

# Studi Pengaruh Penambahan Filler Zn Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Logam Tak Sejenis Pada Las Titik Antara Baja Tahan Karat dan Aluminium

Muh Alfatih Hendrawan<sup>1\*</sup>, Pramuko Ilmu Purboputro<sup>2</sup>, Sesa Jati Mustika<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta

\*Email: [alfatih@ums.ac.id](mailto:alfatih@ums.ac.id)

---

## Keywords:

Las titik; filler; logam tak sejenis

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan sambungan las titik beda material dengan menggunakan filler maupun tanpa filler. Penelitian ini menggunakan baja tahan karat tipe ferit seri 430 tebal 1 mm dan aluminium seri 6019 tebal 1,2 mm dengan zinc (Zn) sebagai filler tebal 0,2 mm. Spesimen dibagi menjadi 2 kelompok yaitu tanpa filler dan tanpa filler dengan variasi arus 6000 A, 7000 A, dan 8000 A. Sedangkan variasi waktu yaitu 0,2 dt; 0,3 dt; dan 0,4 dt. Pengujian dilakukan untuk menentukan sifat mekanik sambungan las titik yaitu pengujian kekuatan geser dan pengujian kekerasan Vickers microhardness. Pengujian kekuatan geser menggunakan standar pengujian ASME IX. Sedangkan pengujian kekerasan Vickers microhardness menggunakan standar pengujian AWS D8.9-97. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan filler metal zinc dengan variasi arus dan waktu berpengaruh signifikan terhadap kekuatan sambungan las. Selanjutnya, pada pengujian kekerasan menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kekerasan yang signifikan pada daerah sambungan las dibandingkan dengan logam induk. Kekuatan sambungan las yang optimal terjadi pada specimen yang menggunakan filler metal zinc pada variasi arus 8000 A dan waktu 0,4 detik dengan nilai sebesar 1235,165 N. Sedangkan nilai kekerasan tertinggi juga terdapat pada daerah logam las (nugget) specimen menggunakan filler dengan arus 8000 A dan waktu 0,4 detik.

---

## 1. PENDAHULUAN

Pada saat ini ketersediaan bahan bakar minyak (BBM) sebagai sumber penghasil energi kendaraan di bumi ini semakin menipis. Padahal kebutuhan akan bahan bakar setiap waktu semakin meningkat, hal ini ditandai dengan semakin meningkatnya jumlah kendaraan roda empat, pada tahun 2000 jumlah mobil 3038913 unit dan meningkat tajam di tahun 2013 sebanyak

11484514 unit [1], sehingga dikuatirkan pada suatu saat nanti ketersediaan BBM akan semakin langka. Oleh karena itu, perlu adanya usaha untuk meningkatkan efisiensi kendaraan, sehingga konsumsi BBM akan stabil atau walaupun konsumsinya meningkat tidak terlalu tajam. Salah satu langkah yang bisa ditempuh adalah dengan cara menurunkan berat kendaraan itu sendiri.

Penurunan berat kendaraan sebesar 10 % akan menurunkan konsumsi bahan bakar sebanyak 7 %.[2] Selanjutnya, penurunan berat kendaraan akan menurunkan traksi yang diperlukan untuk mempercepat laju kendaraan, selain itu juga mengurangi rolling resistance dari ban [3]. Selain daripada itu, bobot kendaraan yang ringan akan mengurangi biaya efektif sebesar \$6 per kilogram [4]. Lebih dari itu, penurunan berat kendaraan ternyata juga akan mengurangi emisi gas buang kendaraan, sehingga akan mampu menjaga lingkungan dari pencemaran udara [5].

Bodi kendaraan terbagi dua bagian yaitu bagian luar dan bagian dalam. Selama ini keduanya menggunakan material yang sama yaitu baja, dimana berat jenis baja adalah sekitar 7,85 g/cm<sup>3</sup>. Hal ini tentunya akan menjadikan berat kendaraan menjadi besar. Salah satu alternatif yang bisa dikembangkan adalah dengan memanfaatkan material yang memiliki berat jenis yang lebih rendah yaitu Aluminium sebagai bodi kendaraan bagian dalam, dimana berat jenisnya sekitar 2,7 gr/cm<sup>3</sup>.

