

PENGARUH VARIASI WAKTU TEMPA (20,30,50 dan 60 Detik) DAN TEKANAN TEMPA (40 dan 60 MPa) TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO SAMBUNGAN CONTINUOUS DRIVE FRICTION WELDING BAHAN SILINDER PEJAL LOGAM BEDA JENIS (AL 2024 T4 DENGAN SS AISI 420)

Dwi Antoro AR

**Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183
dwiantoroar@yahoo.co.id**

Abstrak

Friction welding adalah proses pengelasan *solid-state* dimana penggabungan diperoleh dari panas akibat gesekan dan tekanan. Gesekan yang terjadi disebabkan karena adanya panas yang ditimbulkan dari kedua ujung permukaan benda kerja. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menemukan struktur mikro, kekerasan dan kekutan tarik pada logam aluminium 2024 T4 dan stainless steel AISI 420 dengan variasi waktu gesek dan tekanan tempa yang berbeda-beda.

Pada penelitian las gesek ini aluminium yang diamati logam induk, HAZ dan dekat dengan sambungan. Sedangkan Stainless steel yang diamati daerah sambungan dan daerah yang mendekati HAZ. Tingkat kekerasan antara aluminium 2024 T4 pada jarak 1, 3, 5, 7, 9 mm, stainless steel AISI 420 1, 3mm dari sambungan variasi tekanan tempa 40 dan 60 MPa dengan waktu tempa 20,30,50,60 detik.

Hasil pengujian didapatkan bahwa struktur mikro dari aluminium 2024 T4 pada daerah lasan struktur mikronya didapatkan butiran-butiran kristal kecil jauh dari sambungan butiran kristal menjadi besar dan terdapat porositas di dalamnya, pada logam stainless steel AISI 420 tidak terlalu banyak perubahan hanya butiran kecil pada daerah HAZ. Pada pengujian kekerasan bahwa stainless steel AISI 420 memiliki harga VHN di atas aluminium 2024 T4, didapat bahwa pada jarak 1mm sampai jarak 3mm dari sambungan kekerasannya menurun dan naik kembali dari jarak 5mm sampai 9mm dari sambungan. Pengujian tarik didapat hasil Lamanya waktu gesek dan variasi tekanan tempa yang berbeda akan mempengaruhi kekuatan tariknya. Waktu tempa yang terlalu lama dan tekanan tempa yang kecil justru akan menurunkan kekuatan tarik, walaupun kelihatannya kekuatan tempa yang besar kekuatan tariknya rendah.

Kata Kunci : Struktur mikro, stainless steel, aluminium, tekanan tempa

1. Pendahuluan

Perkembangan pengelasan dibidang industri sangat pesat yang meliputi bidang otomotif, konstruksi, manufaktur dll. Kemajuan teknologi dibidang penyambungan dapat terlihat dari banyaknya jenis-jenis sambungan seperti sambungan lipat, paku keling, sambungan baut dan sambungan las. Penyambungan dengan teknik pengelasan adalah salah satu metode penyambungan yang banyak digunakan di bidang industri. Pengelasan dibagi menjadi dua yaitu las fusi dan las padat. Pengelasan fusi dilakukan dengan cara mencairkan bahan dasar yang akan disambung. Panas pengelasan dapat diperoleh dari: nyala oxy acetylene atau nyala busur listrik. Teknik pengelasan fusi sering digunakan untuk pengelasan plat datar, plat siku, dan pipa. Akan tetapi kekurangan dari pengelasan fusi adalah pada penyambungan benda silinder pejal hanya dapat

dilakukan pada bagian luarnya saja, sedangkan pada bagian dalamnya sulit untuk dilakukan pengelasan. Untuk mengatasi kesulitan pengelasan fusi dikembangkan metode pengelasan padat (*solid state welding*). Pengelasan *solid state welding* merupakan penyambungan dua logam pada temperature di bawah titik leleh. Material disambung tanpa memberikan bahan tambahan. Pengelasan *solid state welding* dapat berupa *explosion welding*, *forge welding*, *friction welding* (*las gesek*), dan masih banyak lagi. Teknik pengelasan *solid state welding* seperti las gesek (*Friction Welding*), dapat digunakan untuk penyambungan logam yang berbeda sifat materialnya.

Shubhavardhan dan Surendran (2012), melakukan penelitian tentang penyambungan *dissimilar material* AA6082 aluminium alloy dan

AISI 304 *stainless steel* dengan metode *continuous drive friction welding*. Penelitian dilakukan dengan melakukan variasi tekanan gesek dan waktu gesek. Waktu gesek yang lama menyebabkan terbentuknya lapisan *intermetallic compound* pada *weld interface*. Pada pengujian tarik terhadap sambungan dissimilar metal dengan waktu tempa 210 MPa, terjadi patah pada interface. Kekuatan sambungan las lebih rendah dari pada kekuatan base metal AA6082 aluminium *alloy* yaitu sebesar 290 MPa. Hasil patahan uji tarik menunjukkan aluminium menempel sebagian pada stainless steel. Pada pembahasan kali ini penulis akan menganalisa pengaruh tekanan tempa terhadap uji tarik, kekerasan dan struktur mikro sifat mekanik aluminium dan stainless steel dengan metode las gesek (*friction welding*). Penelitian tentang las gesek yang banyak dilakukan pada material aluminium seri 6xxx dan 1xxx. Kali ini peneliti akan menganalisa pada material aluminium 2024 T4 yang akan disambung dengan stainless steel AISI 420. Pengelasan aluminium 2024 T4 masih sulit dilakukan dengan las fusi. Hasil pengelasan gesek ini akan diuji sifat mekanik dan dilihat sifat fisis bahan hasil sambungan atau pengelasannya yang di beri variasi waktu gesek dan tekanan tempa.

