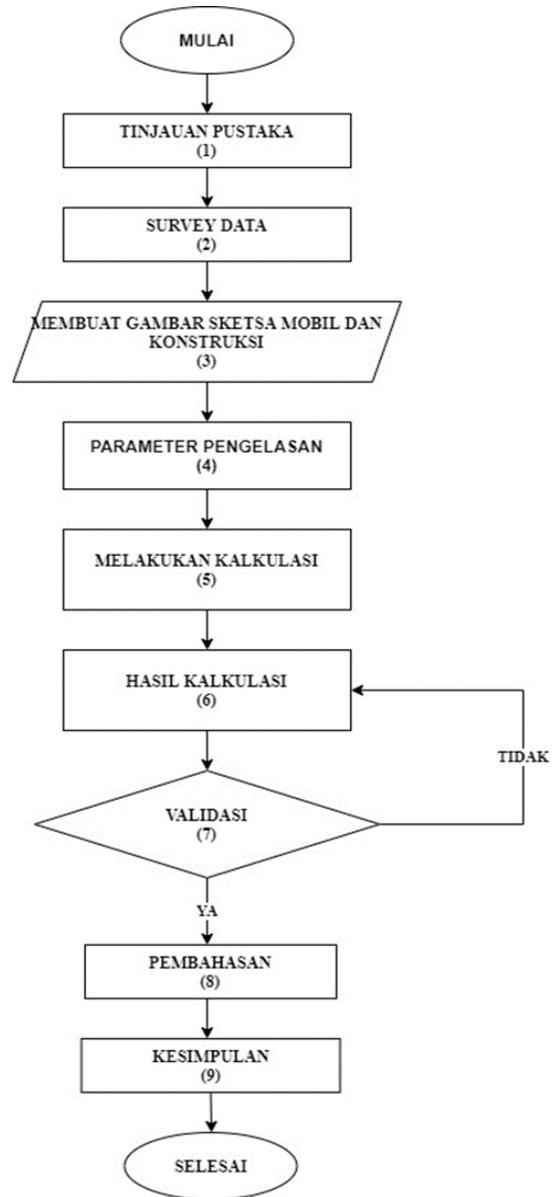
Gambar tabel 3.1 Bahan yang digunakan

Element	Weight %
Fe	99,13 - 99,57
C	0,13 - 0,18
Mn	0,30 - 0,60
P	0,05 (Max)
S	0,04 (Max)

Properties	Conditions	
	T (°C)	Treatment
Density (g/cm³)	7.87	25
Poission's ratio	0.29	25
Elastic modulus (N/m²)	2,05×10 ¹¹	25
Tensile strength (N/m²)	385×10 ⁶	Cold drawn (round bar 19-32 mm)
Yield Strength (N/m²)	325×10 ⁶	
Elongation (%)	20	
Reduction in area (%)	40	
Hardness (HB)	105	

3.2 Diagram alir

Berikut ini flow chart penelitian, dari mulai studi literatur, permodelan dan kalkulasi, sampai didapatkan hasil. Setelah itu dilakukan pengujian kekuatan sambungan sampai didapat data hasil pengujiannya, setelah itu menganalisa hasil pengujian tersebut sampai didapatkan kesimpulan

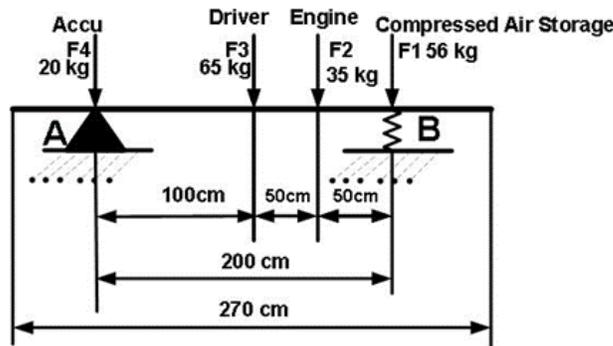


Keterangan

1. Tinjauan pustaka.
2. Survey dan pengambilan data, beban, bahan, dimensi konstruksi, dan spesifikasi Engine yang digunakan.
3. Parameter pengelasan.
4. Membuat gambar sketsa mobil dan desain konstruksi.
5. Melakukan kalkulasi untuk mendapatkan hasil secara teoritis.
6. Melakukan pembahasan hasil analisa dan validasi hasil hitungan.
7. Pembuatan kesimpulan dan saran.
8. Pembuatan laporan dan Presentasi hasil.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Distribusi Beban



Dari gambar diatas diasumsikan beban merata di sepanjang chasis mobil maka:

Beban total menjadi : $F_{tot} = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$

Dimana : $F_1 = 56 \text{ kg}$
 $F_2 = 35 \text{ kg}$
 $F_3 = 65 \text{ kg}$
 $F_4 = 20 \text{ kg}$

