

ANALISIS UJI *ROTARY BENDING* DAN STRUKTUR MICRO PADA *WELDING* BAJA AISI 1045 BERDASARKAN VARIASI ARUS PENGELASAN SMAW

Andi Baso Achmad Syarif¹, Moh. Halim Asiri² dan Muhammad Balfas²

¹⁾ Mahasiswa Program Magister Teknik Mesin, Universitas Muslim Indonesia

²⁾ Dosen Program Magister Teknik Mesin, Universitas Muslim Indonesia

ABSTRAK

Pengelasan (welding) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang kontinu. Pengelasan sangat berpengaruh terhadap pemilihan arus yang digunakan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kekutan Rotary Bending pada Baja AISI 1045. Pengujian Rotary Bending (Fatigue) dilakukan sebanyak tiga kali dengan variasi pembebanan 10 kg, 12 kg, dan 14 kg. Spesimen yang digunakan berdasarkan berdasarkan standar ASTM E466. Pembuatan spesimen dilakukan dengan menggunakan mesin bubut. Uji lelah dilakukan dengan menggunakan mesin uji rotary bending.

Hasil pengujian rotary bending (fatigue) pada Baja AISI 1045 setelah pengelasan dengan arus 95 ampere pada beban 10 kg jumlah siklus maksimum yang dihasilkan sebesar 469.545 siklus, 100 ampere 323.582 siklus, 105 Ampere 228.970 siklus sedangkan spesimen normal (tanpa pengelasan) 165.294 siklus. Hasil pengujian pengujian rotary bending (fatigue) menghasilkan jumlah siklus tertinggi sebesar 469.545 siklus sedangkan material normal (tanpa pengelasan) jumlah siklus yang dihasilkan terendah yaitu 165.294 siklus.

Kata kunci : *Baja AISI 1045, Pengelasan SMAW, Variasi Arus, Uji Fatik (Fatigue), Rotary Bending.*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur pengolahan logam kini sangatlah berkembang yang diiringi dengan meningkatnya kebutuhan manusia diberbagai sektor misalnya pertambangan, pengeboran minyak maupun sektor transportasi, tak sedikit dari sector tersebut membutuhkan penggunaan material yang kuat untuk digunakan pada kondisi

pembebanan yang tinggi sehingga dibutuhkan rekayasa material yang mengakomodir kepentingan industri yang efektifif dan efisien.

Namun dalam kondisi tertentu sebaik apapun rekayasa suatu material akan mengalami suatu kerusakan baik ditimbulkan karena fakto alam, ataupun factor manusia. misalnya suatu poros yang patah dan aus akibat pembebanan yang tinggi dan continyu,

hal tersebut akan mempengaruhi kegiatan oprasioal suatu industri dan berakibat merugikan. Artinya semakin lama material tersebut tidak segerah diganti atau diperbaiki (Penyambungan) maka tingkat kerugian akan semakin tinggi.

Dalam hal penyambungan, Pengelasan memiliki peranan penting pada dalam industri manufaktur karena dapat meminimalisir biaya, misalnya saja penggunaan waktu dan biaya pengiriman penggantian material. sehingga pengelasan sangat sering digunakan diberbagai industri karena kondisi tersebut.

Pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang kontinu. Terdapat berbagai macam jenis proses pengelasan yang dapat digunakan di industri salah satunya adalah las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*).