2. Metode Penelitian

Identifikasi masalah dalam penelitian adalah pada parameter proses pengelasan gesek sangat kurang, terutama pada pemberian gaya pada saat pengelasan gesek dan penempaan setelah gesekan pada material aluminium 2024 T4 dan stainless steel AISI 420. Perlu adanya penelitian untuk memperoleh parameter-parameter tersebut dalam pengelasan gesek sehingga dapat dijadikan sebagai acuan pada pengelasan selanjutnya.

Penelitian ini meliputi dua kegiatan utama yaitu pembuatan dan pengujian. Untuk pembuatan spesimen dan pengujian spesimen dilakukan di Laboratorium Permesinan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Pada rencana penelitian terdapat beberapa variabel yaitu :

1. Variabel bebas adalah variabel yang ditentukan sebelum penelitian.

Vaiabel bebas pada penelitian ini adalah :

- Tekanan tempa 40 dan 60 Mpa.

2. Variabel terikat adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas.

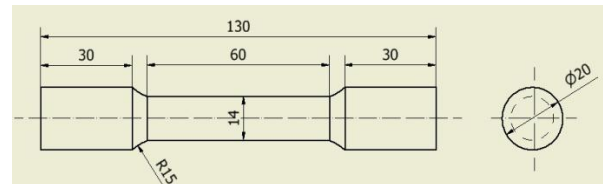
Variabel terikat ini adalah:

- Kekuatan tarik
- Struktur mikro
- Kekerasan

3. Variabel kontrol yang besarnya dikendalikan selama penelitian.

Variabel kontrol pada penelitian ini adalah :

- Putaran spindel 1000 Rpm
- Bahan yang digunakan adalah aluminium 2024 T4 dan stainless steel AISI 420.
- Diameter bahan yang digunakan untuk las gesek adalah 14 mm
- Bentuk spesimen uji tarik sesuai standar JIZ (Japan Industrial Standards) Z 2201.



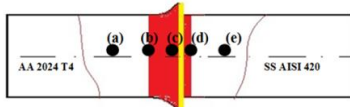
No	Urutan Las Gesek	Tekanan Gesek (Mpa)	Waktu Gesek (Detik)	Tekanan Up set (Mpa)	Waktu Tempa (Detik)
1	2	35	7.5	40	20
2	6	35	7.5	40	30
3	3	35	7.5	40	40
4	9	35	7.5	40	50
5	1	35	7.5	40	60
6	4	35	7.5	60	20
7	8	35	7.5	60	30
8	5	35	7.5	60	40
9	7	35	7.5	60	50
10	10	35	7.5	60	60

1. Pengujian Metallografi

Pengujian *metallografi* ini dapat memberikan gambaran dari hasil struktur logam lasan sehingga lebih teliti mengenai perubahan yang terjadi pada logam lasan. Langkah pertama dalam pembuatan benda uji untuk pengujian struktur mikro. Dalam pembuatan spesimen uji mikro dilakukan setelah proses pengelasan dan hasil pengelasan dibelah menjadi dua bagian dengan gergaji, dalam proses pemotongan harus sangat berhati-hati karena efek panas yang ditimbulkan dari gesekan akan mempengaruhi struktur mikronya. Benda uji yang sudah dibelah kemudian dicetak dengan resin dan di campur dengan katalis. Sesudah benda uji benda uji dicetak maka dilakukan proses pengamplasan menggunakan amplas seri 100, 180, 400, 600, 1000, dan 1000 pasta (autosol) secara bertahap

supaya menghasilkan hasil yang diinginkan. Dalam pengamplasan digunakan air untuk membasahi amplas. Polising dilakukan setelah mendapatkan permukaan yang halus, setelah mendapatkan hasil yang halus lalu menggunakan autosol. Pengujian struktur mikro ini dilakukan di Lab. Material Testing D3 Vokasi UGM. Setelah permukaan sudah halus maka dilakukan pengetsaan, untuk aluminium 2024 T4 menggunakan NaOH 50% ditambah air, kemudian untuk stainless steel AISI 420 menggunakan aqua regia (HCL+HNO₃) 3:1. Sesudah pengetsaan lalu bersihkan permukaan dengan tisu setelah spesimen dipoles celupkan kedalam larutan nital selama 10 detik dan bersihkan dengan aquades. Bersihkan spesimen dengan mengusapkan kapas yang sudah dibasahi dengan alkohol. Lihat struktur mikro spesimen pada mikroskop metallografi dengan merek Olympus. Foto mikro diambil dengan pembesaran 200 kali pembesaran.

Peletakan posisi struktur mikro didasarkan hasil flash yang timbul dari kedua material. Pada logam aluminium 2024 T4 flash yang dihasilkan cukup besar dibandingkan dengan logam stainless steel AISI 420 maka dari itu pengambilan foto mikro lebih banyak pada logam aluminium 2024 T4.



Gambar 1. Posisi pengujian mikro

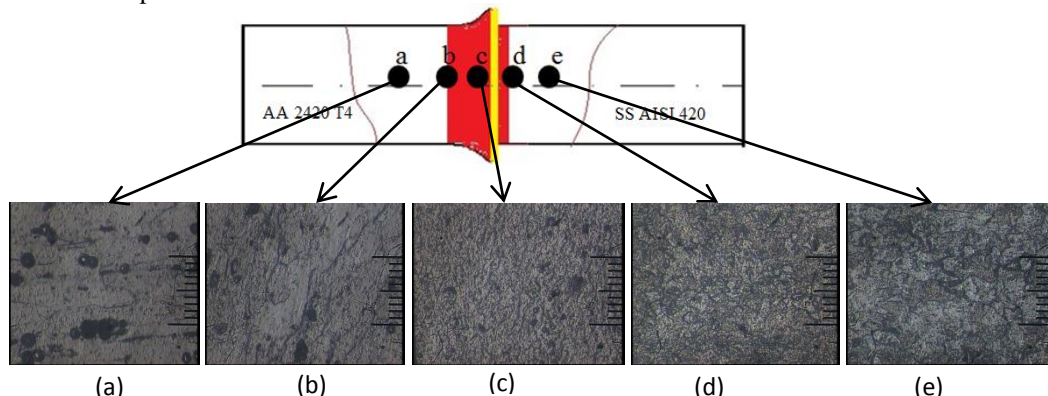
2. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan pada penelitian ini bertempat di Lab. Material Testing D3 Vokasi UGM dengan metode kekerasan vikers. Posisi pengujian sebagai berikut Dalam pengujian