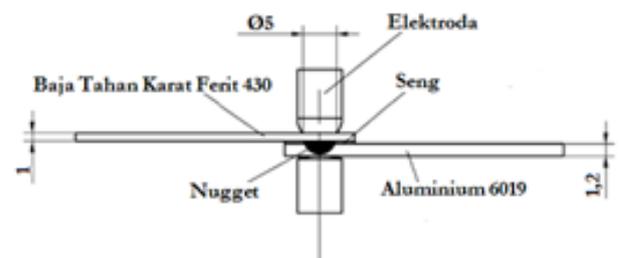
Permasalahan yang timbul adalah bagaimana melakukan penyambungan dengan cara mengelas dua material pelat yaitu baja dan aluminium yang berbeda titik leleh, komposisi kimia dan struktur mikronya. Pengelasan yang dilakukan pada bodi kendaraan, biasanya adalah pengelasan titik, dimana tipe pengelasan ini adalah menyambung dua pelat logam dengan memanaskan bagian pelat yang disambung dengan memanfaatkan panas akibat tahanan listrik dan memberikan tekanan pada bagian tersebut sehingga terjadilah sambungan. Kekuatan sambungan dua material yang berbeda akan turun, jika dibandingkan dengan sambungan logam yang sejenis [6]. Padahal dua material yang disambung tersebut masih cukup banyak persamaannya, apalagi yang benar-benar berbeda tentu akan semakin tidak mudah.

Oleh karena itulah, pada penelitian ini akan dikembangkan metode penyambungan dua material logam yang berbeda yaitu pelat baja dan aluminium pada pengelasan titik dengan menggunakan filler sebagai media penyambung, dimana kedua material tersebut merupakan material untuk bodi kendaraan roda empat.

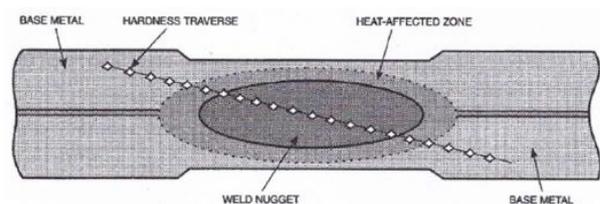
## 2. METODE

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja tahan karat tipe Ferritic seri 430, dengan ketebalan 1 mm, sedangkan tipe Aluminium adalah seri 6019 dengan ketebalan 1,2 mm. Filler yang digunakan adalah zinc yang berbentuk plat dengan ketebalan 0,2 mm.

Ketiga material tersebut ditempatkan dengan urutan sebagaimana gambar 1.



Gambar 1. Spesimen percobaan



Gambar 2. Skema pengujian kekerasan

Sifat mekanik sambungan las dinyatakan dalam dua pengujian yaitu uji kekuatan tarik geser dan uji kekerasan. Pengujian tarik geser menggunakan standar ASME IX, sedangkan pengujian kekerasan menggunakan standar AWS D8.9-97.

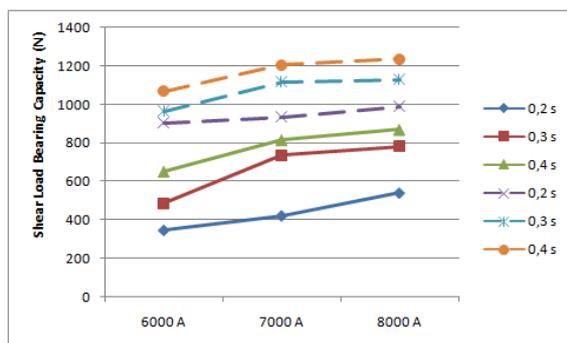
Untuk mengetahui pengaruh filler pada pengelasan, maka pada percobaan dibuat dua treatment yaitu menggunakan filler dan non filler. Setiap treatment percobaan dilakukan

pada 2 variasi parameter yang sama yaitu arus dan waktu pengelasan. Adapun variasi arus pengelasan yaitu 6, 7 dan 8 kA, sedangkan variasi waktu pengelasan yaitu 0,2, 0,3 dan 0,4 detik. Holding time pengelasan dianggap sama yaitu 0,5 detik.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil Pengujian Tarik Geser