Prinsip kerja dari las SMAW ini yaitu saat ujung elektroda didekatkan pada benda kerja terjadi panasatau locatan arus listrik (busur listrik) yang membuat antara benda kerja dengan ujung elektroda terbungkus tersebut mencair secara bersamaan. Pada saat proses pengelasan berlangsung pemindahan logam dari elektroda tergantung dari besar kecilnya arus listrik yang digunakan. Secara umum dapat dikatakan bahwa hasil pengelasan mempunyai sifat mampu las tinggi bila pemindahan terjadi dengan butiran yang halus, sedangkan proses pemindahan dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan juga oleh komposisi bahan pembungkus elektroda (*flux*) yang digunakan. Dalam pengelasan menggunakan mesin las SMAW pemilihan elektroda juga menjadi hal penting untuk diperhatikan. Penggunaan elektroda disesuaikan dengan bahan yang akan dilas dan ketebalan benda kerja serta kuat arus yang digunakan harus sesuai dengan ketentuan agar menghasilkan mampu las yang baik.(Riswan, 2008)

Prosedur pengelasan kelihatan sangat sederhana, tetapi sebenarnya didalam proses melakukannya banyak masalah – masalah yang harus diatasi. Ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi kekuatan hasil pengelasan, seperti besar arus, kecepatan pengelasan, besarnya penembusan dan polaritas listrik. Penentuan besar arus pengelasan merupakan hal yang penting karena nantinya akan menyebabkan permasalahan pada kekuatan logam las, timbulnya deformasi, cacat las dan sebagainya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pemilihan baja AISI 1045 karena baja ini banyak dipakai dalam pembuatan komponen-komponen permesinan, murah dan mudah didapatkan di pasaran. Komponen mesin yang terbuat dari baja ini contohnya poros, roda gigi dan rantai. Adapun data-data dari baja ini adalah sebagai berikut :

1. AISI 1045 diberi nama menurut standar american iron and steel institute (AISI) dimana angka 1xxx menyatakan baja karbon, angka 10xx menyatakan karbon steel sedangkan angka 45 menyatakan kadar karbon persentase (0,45 %).
2. Penulisan atau penggolongan baja AISI 1045 ini menurut standar yang lain adalah sama dengan DIN C 45, JIS S 45 C, dan UNS G 10450.
3. Menurut penggunaannya termasuk baja kontruksi mesin
4. meningkatnya kandungan karbon maka kekuatan tarik dan kekerasan semakin menjadi naik sedangkan kemampuan regang, keuletan, ketangguhan dan kemampuan lasnya menurun. Kekuatannya akan banyak berkurang bila bekerja pada temperatur yang cenderung tinggi. Pada temperatur yang rendah ketangguhannya menurun secara dratis.

5. Kandungan unsur pada AISI 1045 menurut standard ASTM A 827-85 adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Unsur pada baja AISI 1045

Unsur	%	Sifat mekanis lainnya
Karbon	0,42 – 0,50	Tensile strength
Mangan	0,60 – 0,90	Yield strength
Fosfor	Maksimum 0,035	Elongation
Sulfur	Maksimum 0,040	Reduction in area
Silicon	0,15 – 0,40	Hardness

Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas, meliputi bidang perkapalan, rangka baja, bejana tekan, saluran perpipaan dan sebagainya. Selain itu proses pengelasan dapat juga dipergunakan untuk reparasi, misalnya untuk mempertebal bagian – bagian yang sudah aus, mengisi lubang – lubang pada hasil pengecoran baja, *replating* dan macam – macam reparasi lainnya.

1. Pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*).

SMAW adalah salah satu jenis pengelasan yang menggunakan loncatan electron (Busur Listrik) sebagai sumber panas untuk pencairannya. Suhu busur dapat mencapai 3300°C, jauh di atas titik lebur baja, sehingga dapat mencairkan baja setarmerta (*Instant*). Dan penggunaan mesin las SMAW dapat digerakkan oleh mesin diesel atau transformer (*Inverter*) dengan jenis pendingin berupa minyak atau udara langsung.

2. Polaritas

Pengelasan SMAW dapat menggunakan arus listrik bolak balik (AC = *alternating current*) maupun arus searah (DC = *Direct Current*), jika arus bolak-balik yang digunakan tidak ada penggunaan kutup kutup, sebaliknya apabila arus searah yang digunakan maka digunakan kutup-kutup+ maka kondisi ini disebut Polaritas.