A. Hasil Pengujian Struktur Mikro

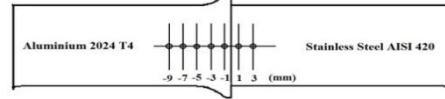
Pada penelitian pengamatan secara mikro dilakukan beberapa titik untuk melihat perubahan apa yang terjadi pada logam aluminium 2024 T4 dan stainless steel AISI 420 yang telah dilakukan pengelasan gesek. Setelah dilakukan pemilihan variasi yang telah ditentukan untuk pengujian mikro selanjutnya akan ditentukan posisi atau titik pengujian mikro.

1. Struktur mikro dan makro dengan variasi tekanan gesek 35 MPa, waktu gesek 7,5 detk, tekanan tempa 40 MPa dan waktu tempa 20 detik.



Gambar 5. posisi pengujian mikro, Struktur Mikro pengelasan gesek *dissimilar* (a) logam induk aluminium 2024 T4, (b) daerah HAZ aluminium 2024 T4 (c) daerah las aluminium 2024 T4 (d) daerah HAZ

kekerasan ini spesimen yang yang sudah di las di belah menjadi dua bagian kemudian di cetak dengan resin dan di amplas sampai halus bertujuan agar penelitian kekerasan bisa sempurna. Beban yang digunakan pada pengujian kekerasan vikers ini menggunakan beban 30kg.



Gambar 2. Posisi pengujian kekerasan.

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan proses pengelasan gesek pada bahan aluminium 2024 T4 dan stainless steel 420, maka didapat hasil sebagai berikut.



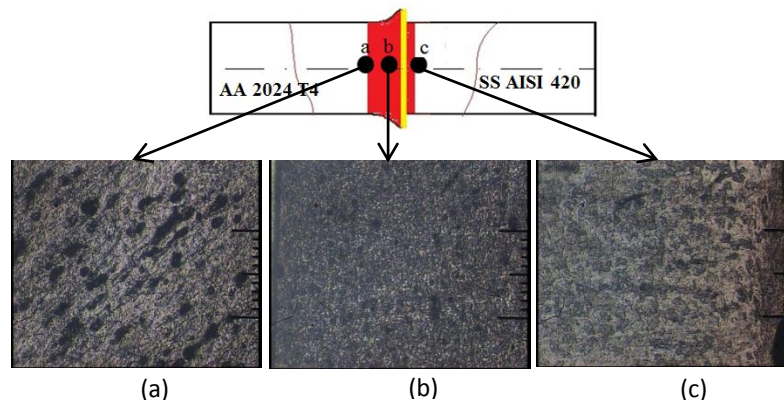
Gambar 4. Hasil pengelasan gesek

stainless steel AISI 420 (e) logam induk stainless steel AISI 420, dengan pembesaran 200x.

Dari gambar 5. dapat dilihat pada daerah logam induk aluminium 2024 T4 terdapat butiran-butiran porositas di dalamnya, pada daerah HAZ dapat dilihat perubahan struktur mikro aluminium 2024 T4 butiran-butiran kecil masih tidak beraturan yang akan menurunkan nilai kekerasan di daerah tersebut. Pada daerah lasan aluminium 2024 T4 butiran – butiran kecil terlihat di daerah lasan yang akan menaikkan nilai kekerasan pada daerah lasan. Akan tetapi pada daerah las aluminium 2024 T4 masih terdapat porositas yang terjadi namun tidak begitu banyak. Daerah las stainless steel AISI 420 terdapat butiran-butiran Kristal kecil dan feritik martensintik yang tidak beraturan. Butiran kecil yang terlihat di daerah las stainless steel AISI 420 butirannya semakin kecil di daerah dekat sambungan dan jauh dari daerah sambungan butirannya semakin membesar yang akan menurunkan nilai kekerasannya. Akan tetapi pada daerah logam induk stainless steel AISI 420 daerah tersebut tidak begitu terlihat perubahannya.

Pada penelitian pengamatan secara mikro dilakukan beberapa titik untuk melihat perubahan apa yang terjadi pada logam aluminium 2024 T4 dan stainless steel AISI 420 yang telah dilakukan pengelasan gesek. Setelah dilakukan pemilihan variasi yang telah ditentukan untuk pengujian mikro selanjutnya akan ditentukan posisi atau titik pengujian mikro.

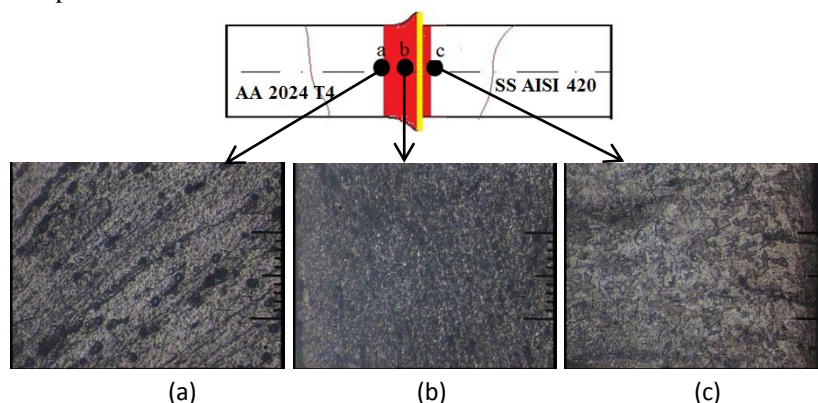
2. Struktur mikro dan makro dengan variasi tekanan gesek 35 MPa, waktu gesek 7,5 detik, tekanan tempa 40 MPa dan waktu tempa 60 detik.