Dari pengujian besarnya tegangan tarik-geser yang terjadi diperoleh bahwa besar gaya Tarik geser yang terbesar adalah pada arus 8000 A dan waktu pengelasan 4 detik.



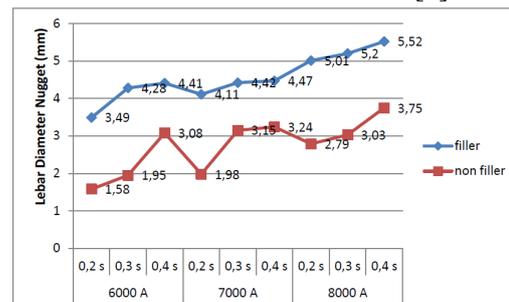
**Gambar 3.** Pengaruh arus listrik terhadap beban tarik-geser sambungan las (garis kontinyu menunjukkan spesimen tanpa filler; garis putus-putus menunjukkan spesimen dengan filler)

Pada gambar 3 memperlihatkan hubungan pengaruh penambahan filler metal terhadap beban tarik-geser sambungan las. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa penambahan filler metal Zn mempunyai pengaruh positif terhadap rata-rata beban tarik-geser sambungan las. Dimana dengan menggunakan filler metal Zn maka beban tarik-geser sambungan las lebih besar daripada tanpa menggunakan filler metal Zn.

Untuk mengatasi masalah terkait dengan sambungan *resistance spot welding* secara langsung pada paduan aluminium dan baja diperlukan lapisan transisi yang *compatible* untuk kedua sisi material pada daerah sambungan las. Lapisan transisi adalah lembaran logam untuk sisi aluminium dan sambungan las dibuat menggunakan ujung tembaga dari mesin *spot*

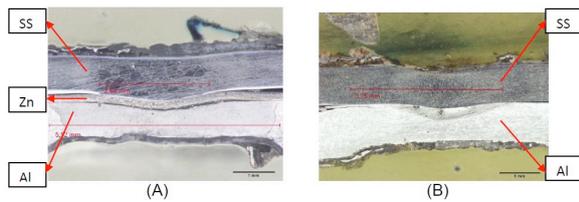
*welding*. Hasil dari ketahanan leleh menunjukkan bahwa kekuatan leleh pada sambungan yang menggunakan lapisan transisi mempunyai nilai yang lebih tinggi daripada sambungan *spot welding* secara konvensional [7].

Peningkatan beban tarik-geser sambungan las pada spesimen yang menggunakan filler metal terjadi karena mempunyai diameter *nugget* yang lebih besar daripada spesimen tanpa filler. Ukuran diameter *nugget* merupakan parameter penting untuk menentukan kualitas dari hasil las titik [8]



**Gambar 4.** Pengaruh penambahan filler metal terhadap lebar logam las (*nugget*).

Ukuran *nugget* mempunyai pengaruh signifikan terhadap kekuatan sambungan las. Penggunaan filler Cu terhadap sambungan las antara logam magnesium dan baja mengalami peningkatan kekuatan seiring dengan bertambahnya diameter *nugget* dan waktu pengelasannya daripada pengelasan tanpa menggunakan filler Cu [9]. Arghavani, (2016) Penelitian yang lain menunjukkan bahwa walaupun lembaran baja tidak meleleh selama arus pengelasan, namun Al-5052 meleleh dan membentuk *nugget* las. Lapisan seng meleleh dan menempel pada baja [10]. Selain dari itu, Sulardjaka, dkk (2003) pemilihan filler pada pengelasan didasarkan pada komposisi logam induk (*base metal*) yang dilas, titik cair, pembekuan cara pengelasan dan sifat lasan yang diinginkan [11]. Hal ini membuktikan bahwa pemilihan filler Zn pada penelitian ini mempunyai pengaruh yang positif terhadap sambungan las aluminium dan baja tahan karat.