Terdapat dua jenis polaritas untuk pengelasan yakni polaritas lurus, dimana electron bermuatan (-), yang lazim disebut DCSP (*Direct Current Straight Polarity*) atau juga disebut DCEN (*Direct Current Electrode Negative*) dan bahan induk bermuatan (+), dan polaritas terbalik, dimana elektroda bermuatan (+), dan bahan induk bermuatan (-) yang juga lazim disebut DCRP (*Direct Current Reverse Polarity*) atau juga disebut DCEP (*Direct Current Electrode Positive*).

3. Elektroda

Elektroda merupakan logam pengisi dalam proses pengelasan. Elektroda memiliki beberapa bagian diantaranya:

a. kawat inti

kawat inti yang berfungsi sebagai logam pengisi yang terbuat dari bahan logam yang disesuaikan dengan logam induk yang akan dilas, biasa mild steel, low carbon steel, Alloy Steel dll. Yang mempunyai ukuran diameter antara 1,2 – 6 mm dengan panjang antara 250 – 450 mm. komposisi kimia kawat inti ini cukup berpengaruh terhadap sifat mekanis dari logam las yang terbentuk, dan yang paling berpengaruh terhadap sifat mekanik logam las ini adalah material dari coating (Pembungkus) yaitu Fluksnya.

b. Coating/Fluks (Pembungkus)

Dalam proses pengelasan, pembungkus elektroda ini akan terbakar dan akan membentuk terak (slag) cair yang kemudian membeku sehingga melindungi logam las dari pengaruh atmosfer atau mencegah terhadap kontaminasi dari udara sekitarnya. Ada beberapa fungsi dan kegunaan salutan (coating) atau fluks elektroda adalah:

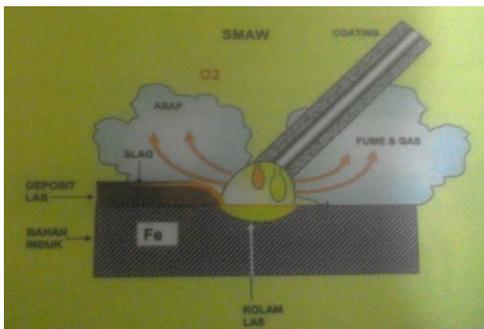
1. Mencair dan mengapung diatas kolam las sehingga melindungi cairan las dari reaksi dan zat asam menjadi oksida.
2. Cairan coating/flux membeku di atas lajur las membentuk slag atau terak dan berfungsi untuk melindungi lajur las panas dari reaksi dan zat asam.
3. Coating sewaktu mencair juga menghasilkan asap yang berfungsi

melindungi dari udara pada lingkungan busur las.

4. Coating juga berfungsi untuk menstabilkan busur karena proses ionisasi yang terjadi.

Coating berfungsi pula untuk menambah bahan additive guna untuk meningkatkan kekuatan bahan las

Adapun secara skematis proses kerja pengelasan SMAW dengan penggunaan kawat berselaput dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. skematis proses kerja pengelasan SMAW

Fatigue atau kelelahan adalah kerusakan material yang diakibatkan oleh adanya tegangan yang berfluktuasi yang besarnya lebih kecil dari tegangan tarik maksimum (*ultimate tensile strength*) maupun tegangan luluh (*yield*) material yang diberikan beban konstan.

Kerusakan akibat beban berulang ini disebut patah lelah (*fatigue failures*) karena umumnya perpatahan tersebut terjadi setelah periode pemakaian yang cukup lama. Mekanisme terjadinya kegagalan fatik dapat dibagi menjadi tiga fase yaitu : awal retak (*initiation crack*), perambatan retak (*crack propagation*), dan perpatahan akhir (*fracture failure*).