Gambar 6. Posisi pengujian mikro, Struktur Mikro pengelasan gesek *dissimilar* (a) foto mikro HAZ aluminium 2024 T4, (b) foto mikro daerah las aluminium 2024 T4 (c) daerah mendekati HAZ stainless steel AISI 420, dengan pembesaran 200x

Pengambilan foto struktur mikro di daerah HAZ aluminium 2024 T4 dapat dilihat pada gambar 6. pada daerah HAZ aluminium 2024 T4 terdapat butiran-butiran kristal kecil dan besar yang terdapat di daerah itu dan ada juga porositas yang terlihat pada gambar 6 di daerah tersebut yang akan menurunkan nilai kekerasannya. Pada daerah las aluminium 2024 T4 butiran kristal kecil yang begitu banyak yang akan menaikkan nilai kekerasannya, dekat dengan garis lasan masih ada sedikit butiran porositas di dalamnya. Pada logam stainless steel AISI 420 butiran-butiran kecil masih sedikit kelihatan yang akan menaikkan nilai kekerasannya dibandingkan dengan ukuran feritik martensintik mendominasi daerah tersebut.

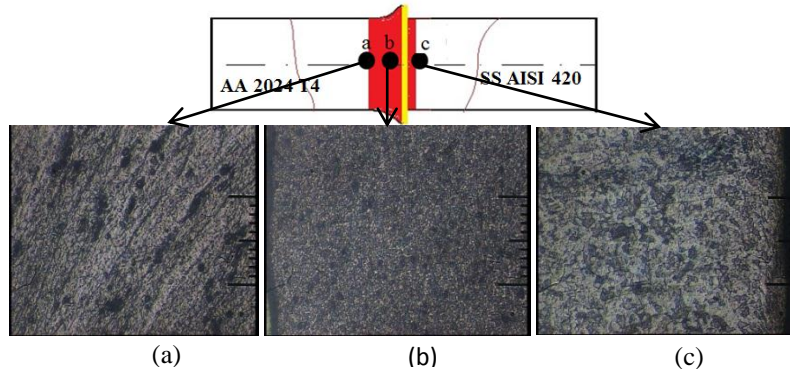
3. Struktur mikro dan makro dengan variasi tekanan gesek 35 MPa, waktu gesek 7,5 detik, tekanan tempa 60 MPa dan waktu tempa 20 detik.



Gambar 7. Posisi pengujian mikro , struktur Mikro pengelasan gesek *dissimilar* (a) foto mikro HAZ aluminium 2024 T4, (b) foto mikro daerah las aluminium 2024 T4 (c) daerah mendekati HAZ stainless steel AISI 420, dengan pembesaran pembesaran 200x.

Pengambilan struktur mikro pada variasi tersebut dapat dilihat pada gambar 7. di daerah HAZ aluminium 2024 T4 butiran-butiran kristal kecil yang tidak beraturan dan pada gambar 7 ada cacat porositas didalamnya yang akan menurunkan nilai kekerasannya. Pada daerah lasan aluminium 2024 T4 butiran-butiran kristal kecil dekat dengan garis lasan sangat kecil menjauhi garis lasan butiran semakin membesar, didaerah tersebut juga terdapat butiran porositas yang terjadi dan tidak begitu banyak. Daerah stainless steel AISI 420 yang dekat dengan HAZ struktur mikronya terdapat butiran – butiran kristal kecil yang halus pada daerah itu yang akan menaikkan nilai kekerasan pada daerah tersebut.

4. Struktur mikro dan makro dengan variasi tekanan gesek 35 MPa, waktu gesek 7,5 detik, tekanan tempa 60 MPa dan waktu tempa 30 detik



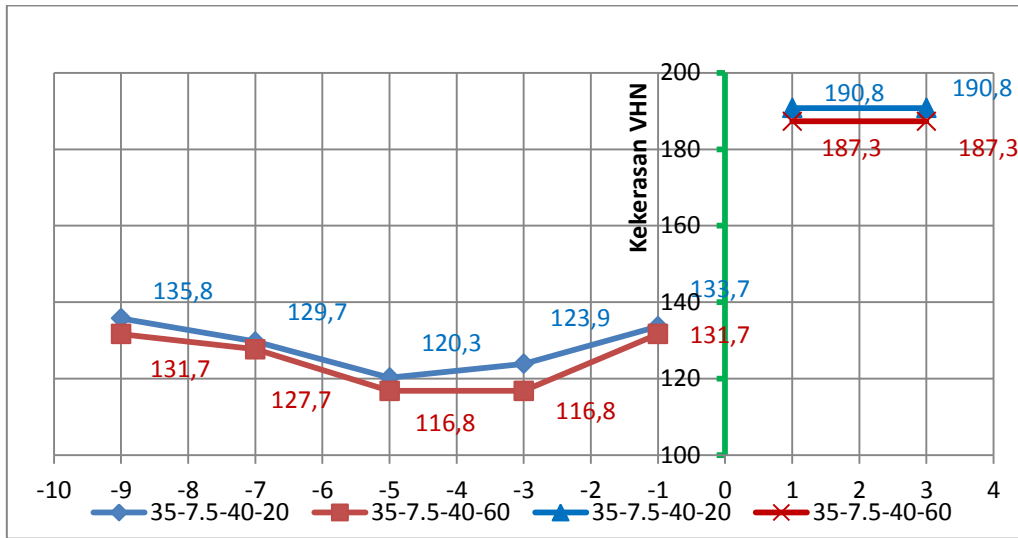
Gambar 8. posisi pengujian mikro , Struktur Mikro pengelasan gesek *dissimilar* (a) foto mikro HAZ aluminium 2024 T4, (b) foto mikro daerah las aluminium 2024 T4 (c) daerah mendekati HAZ stainless steel AISI 420. Pembesaran 200x