**Gambar 5.** Foto makro spesimen dengan parameter 8000 A dan waktu 0,4 detik. (A) Menggunakan Filler (B) Tanpa Filler.

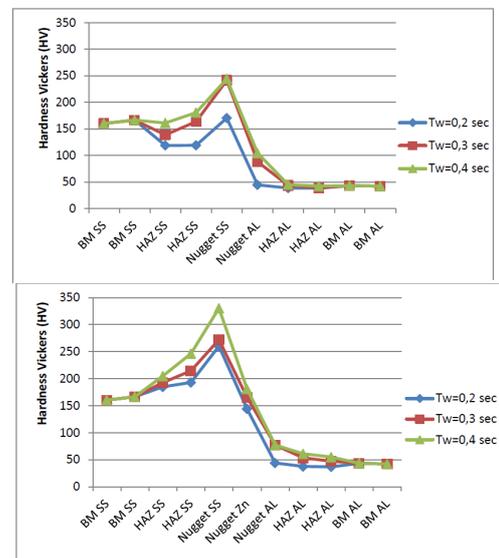
Pada gambar 3 selain filler, pengaruh meningkatnya parameter arus dan waktu juga memberikan peningkatan kekuatan sambungan las. Nilai beban tarik-geser sambungan las tertinggi terjadi pada arus tertinggi dan *weld time* 0,4 detik dengan menggunakan filler *metal* sebesar 1235,17 N. Hasil penelitian sesuai dengan persamaan dasar masukan panas (*heat input*) pada las titik yaitu  $Q = I^2.R.t$  dimana kuadrat arus berbanding lurus terhadap masukan panas (*heat input*). Sehingga arus yang besar akan mengakibatkan logam yang mencair dan membentuk *nugget* lebih lebar dan mengakibatkan kekuatan tarik-gesernya juga meningkat [12]. Rendahnya arus pengelasan mengakibatkan sambungan tidak melebur dengan sempurna yang membuat kekuatannya menjadi rendah. Pernyataan ini sama dengan hasil penelitian yang menggunakan filler untuk sambungan las aluminium dan tembaga [13]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan semakin besar *welding energy* (J) yang diberikan maka semakin besar pula kekuatan tarik gesernya.

### 3.2. Hasil Pengujian Kekerasan

Nilai kekerasan spesimen tanpa menggunakan *filler* maupun menggunakan *filler* pada semua parameter pengelasan di daerah logam induk relatif sama, hal ini dikarenakan pada logam induk tidak terkena input panas sama sekali sehingga nilai kekerasan dianggap konstan.

Sedangkan nilai kekerasan pada daerah HAZ dan logam las (*nugget*) cenderung berbeda karena input panas yang diterima setiap spesimen berbeda pula. Tingginya nilai kekerasan pada daerah logam las disebabkan karena pada daerah

ini merupakan daerah yang paling besar menerima masukan panas kemudian disusul daerah HAZ dan daerah induk logam yang tidak menerima panas sama sekali. Daerah yang menerima panas tinggi dan pendinginan cepat akan mengalami perubahan fasa dan struktur mikro.



**Gambar 6.** Distribusi profil kekerasan pada arus 6000 A tanpa filler Zn dan dengan filler Zn

Kekerasan daerah logam las pada spesimen yang menggunakan filler mempunyai nilai yang lebih tinggi daripada spesimen tanpa filler.