Tegangan lentur yang terjadi pada permukaan bahan dapat ditentukan dengan menggunakan momen inersia dan jarak melintang benda uji dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{M \cdot y}{I}$$

$$M = WL$$

$$y = \frac{d}{2}$$

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$$

Maka akan diperoleh :

$$\sigma = \frac{32WL}{\pi \cdot d^3}$$

Dimana :

σ = Tegangan Lentur (kg/mm^2)

W = Beban yang digunakan

L = Jarak antara beban dan titik area pengujian (cm)

d = Diameter spesimen (cm)

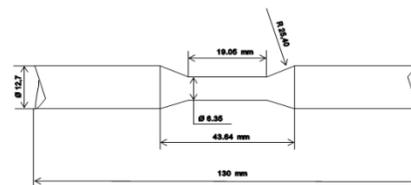
π = 3,14

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode analisis. yang akan di teliti secara sistematis dan akurat, dengan kasus yang ada di lapangan. Data yang di kumpulkan adalah data primer dan sekunder Prosedur penelitian sangat penting untuk diikuti agar proses penelitian dapat dipahami, maka perlu langkah-langkah yang sistematis dalam pelaksanaannya. Adapun prosedur penelitian yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian.

1. Proses pembuatan spesimen

- a. Material Baja AISI 1045, dilakukan penyayatan sesuai standar ASTM E466 untuk pengujian lelah (*fatigue*).
- b. Dimensi spesimen uji lelah (*fatigue*) mengikuti ASTM E466 dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Spesimen Uji Lelah (*fatigue*)

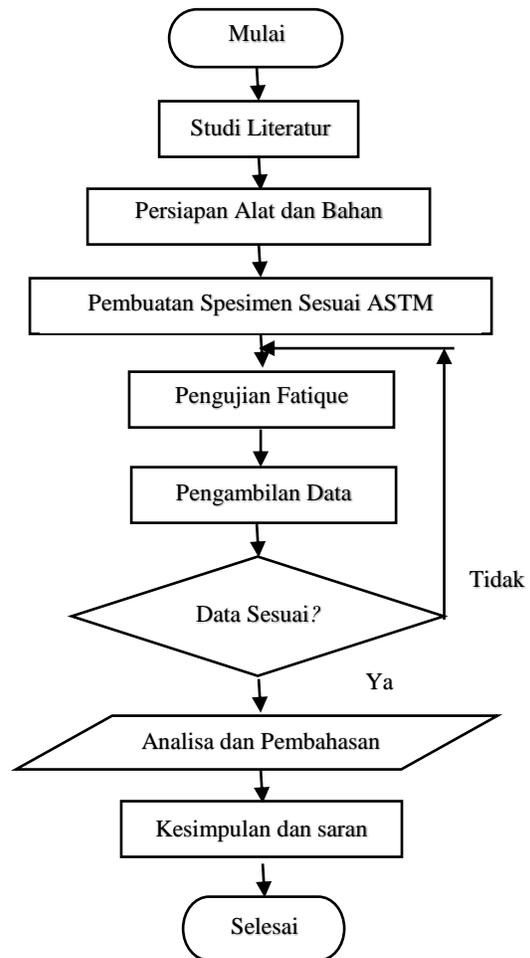
2. Proses uji *rotary bending*
 - a. Persiapkan spesimen sesuai dengan standar ASTM E466.
 - b. Memasang spesimen uji pada *rotary bending machine*,
 - c. Pembebanan pada alat *rotary bending* (variasi beban, 10 kg, 12 kg, 14 kg).
 - d. Hidupkan mesin sampai spesimen patah.
 - e. Ketika spesimen patah, mesin akan otomatis berhenti dan data terekam pada di panel *countemeter*, ditunjukkan pada Gambar 3 dibawah ini :



Gambar 3. Panel *counter* putaran

- f. Catat hasil putaran yang terlihat pada panel *countermeter*

3. Diagram Alir



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1 Pembahasan

Pengujian terhadap kekuatan lelah aluminium, telah dilakukan dengan beban bervariasi yaitu 10 kg, 12 kg dan 14 kg, menggunakan mesin uji fatik model *single rotating bending*.