Pengambilan struktur mikro pada variasi tersebut dapat dilihat pada gambar 8. di daerah HAZ aluminium 2024 T4 adanya butiran-butiran kristal kecil yang terdapat pada struktur mikronya pada gambar 8 akan tetapi butiran tersebut tidak beraturan dan pada hasil mikronya terlihat adanya porositas yang terjadi, oleh sebab itu akan menurunkan nilai kekerasan di daerah itu. Pada daerah lasan aluminium 2024 T4 butiran dekat dengan daerah lasan sangat kecil akan tetapi menjauhi daerah lasan butiran tidak beraturan yang akan menurunkan nilai kekerasannya. Daerah stainless steel AISI 420 yang dekat dengan HAZ struktur mikronya terdapat butiran-butiran kecil yang halus pada daerah itu yang akan menaikkan nilai kekerasan pada daerah tersebut.

B. Hasil Pengujian Kekerasan

Pada pengujian kekerasan terdapat variasi kekerasan tempa yang berbed-beda yaitu 40 dan 60. Sehingga dibagi menjadi dua pokok pembahasan agar memudahkan mengklasifikasikan hasil dari pengujian kekerasan sambungan aluminium 2024 T4 dan stainless steel AISI 420.

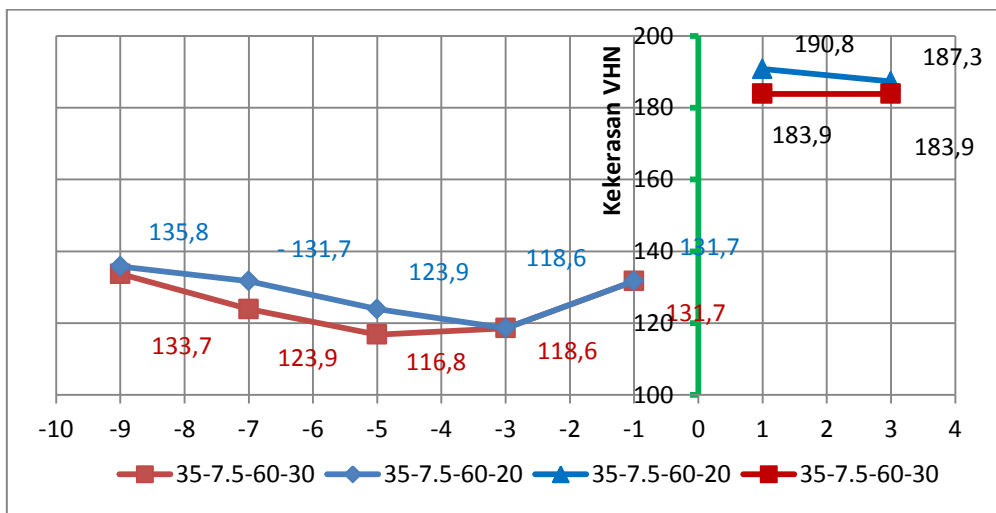
1. Hasil dan analisis pengujian kekerasan variasi tekanan tempa 40 MPa.



Gambar 10. Profil kekerasan pada sambungan las gesek pada tekanan tempa 40 MPa dengan variasi waktu tempa 20 dan 60 detik.

Pada hasil pengamatan gambar 10. dapat dilihat bahwa stainless steel AISI 420 memiliki harga VHN di atas aluminium 2024 T4. Pada logam aluminium 2024 T4 pada variasi tekanan tempa 40 MPa dengan waktu tempa 20 detik semakin menjauh dari sambungan harga VHN nya menurun pada jarak 1mm sampai 5mm dari sambungan. Kemudian naik kembali pada jarak 5mm sampai 9mm dari sambungan. Sedangkan pada variasi tekanan tempa 40 MPa dengan waktu tempa 60 detik harga VHN nya menurun pada jarak 1mm sampai 3mm sedangkan 3mm sampai 4mm nilai kekerasannya sama. Kemudian naik kembali dari jarak 5mm sampai 9mm dari sambungan. Pada variasi waktu tempa 20 detik harga VHN nya 135.8 pada jarak 9mm dari sambungan. Akan tetapi pada variasi waktu tempa 60 detik harga kekerasannya menurun jadi 131.7

2. Hasil dan analisis pengujian kekerasan variasi tekanan tempa 60 MPa.



Gambar 11. Profil kekerasan pada sambungan las gesek dengan tekanan tempa 60 MPa dengan variasi waktu tempa 20 dan 30 detik.

Pada hasil pengamatan gambar 11 pengaruh tekanan tempa dan waktu tempa dapat dilihat bahwa stainless steel AISI 420 memiliki harga VHN di atas aluminium 2024 T4. Pada logam aluminium 2024 T4 pada variasi waktu tempa 20 detik semakin menjauhi sambungan harga VHN nya menurun dari jarak 1mm sampai 3mm dari sambungan, kemudian naik kembali pada jarak 3mm samapi 9mm. Sedangkan pada variasi waktu tempa 30 detik dari jarak 5mm dari sambungan nilai kekerasannya menurun. Karena dipengaruhi panas nilai kekerasannya naik pada jarak 5mm dari sambungan sampai jarak 9mm dari sambungan. Dikarenakan hanya rambatan panas yang didapatkan pada aluminium 2024 T4. Semakin lama tekanan tempa dan waktu tempa dapat mempengaruhi harga VHN nya di setiap jarak dari sambungan.