## 4. KESIMPULAN

Dari pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut ;

1. Penggunaan filler Zn berpengaruh terhadap kualitas sambungan las titik antara aluminium dan baja tahan karat
2. Variasi arus 8000 A dan waktu 0,4 detik pada spesimen dengan menggunakan *filler* memiliki kekuatan sambungan las yang paling optimal yaitu sebesar 1235,17 N
3. Kekerasan hasil sambungan las dengan atau tanpa filler kecenderungan sama, dimana pada daerah *nugget* memiliki kekerasan paling tinggi

4. Kekerasan paling optimal diperoleh pada pengelasan menggunakan filler, pada arus 8000 A dan waktu pengelasan 0,4 detik

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Pemerintah Indonesia, yang telah berkenan memberikan dana penelitian melalui skim Penelitian Produk Terapan pada tahun 2017.

#### REFERENSI

- [1] Biro Pusat Statistik, Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis tahun 1987-2013, <http://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1413>, diakses pada tanggal 24 Mei 2016
- [2] Cheach, Lynette W , *Cars on a Diet: The Material and Energy Impacts of Passenger Vehicle Weight Reduction in the U.S.*, Thesis Document of Degree of Doctor of Philosophy in Engineering Systems, Massachusetts Institute of Technology, September 2010
- [3] Casidei, Anrico , Richard Broda, *Impact of Vehicle Weight Reduction on Fuel Economy for Various Vehicle Architectures*, Research Report of Ricardo Inc, 2008
- [4] Brooker, Aaron David, Jacob Ward, Lijuan Wang, *Lightweighting Impacts on Fuel Economy, Cost, and Component Losses*, paper of SAE 2013 World Congress & Exhibition, SAE International, 2013
- [5] Kelly, Jarod C. , John L. Sullivan, Andrew Burnham, and Amgad Elgowainy, *Impacts of Vehicle Weight Reduction via Material Substitution on LifeCycle Greenhouse Gas Emissions*, Environmental Science of Technology, ACS journal, 2015.
- [6] Hendrawan, Muh Alfatih, Deni Dwi Rusmawan, *Studi Pengaruh Arus Dan Waktu Pengelasan Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las Titik (Spot Welding) Logam Tak Sejenis*, proceeding Seminar Nasional Teknologi Terapan ke 2, ISSN:2339-028X, FGDT Muhammadiyah, 2014
- [7] Atabaki M, dkk. 2013. *Welding of aluminum alloys to steels: an overview*. OMB No. 0704-0188.
- [8] Hasanbasoglu, A., Kacar, R., 2006. *Resistance Spot Weldability of Dissimilar Materials (AISI 316L-DIN EN 10130-99 Steels)*, Journal of Materials and Design, Vol. 28, p. 1794-1800
- [9] Ren, X., Liu, L., 2013. *Interface microstructure and mechanical properties of arc spot welding Mg-steel dissimilar joint with Cu interlayer*. Key Laboratory of Liaoning Advanced Welding and Joining Technology, School of Materials Science and Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, People's Republic of China
- [10] Arghavani, M. dkk. (2016). *Role of zinc layer in resistance spot welding of aluminium to steel*. doi: 10.1016/j.matdes.2016.04.033. Department of Materials Science and Engineering, Sharif University of Technology, P.O. Box 11365-9466, Azadi Ave., Tehran, Iran.
- [11] Sulardjaka dan Jamasri (2003), *Pengaruh Jenis Filler Pada Pengelasan TIG Transversal Butt Joint Terhadap Perilaku Perambatan Retak Fatik Pada Pengelasan Paduan AL 6061 -T4*, Media Teknik No. 4 Tahun XXV Edisi November 2003
- [12] Agustriyana, L., Irawan, Y.S., Sugiarto. (2011). *Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Pengelasan Pada Proses Las Titik (Spot Welding) Terhadap Kekuatan Tarik dan Mikrostruktur Hasil Las dari Baja Fasa Ganda (Ferrite-Martensite)*, Jurnal Rekayasa Mesin, Vol.2, p. 175-181.
- [13] Balasundaram, R., Patel, V., K., Bhole, S.,D., Chen D.,L., 2014. Effect of zinc interlayer on ultrasonic spot welded aluminum-to-copper joints. Department of Mechanical and Industrial Engineering, Ryerson University, 350 Victoria Street, Toronto, Ontario M5B 2K3, Canada