2 Pengolahan Data

Hasil pengujian berikut ini data dan hasil pengolahan dari pengujian fatik menggunakan material Baja AISI 1045 dengan variasi beban 10 kg, 12 kg dan 14 kg, dengan menggunakan contoh perhitungan dibawah ini maka besarnya tegangan (σ) dapat diketahui.

Tabel 2. Data hasil pengujian Baja AISI 1045

No	Spesimen	Beban (Kg)	Jumlah siklus
1	95 A	10	469.545,00
		12	384.767,50
		14	234.537,00
2	100 A	10	323.582,00
		12	148.458,00
		14	128.701,50
3	105 A	10	228.970,50
		12	172.302,00
		14	111.809,00
4	NORMAL	10	165.294,00
		12	147.074,00
		14	107.147,00

3. Perhitungan Pengujian Lelah

Tegangan lentur yang bekerja pada spesimen uji lelah dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_E = \frac{32WL}{\pi.d^3}$$

Dengan :

σ_E = Tegangan Lentur (kgf / mm²)

W = Beban yang digunakan

L = Jarak antara beban dan titik area pengujian (cm)

D = Diameter spesimen (cm)

π = 3,14

Diketahui :

W = 10 kg

L = 130 mm

d = 6.35 mm

π = 3,14

Maka tegangan lentur :

$$\sigma_E = \frac{32WL}{\pi.d^3}$$

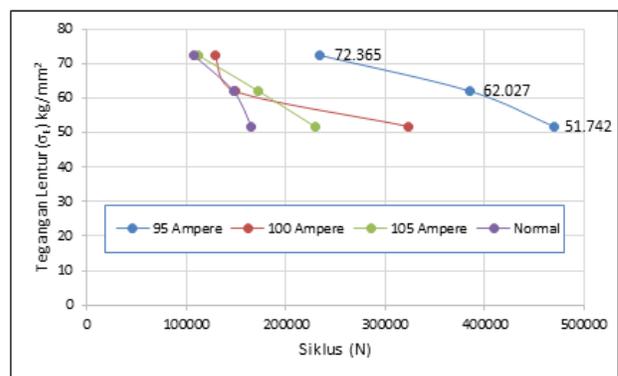
$$= \frac{32.10.130}{3,14.(86.35)^3}$$

$$= \frac{341600}{803.9903}$$

$$= 51.742 \text{ kg/mm}^2$$

Tabel 3. Hasil Perhitungan Tegangan Lentur (σ_E)

No	Spesimen	Beban (Kg)	Siklus Rata-Rata	σ_E (kg/mm ²)
1	95 A	10	469.545,00	51.742
		12	384.767,50	62.027
		14	234.537,00	72.365
2	100 A	10	323.582,00	51.742
		12	148.458,00	62.027
		14	128.701,50	72.365
3	105 A	10	228.970,50	51.742
		12	172.302,00	62.027
		14	111.809,00	72.365
4	NORMAL	10	165.294,00	51.742
		12	147.074,00	62.027
		14	107.147,00	72.365



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Siklus dengan Tegangan

Pada Gambar 4 terlihat bahwa garis kurva tegangan lelah pada spesimen Baja AISI 1045 dengan pengelasan dengan arus 95 Ampere