Dari hasil pengamatan grafik kekerasan gabungan, pada variasi tekanan tempa 40 Mpa dengan variasi waktu tempa 20 dan 60 detik, variasi tekanan tempa 60 Mpa dengan variasi waktu tempa 20 dan 30 detik diatas bahwa pada logam aluminium 2024 T4 mempunyai perbedaan pada jarak 1mm dari sambungan nilai kekerasannya 133.7VHN lebih rendah dibanding pada jarak 9mm dari sambungan yang mempunyai kekerasan 135.8 VHN. Akan tetapi pada variasi waktu tempa 60 detik pada jarak 1mm dekat sambungan mempunyai kekerasan yang sama yaitu 131.7 VHN.

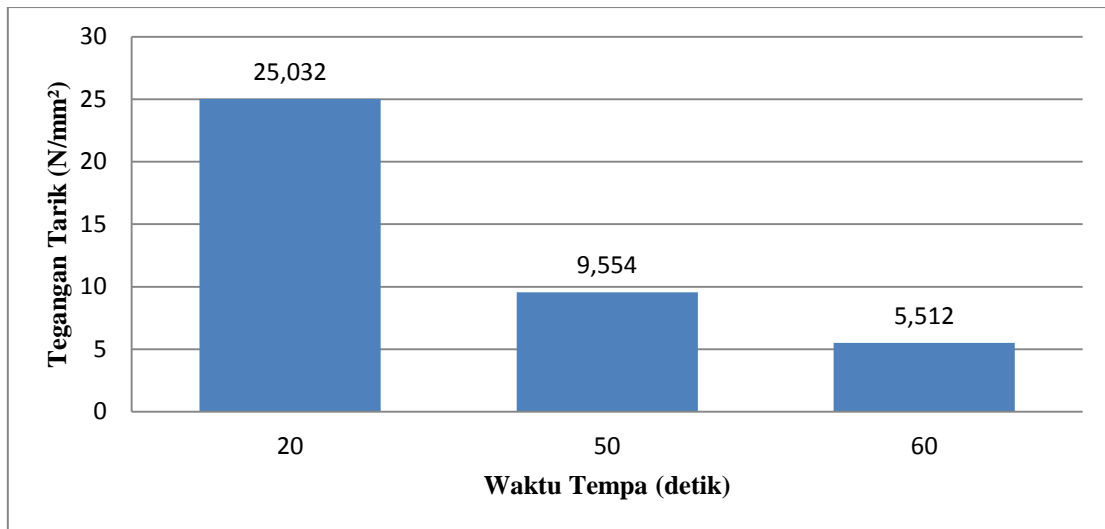
Pada variasi tekanan tempa 60 MPa dengan waktu tempa 20 dan 30 detik pada jarak 1mm sampai 3mm memiliki nilai kekerasan yang sama yaitu 118.6 VHN dan kekerasan paling rendah terjadi pada waktu tempa 30 detik yaitu 116.8 VHN. Pada variasi 60 MPa dari jarak 1mm dari sambungan sampai 9mm dari sambungan nilai kekerasannya lebih tinggi yaitu pada 20 detik mempunyai nilai kekerasan 135.8 VHN, sedangkan pada variasi 30 detik nilai kekerasannya 133.7 VHN.

C. Hasil Analisa Pengujian Tarik

Setelah melalui proses pengelasan gesek dan pembuatan, dilanjutkan dengan proses pengujian tarik.

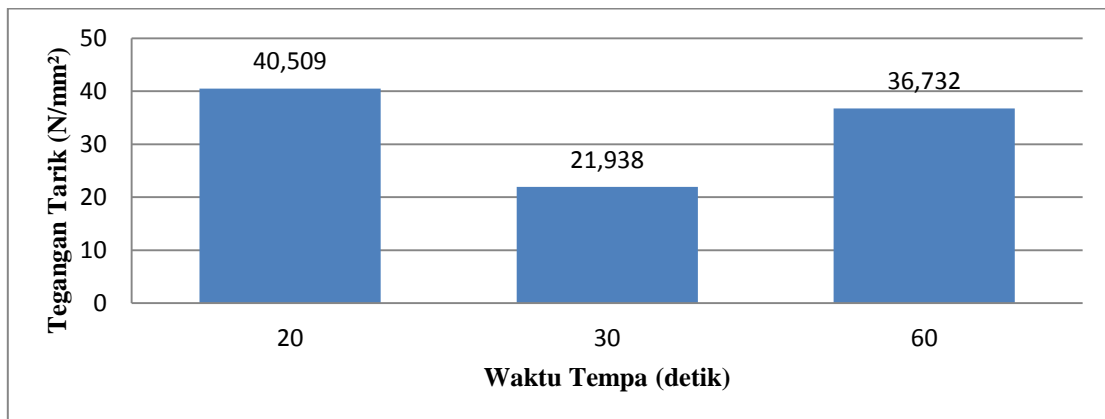
Tabel 2 Hasil pengujian taik.

No	Urutan Las Gesek	Tekanan Gesek (MPa)	Waktu Gesek (Detik)	Tekanan Tempa (MPa)	Waktu Tempa (Detik)	UTS (MPa)
1	5	35	7.5	40	20	25.032
2	1	35	7.5	40	30	-
3	3	35	7.5	40	40	-
4	6	35	7.5	40	50	9.554
5	8	35	7.5	40	60	5.512
6	2	35	7.5	60	20	20.509
7	9	35	7.5	60	30	21.938
8	7	35	7.5	60	40	-
9	4	35	7.5	60	50	-
10	10	35	7.5	60	60	36.732



Gambar 12 Grafik pengaruh waktu tempa terhadap tegangan tarik dengan tekanan tempa 40 Mpa.

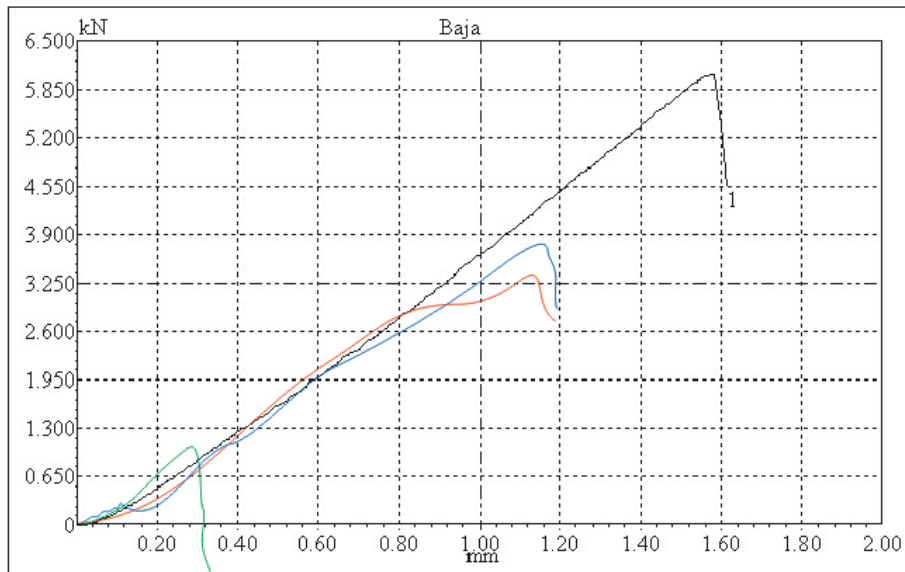
Pada gambar 4.13. yang telah dibuat grafik tekanan tempa 40 MPa terdapat hasil yang paling tinggi tenggan tariknya terdapat pada variasi waktu tempa 20 detik yang nilai tariknya sebesar 25,032 N/mm². Nilai tegangan tarik terendah terdapat pada variasi waktu tempa 60 detik yang memiliki nilai tariknya sebesar 5.512 N/mm². Pada variasi tersebut diambil untuk pengujian kekerasan dan struktur mikro.



Gambar 13. Grafik pengaruh waktu tempa terhadap tegangan tarik dengan tekanan tempa 60 MPa.

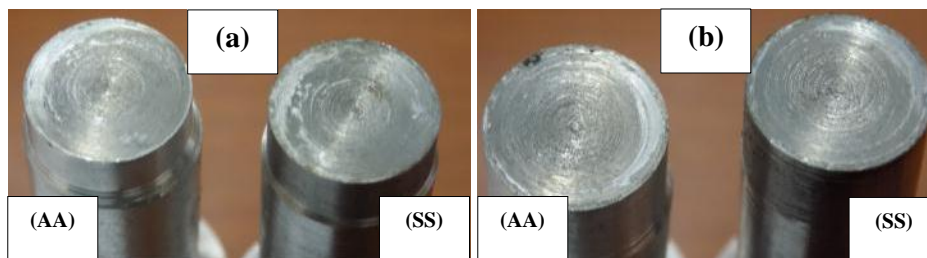
Pada gambar 13. grafik pengujian antara waktu tempa dengan tegangan tarik terhadap tekanan tempa 60 MPa memiliki hasil yang berbeda-beda. Hasil pengujian tarik tertinggi terdapat pada variasi waktu tempa 20 detik dengan nilai tariknya sebesar 40.509 N/mm², pada pengujian tarik pada variasi waktu tempa 30 detik dengan nilai tarik sebesar 21.938 N/mm². Pada variasi yang terbilang diatas akan di ambil datanya untuk mikro.

Lamanya tekanan tempa dan waktu tempa yang berbeda akan mempengaruhi kekuatan tarik nya. Waktu tempa yang terlalu lama dan tekanan tempa yang besar justru akan menurunkan kekuatan tarik, walaupun kelihatanya waktu tempa yang besar tapi kekuatan tariknya rendah.

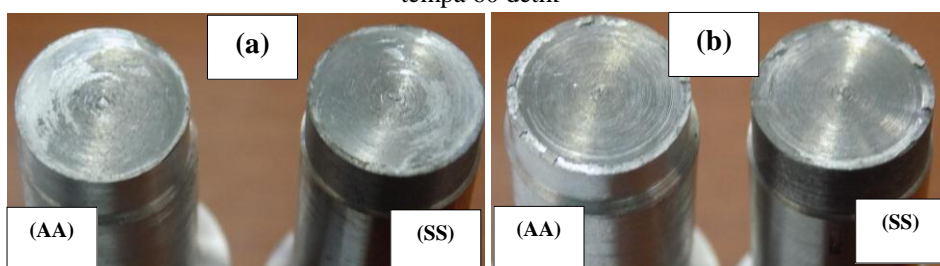


Gambar 14 Grafik gabungan beban-regangan pengujian tarik. (1) tekanan tempa 60 MPa waktu gesek 20 detik (2) tekanan tempa 40 MPa waktu gesek 20 detik (3) tekanan tempa 60 MPa waktu gesek 30 detik (4) tekanan tempa 40 MPa waktu gesek 60 detik.

Pada gambar 14. dari kurva beban regangan pengujian tarik, titik yang menunjukkan perubahan dari deformasi elastis ke deformasi plastis yang tinggi. Dari kurva beban regangan pada variasi tekanan tempa 60 MPa waktu gesek 20 detik mendapatkan nilai elastisitas sebesar 5.797 kN.



Gambar 15. Penampang patahan pengujian tarik tekanan tempa 40 MPa, (a). waktu tempa 20 detik, (b). waktu tempa 60 detik



Gambar 16. Penampang patahan pengujian tarik tekanan tempa 60 MPa, (a). waktu tempa 20 detik, (b). waktu tempa 30 detik.

Dari hasil yang dilakukan setelah pengujian tarik diperoleh bahwa spesimen hanya putus didaerah sambungan. Hal ini dapat dilihat pada gambar 15. dan 16. di penampang sisa patahannya logam aluminium 2024 T4 hanya menempel pada logam stainless steel AISI 420. Pada waktu terjadi gesekan aliran panas tidak merata sehingga patahan terjadi pada sambungan ketika ditarik. Pada hasil pengujian tarik dari 10 spesimen hasil patahan hanya putus di daerah sambungan hal ini dapat dilihat pada gambar 15. dan 16. yang telah di ambil foto patahannya menandakan bahwa salah satu logam menempel pada logam lainnya, walaupun sambungan tidak sepenuhnya menyambung atau dengan kata lain difusi belum terjadi.

4. Kesimpulan

Dengan mengkaji kegiatan hasil penelitian yang meliputi proses kerja dan berdasarkan hasil pengujian struktur mikro, kekerasan dan kekuatan tarik antara aluminium 2024 T4 dengan stainless steel AISI 420 menggunakan tekanan gesek 35 MPa, waktu gesek 7.5 detik, tekan tempa 40 MPa waktu tempa 20, 50 dan 60 detik dengan tekanan gesek 35 MPa, waktu gesek 7.5 detik, tekanan tempa 60 waktu tempa 20, 30 dan 60 detik. Serta hasil perhitungan secara menyeluruh, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengamatan struktur mikro pada daerah HAZ aluminium 2024 T4 variasi waktu tempa 20 detik dan tekanan tempa 60 Mpa yang merupakan hasil uji tarik tertinggi di dapat hasil struktur mikro dengan butiran-butiran kristal kecil dan butiran kristal besar yang tidak beraturan. Hal ini dapat mempengaruhi nilai logam kekerasannya. Logam stainless steel AISI 420 pada daerah dekat dengan HAZ ukuran butirannya lebih halus dan perubahan tidak terlalu banyak. Variasi tekanan tempa dan waktu tempa mempengaruhi hasil struktur mikro dan makro.
2. Dari hasil pengujian kekerasan di peroleh, semakin tinggi waktu tempa maka akan menurunkan nilai kekerasannya. Pada variasi tekanan tempa 40 MPa, nilai kekerasan tertinggi pada variasi waktu tempa 20 detik yaitu dengan nilai 133.7 VHN pada jarak 1 mm dari sambungan. Sedangkan nilai kekerasan terendah pada variasi tekanan tempa 40 MPa dengan waktu tempa 60 detik yaitu dengan nilai 116.8 VHN pada jarak 3 mm dari sambungan. Akan tetapi pada variasi tekanan tempa 40 MPa dengan waktu tempa 60 detik nilai kekerasan dari jarak 1 mm dari sambungan memiliki nilai kekerasan yang sama pada jarak 9 mm dari sambungan yaitu 131.7 VHN.
3. Dari hasil pengujian tarik, diperoleh apabila tekanan tempa naik maka kekuatan tarik ikut naik. Pada pengujian tarik mendapatkan nilai kekuatan tertinggi pada variasi waktu tempa 20 detik dan tekanan tempa 60 MPa yaitu 40.509 N/mm^2 .
4. Dari hasil pengelasan gesek yang telah diuji tarik hanya terjadi patahan di sambungan, aliran panas tidak merata sehingga patahan terjadi pada sambungan ketika ditarik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alves. dkk, (2010). "Experimental Determination of Temperature during Rotary Friction Welding of Dissimilar Materials" Institute of Aeronautics and Space – São José dos Campos –Brazil 1;3, National Institute for Space Research – São José dos Campos – Brazil 2, Federal University of São Paulo4 – São José dos Campos-Brazil
- Apriyanto (2015). "Analisa pengaruh waktu gesek terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro pada sambungan baja karbon rendah dan aluminium dengan metode pengelasan gesek (Friction Welding)" Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Dewantara Cahya Sejati (2016). Sertifikat Bahan Aluminium Aloy 2024-T4 dan Stainless steel Aisi 420.
- Emel.dkk,(2010). Dissimilar friction welding of 6061-T6 aluminum and AISI 1018 steel: Properties and microstructural characterization
- Gatwick Sales.(2015). Friction Welding Daerah Las non Fusi (www.gatwicktechnologies.com/processes/friction-welding)
- Husodo. dkk, (2013). "Penerapan Teknologi Las Gesek (Friction Welding) dalam Rangka Penyambungan Dua Buah Logam Baja Karbon St41 pada Produk Back Spring Pin" Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya-Indonesia
- Japanese Industrial Standards Association, 1980,Standard Book of JIS: JIS Z 2201. Japanese Industrial Standard Association. Tokyo.
- Materials Aso. 2016. Friction Welding in the Manufacturing of OME Chemical Processing Equipment – A Case Study by American Friction Welding <http://www.azom.com/articleID=4606>.
- Muralimohan. dkk, (2010). "Joining of AISI 1040 Steel to 6082-T6 Aluminium Alloy by Friction Welding" Department of Metallurgical and Materials Engineering, National Institute of Technology Tiruchirappalli 620015, Tamilnadu, India
- Sastranegara (2016). Proil Singkat Uji tarik <https://www.google.com/search?q=profil+singkat+uji+tarik&client>
- Shubhavardhan dan Surendran (2012). "Friction Welding to Join Dissimilar Metals" Department of Ocean Engineering & IIT Madras, Chennai 600036, India