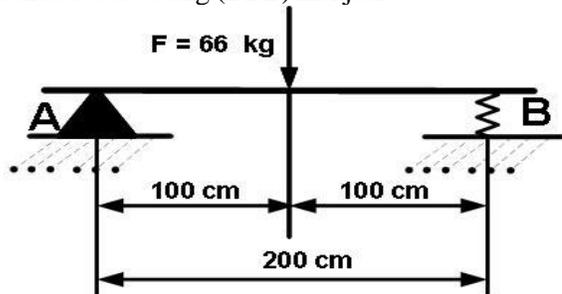
$F_{total} = 56 \text{ kg} + 35 \text{ kg} + 65 \text{ kg} + 20 \text{ kg} = 176 \text{ kg}$

Panjang chasis mobil adalah 200 cm = 2 m

$F_{rata} = F_{tot} / \text{Panjang Chasis} = 176 \text{ kg}$

$/ 2 \text{ m} = 88 \text{ kg/m}$, sehingga diagram

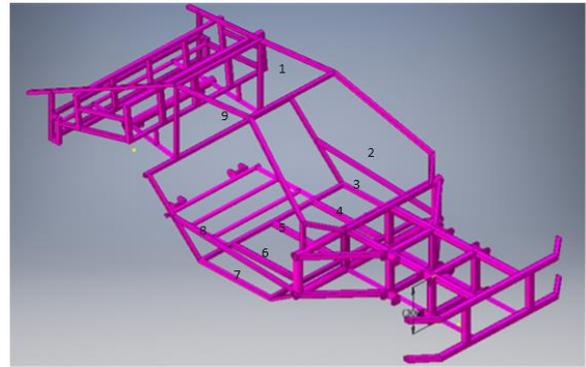
benda bebas batang (DBB) menjadi :



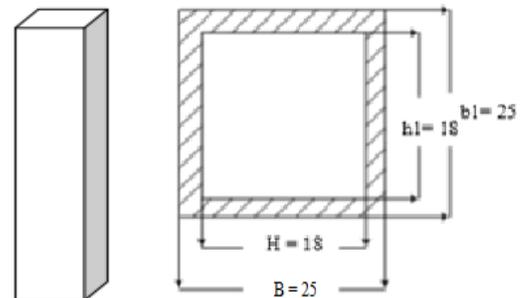
4.2 Mengitung Kekuatan Tiang Konstruksi Mobil Air Engine

Material yang digunakan adalah AISI 1015 dengan tegangan tarik $\sigma_t = 3,85 \times 10^8 \text{ Nm}^2$, modulus elastisitas $2,05 \times 10^{11} \text{ Nm}^2$, massa jenis $7,78 \text{ g/cm}^2$, jumlah penampang yang menompang pada bagian terberat terdapat 9 buah. Berikut gambar desain kerangka

mobil.



Menghitung luas penampang profil penampang :



Menghitung luas profil penampang :

$$A = (B \times H) - (b_1 \times h_1)$$

$$= (0,025 \times 0,025) - (0,018 \times 0,018)$$

$$= (6,25 \times 10^{-4}) - (3,24 \times 10^{-4})$$

$$= 6,15 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

a. Tegangan yang terjadi :

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

$$= \frac{863,28 \text{ N}}{6,15 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$= 1,05 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

b. Tegangan yang diizinkan :

$$\sigma_i = \frac{\sigma_i \text{ bahan}}{f}$$

$$= \frac{3,85 \times 10^8 \text{ Nm}^2}{5}$$

$$= 77 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

Tegangan yang terjadi adalah $1,052 \times 10^6 \text{ N/m}^2 <$ tegangan izin bahan yaitu $77 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, maka dianggap aman.

4.3 Menghitung Kekuatan Las terhadap titik penampang terberat

Parameter yang digunakan dalam menghitung kekuatan sambungan las adalah sebagai berikut :

1. Elektroda = AWS (E6013)

2. Tegangan Tarik = (σ_t) : $4,3 \times 10^8 \text{ N/m}^2$
3. Tegangan geser ijin = (τ_i) : $3,79 \times 10^8 \text{ N/m}^2$
4. Tegangan luluh = 50 Kpsi ($344,74 \times 10^6 \text{ N/m}^2$)
5. Dimensi sambungan = $0,025 \times 0,018 \times 1,6 \text{ mm}$

a. Panjang lasan (L)= keliling persegi x jumlah tiang

$$= (0,025 \text{ m} \times 0,0025 \text{ m}) \times 9$$

$$= 5,625 \times 10^{-3} \text{ m}$$

b. Lebar lasan (s) $3 \text{ mm} = 0,003 \text{ m}$

c. Luas kampuh las :

$$A = 0,707 s \times l$$

$$= 0,707 \times (5,625 \times 10^{-3} \text{ m}) \times 0,003 \text{ m}$$

$$= 1,193 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

d. Besarnya tegangan geser pada kampuh las :

$$\tau = \frac{P}{A_{\text{lasan}}}$$

$$= \frac{863,28 \text{ N}}{1,193 \times 10^{-5} \text{ m}^2}$$

$$= 7,3 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

e. Besarnya tegangan geser yang diizinkan :

$$\tau_i = \frac{\tau_{\text{bahan}}}{f}$$

$$= \frac{3,79 \times 10^8 \text{ N/m}^2}{5}$$

$$= 75,8 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

Tegangan geser yang terjadi adalah $7,3 \times 10^7 \text{ N/m}^2 <$ tegangan yang diizinkan yaitu $7,58 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ maka pengelasan dianggap aman.

f. Besarnya tegangan tarik pada lasan

Untuk mendapatkan tegangan tarik terhadap lasan dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$A = (B \times H) - (b_1 \times h_1) \times \text{jumlah titik bidang lasan}$$

$$= (0,025 \text{ m} \times 0,025 \text{ m}) - (0,018 \text{ m} \times 0,018 \text{ m}) \times (\text{jumlah bidang} \times 2)$$

$$= (6,25 \times 10^{-4} \text{ m}) - (3,24 \times 10^{-4} \text{ m}) \times (9 \times 2)$$

$$= 0,0996 \text{ m}^2$$

$$\sigma_t = \frac{P}{A_{\text{lasan}}}$$

$$= \frac{863,28 \text{ N}}{0,09966 \text{ m}^2}$$

$$= 8,6 \times 10^3 \text{ N/m}^2$$

a. Besarnya tegangan tarik yang di izinkan_

$$\sigma_t \text{ izin} = \frac{\sigma_t}{f}$$

$$= 8,6 \times \frac{10^7 \text{ N}}{\text{m}^2}$$

$$= \frac{4,3 \times 10^8 \text{ N/m}^2}{5}$$

Tegangan tarik yang terjadi adalah $8,6 \times 10^4 \text{ N/m}^2 <$ tegangan tarik yang di izinkan yaitu $8,6 \times 10^7 \text{ N/m}^2$, maka pengelasan dianggap aman.

4.5 Pembahasan Perhitungan Sambungan Las Konstruksi Mobil Air Engine

Berdasarkan hasil analisa perhitungan sambungan las yang telah didapat konstruksi mobil air Engine diperoleh hasil :

1. Hasil analisa perhitungan gaya yang bekerja pada konstruksi mobil air engine terbesar yaitu 863,28 N.
2. Hasil perhitungan luas penampang pada konstruksi mobil air engine yaitu $6,15 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ Hasil perhitungan luas penampang pada bidang las total penampang konstruksi yaitu $0,0996 \text{ m}^2$.
3. Tegangan geser yang terjadi adalah $2,87 \times 10^6 \text{ N/m}^2 <$ tegangan izin bahan yaitu $77 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ maka dianggap aman.
4. Tegangan tarik yang terjadi adalah $8,6 \times 10^4 \text{ N/m}^2 <$ tegangan tarik yang di izinkan yaitu $8,6 \times 10^7 \text{ N/m}^2$, maka pengelasan dianggap aman.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan proses analisa kekuatan sambungan las pada konstruksi mobil air engine, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

Analisa beban terbesar pada konstruksi mobil air engine yaitu 863,28 N, luas penampang konstruksi mobil air engine $6,15 \times 10^{-4} \text{ m}^2$, luas penampang pada bidang las total $0,0996 \text{ m}^2$, tegangan geser pengelasan hasil analisa $2,87 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ tegangan geser izin bahan yaitu $77 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, tegangan tarik pengelasan hasil analisa $1,052 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ tegangan tarik yang diizinkan yaitu $8,6 \times 10^7 \text{ N/m}^2$, maka pengelasan dianggap aman.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, agar memperoleh hasil yang optimal ada beberapa cara untuk untuk menanggulangi retak las maka disarankan sebagai berikut :

1. Elektroda yang digunakan harus disimpan dulu pada oven penyimpanan sehingga elektroda yang akan di gunakan tersebut tidak mengandung air
2. Hindari proses pengerjaan pengelasan pada waktu hujan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. H. Kearns, "Shielded Metal Arc Welding," Weld. Handb., no. July, pp. 43–76, 1978, doi: 10.1007/978-1-349-04293-7_2.
- [2] Sukaini, "Teknik Las SMAW 2," p. 232, 2013.
- [3] R. D. Djamiko, "Teori Pengelasan Logam," Jur. Pendidik. Tek. Mesin Fak. Tek. Univ. Negeri Yogyakarta, pp. 1–16, 2008.
- [4] W. E. Program, "Weld Cracking Phenomena," pp. 119–176.
- [5] A. H. M. Simon Parekke1, Johannes Leonard 2, "Pengaruh Pengelasan Logam Berbeda (AISI 1045) dengan (AISI 316L) terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro," J. Sains Teknol., vol. 3, no. 2, pp. 191–198, 2014.
- [6] P. Terminology and P. Options, "Welding and Joining Processes," Am. Soc. Mech. Eng. Prod. Eng. Div. PED, vol. 51, pp. 1–3, 1991, doi: 10.1016/b978-0-12-821348-3.00015-x.
- [7] Alfi, Muhammad. Sambungan Las Sudut. Bandung. 2005
- [8] Wiryosumarto, H dan Okumura, T. "Teknologi pengelasan logam" (cetakan kedelapan), PT.PRADNYA PARAMITA, Jakarta. 2000.