dengan pembebanan 10 kg dimana tegangan lelah 51.742 kg/mm^2 menghasilkan siklus rata-rata sebesar 469.545 sedangkan pada pembebanan 12 kg tegangan lelah 62.027 kg/mm^2 menghasilkan siklus rata-rata 384.767 kemudian pada beban 14 kg dimana tegangan lelah yang dihasilkan sebesar 72.365 kg/mm^2 dan siklus rata-rata 234.537. pada pengelasan dengan arus 100 Ampere dengan pembebanan 10 kg tegangan lelah yang dihasilkan 51.742 kg/mm^2 dan siklus rata-rata sebesar 323.582 sedangkan pada pembebanan 12 kg tegangan lelah 62.027 kg/mm^2 menghasilkan siklus rata-rata 148.458 kemudian pada beban 14 kg dimana tegangan lelah yang dihasilkan sebesar 72.365 kg/mm^2 dan siklus rata-rata 128.701. selanjutnya pengelasan dengan arus 105 Ampere dengan pembebanan 10 kg dimana tegangan lelah 51.742 kg/mm^2 menghasilkan siklus rata-rata sebesar 228.970 sedangkan pada pembebanan 12 kg tegangan lelah sebesar 62.027 kg/mm^2 menghasilkan siklus rata-rata 172.302 kemudian pada beban 14 kg dimana tegangan lelah yang dihasilkan sebesar 72.365 kg/mm^2 dan siklus rata-rata 111.809. sedangkan spesimen normal (tanpa pengelasan) dengan pembebanan 10 kg dimana tegangan lelah 51.742 kg/mm^2 menghasilkan siklus rata-rata sebesar 165.294 sedangkan pada pembebanan 12 kg tegangan lelah 62.027 kg/mm^2 menghasilkan siklus rata-rata 147.074 kemudian pada beban 14 kg dimana tegangan lelah yang dihasilkan sebesar 72.365 kg/mm^2 dan siklus rata-rata 107.147

V. KESIMPULAN

Dari Hasil pengujian rotary bending (*fatigue*) pada Baja AISI 1045 setelah pengelasan dengan arus 95 ampere pada beban 10 kg jumlah siklus maksimum yang dihasilkan sebesar 469.545 siklus, 100 ampere 323.582 siklus, 105 Ampere 228.970 siklus sedangkan spesimen normal (tanpa pengelasan) 165.294 siklus

DAFTAR PUSTAKA

- A.S. Mohruni, B.H. Kembaren, 2013. Pengaruh variasi kecepatan dan Kuat Arus terhadap Kekerasan, Kekuatan Tarik, struktur micro baja carbon rendah dengan elektroda E6013. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Badaruddin Anwar, 2017. Analisis Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan posisi bawah tangan dengan perbedaan kuat arus listrik pada baja ST.42, Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Makassar.
- Dhian Fajar Juniarto, Minto Basuki, Aris Wacana Putra, 2017 “ *Analisis Pengaruh arus Pengelasan Terhadap Ketangguhan Sambungan Baja A36 Pada pengelasan SMAW*” Jurusan Teknik Perkapalan FTMK ITATS; Surabaya.
- Despa Wandri, Waskito, Purwantono, 2016. *Pengaruh Arus Ac Dan Dc Terhadap Hasil Pengelasan Pada Las Busur Listrik*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Indonesia.
- Kampuh Welding Indonesia, 2016, “ *Teknik Pengelasan Kapal dan Alat Berat*” Surabaya.
- Ma'ruf, 2013. Pengaruh arus terhadap kekerasan hasil pengelasan baja ST 60 menggunakan pengelasan SMAW, Program studi Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Sri Widharto, 2013, “*Welding Inspection*” Mitra Wacana Media; Jakarta
- Sukanto Jatmiko, Sarjito Jokosisworo, Analisa Kekuatan Puntir dan Kekuatan Lentur Putar Poros Baja ST 60 Sebagai Aplikasi Perancangan Bahan Poros Baling-Baling

Kapal” Program Studi Teknik Perkapalan
Fakultas Teknik UNDIP; Yogyakarta

Sarjito, jokosisworo, 2009, Analisis Kekuatan Puntir, Lentur Putar dan Kekerasan Baja ST 60 untuk poros propeller setelah diquenching. Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas diponegoro.

Teguh Sugiarto, Zulhanif, Sugiyanto, 2013. Analisis uji ketahanan lelah baja karbon sedang AISI 1045 dengan *Heat treatment (Queching)* dengan menggunakan Alat *Rotary Bending*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung.