

## **Analisa Pengaruh Kecepatan Putaran Terhadap Visual Lasan Dengan Menggunakan Metode NDT ( *Non Destructive Testing* ) Pada Proses *Friction Welding***

**Riza Dandy Novayako<sup>1)</sup>, Suriansyah<sup>2)</sup>, Purbo Suwandono<sup>3)</sup>\***

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang

*E-mail:* <sup>3)</sup>purbo@widyagama.ac.id.

### **Abstrak**

Pada perkembangan zaman saat ini pemikiran manusia akan penggunaan teknologi semakin luas dan berkembang. Saat ini saja pengelasan telah dipergunakan dalam banyak aplikasi material dengan berbagai metode yang berbeda. Apabila dilihat secara luas pengelasan telah dipakai dalam penyambungan batang-batang pada kontruksi bangunan logam maupun kontruksi mesin. Secara terperinci las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilasakan dalam keadaan lumer atau cair dalam sambungan setempat dengan menggunakan energi panas. Berbagai cara dan pengembangan telah dilakukan untuk mendapatkan alternatif pengelasan dengan hasil yang cukup baik dan ramah lingkungan, salah satu dari metode tersebut ialah pengelasan gesek (*friction welding*) pengelasan *solid-state* tanpa menggunakan logam pengisi yang mana proses pengelasan terjadi akibat penggabungan antara laju putaran salah satu benda kerja dengan gaya tekan yang dilakukan oleh benda kerja yang lain terhadap ujung benda kerja yang berputar. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi kecepatan gesekan (*friction welding*) terhadap hasil visual pada baja 37 dengan memvariasikan 3 diameter 8 mm, 12 mm, 16 mm. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk melihat hasil visual pada proses pengelasan. Hasil penelitian menunjukkan pengujian dengan menggunakan *penetrant testing* pada spesimen didapatkan hasil terbaik pada diameter 16 mm, memiliki 3 mm indikasi panjang *penetrant* pada kecepatan putaran 1140 rpm dengan waktu 114 detik.

Kata Kunci: Pengelasan; las gesek; kecepatan spindel; *penetrant test*.

### **Abstract**

*In the current era, human thinking about the use of technology is increasingly widespread and growing. Currently, welding has been used in many material applications with a variety of different methods. When viewed widely, welding has been used in joining rods in metal building construction and machine construction. In detail, welding is a metallurgical bond at a metal or alloy metal joint which is carried out in a melted or liquid state in a local joint using heat energy. Various methods and developments have been carried out to obtain welding alternatives with fairly good results and are environmentally friendly, one of these methods is friction welding (*friction welding*) *solid-state* welding without the use of filler metal where the welding process occurs due to the incorporation of the wrong rotation rate. one workpiece with the compressive force exerted by the other workpiece against the rotating end of the workpiece. The purpose of this study was to determine the variation of friction welding on the visual results on steel 37 by varying 3 diameters 8mm, 12mm, 16mm. This study*

*uses an experimental method to see the visual results of the welding process. The results showed that testing using penetrant testing on specimens obtained the best results at a diameter of 16mm, having a 3mm indication of the length of the penetrant at a rotation speed of 1140 rpm with a time of 114 seconds.*

*Keywords: welding; friction welding; spindle speed; penetrant test.*

## 1. PENDAHULUAN

Berbagai macam cara dan pengembangan telah dilakukan untuk mendapatkan alternatif pengelasan dengan hasil yang cukup baik dan ramah lingkungan, salah satu dari metode tersebut ialah pengelasan gesek (*friction welding*) pengelasan solid-state tanpa menggunakan logam pengisi yang mana proses pengelasan terjadi akibat penggabungan antara laju putaran salah satu benda kerja dengan gaya tekan yang dilakukan oleh benda kerja yang lain terhadap ujung benda kerja yang berputar. Gesekan yang diakibatkan oleh pertemuan dua benda kerja dan tekanan pada salah satu benda kerja akan menghasilkan panas pada permukaan yang dapat melumerkan kedua ujung benda kerja yang bergesekan sehingga terjadi proses penyambungan[1]. Sebelumnya telah dilakukan beberapa penelitian, salah satunya oleh Muhammad Iswar dkk pada tahun 2015 mengenai pengaruh variasi batas las (putaran dan temperatur) terhadap kekuatan sambungan las yang terjadi karena gesekan las pada karbon rendah[2].

Bahan yang digunakan dalam pengelasan gesek (*friction welding*) adalah baja 37. Material benda kerja baja 37 yang tergolong pada baja karbon rendah (<0,30%). Sifat baja jenis ini memiliki kekuatan tergolong lemah bila disamakan dengan karbon baja menengah dan baja karbon tinggi. Namun baja 37 memiliki kelebihan yaitu sifat ulet dan tangguh yang baik. Jenis baja 37 adalah penamaan standart DIN yang berarti baja dengan kekuatan 37 kg/mm<sup>2</sup>, memiliki kekuatan tarik sampai dengan 123.82 HV termasuk kedalam golongan baja hypoeutectic yang memiliki kandungan struktur mikro ferrite dan pearlite[3]. Proses penyambungan dengan menggunakan *friction welding* memiliki banyak kelebihan selain efisien hasil pengelasan dalam metode ini bisa dibilang ramah lingkungan dari pengelasan yang menggunakan tambahan bahan elektroda. Begitu juga dengan pengujian NDT Penetrant. Pengujian ini tidak membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mengevaluasi indikasi adanya kecacatan pada hasil pengelasan[4].

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen. Dalam penelitian ini dilakukan proses penyambungan material baja ST 37 dengan metode friction welding. Alat bantu dalam pelaksanaan friction welding adalah mesin bubut. Dalam proses penyambungan material diperhatikan putaran mesin dan gaya tekan. Ada dua tahap dalam penyambungan material dengan menggunakan friction welding. Tahap pertama dalam proses friction welding dengan memvariasikan kecepatan putaran. Tahap kedua adalah dengan memberikan gaya tekan ketika kecepatan putaran tetap[5].

Sigied Prasetyono (2012) telah dilakukan penelitian bagaimana pengaruh durasi gesek dan tekanan tempa terhadap impact strength sambungan lasan gesek langsung pada baja aisi 1045[6]. Budi Luwar Sanyoto (2012) telah melakukan penelitian bagaimana teknologi las gesek (friction welding) pada proses menyambung dua buah pipa logam baja karbon rendah , dengan proses operasional putaran poros 4125rpm[7]. Setiyo Prabowo (2021) telah melakukan penelitian tentang analisis kekuatan tarik baja st 41 pengelasan gesek rotasi variasi waktu gesek dan tempa[8]. Tito Endrawan (2017) melakukan penelitian tentang aplikasi non destructive test penetrant testing (NDT-PT) untuk analisis hasil pengelasan smaw 3G butt joint [9].

Pengelasan merupakan proses pengabungan dua bagian logam yang memanfaatkan energi panas. Karena interaksi yang terjadi, logam yang melingkupinya mengalami siklus pemanasan cepat yang menyebabkan perubahan metalurgi sehingga dapat tersambung[10].

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan proses penyambungan material baja 37 dengan memvariasikan 3 diameter 8mm, 12 mm, 16 mm pada metode pengelasan *friction welding*. Alat bantu dalam pelaksanaan *friction welding* adalah mesin bubut. Dalam proses penyambungan material diperhatikan putaran mesin dan gaya tekan. Ada dua tahap dalam penyambungan material dengan menggunakan *friction welding*. Tahap pertama dalam proses *friction welding* dengan memvariasikan kecepatan putaran. Tahap kedua adalah dengan memberikan gaya tekan ketika kecepatan putaran tetap. Pada hasil pengelasan *friction welding* upset dari sambungan harus dibersihkan dengan menggunakan pahat potong pada mesin bubut kemudian

dilakukan pengujian dengan menggunakan 3 *liquid penetrant testing* yaitu *cleaner*, *penetrant*, dan *devoloper*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam percobaan dengan variasi diameter, putaran, dan waktu yang telah dilakukan, didapatkan hasil pengelasan *friction welding* sebagai berikut :



Gambar 1. Hasil *Friction Welding*

Pada proses pengelasan *friction welding* sesuai gambar diatas apabila dilakukan pengujian visual dengan cara melihat dan mengamati hasil sambungan secara kasat mata, karakteristik pengelasan yang dihasilkan ialah terdapat upset pada hasil penyambungan. Upset disebabkan karena adanya gesekan antara dua permukaan material yang mengalami tekanan pada temperatur tinggi sehingga mengakibatkan deformasi pada material yang permukaannya melebar atau cenderung membentuk seperti payung. Bentuk permukaan yang mengalami upset pada tiap variasi ukuran diameter dan rpm kemudian dilakukan penggerindaan sebelum dilakukan proses non destructive test / penetrant test supaya hasil yang didapatkan bisa rata dan pengujian yang dilakukan lebih akurat.

Hasil eksperimen menunjukkan 9 kali percobaan pada tiap variasi diameter dan kecepatan putaran rpm, nilai output berupa lamanya waktu gesekan dan temperatur saat material mengalami proses heating atau pemanasan hingga meleleh ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. Data Hasil Pengelasan Diameter 8 mm

NO	RPM	Waktu (Menit)	Temperatur (°C)
1	785,7	129	1300
2	945,6	102	1300

3	1140	87	1300
---	------	----	------

Tabel 2. Data Hasil Pengelasan Diameter 12 mm

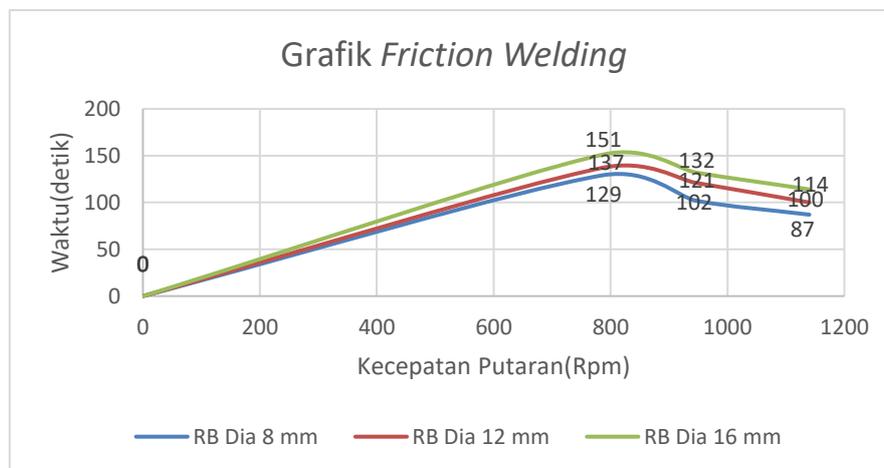
NO	RPM	Waktu (Menit)	Temperatur (°C)
1	785,7	137	1300
2	945,6	121	1300
3	1140	100	1300

Tabel 3. Data Hasil Pengelasan Diameter 16 mm

NO	RPM	Waktu (Menit)	Temperatur (°C)
1	785,7	151	1300
2	945,6	132	1300
3	1140	114	1300

**Analisa Data Friction Welding**

Dari data tabel Pengujian pengelasan dibuat grafik hubungan kecepatan putaran terhadap waktu gesekan yang dapat dilihat pada gambar grafik 2 dibawah ini :



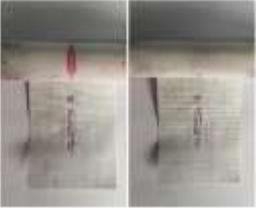
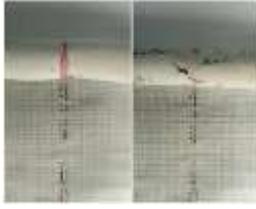
Gambar 2 grafik kecepatan putaran terhadap waktu gesekan

Hubungan antara kecepatan putaran terhadap waktu gesekan menunjukkan pada kecepatan putaran 785,7 rpm material RB dengan diameter 8 mm memerlukan waktu pengelasan yang lebih cepat dari material lainnya yaitu selama 129 detik, sementara pada RB diameter 16 mm membutuhkan waktu selama 151 detik dan RB 12 mm membutuhkan waktu 137 detik.

Pada peningkatan kecepatan putaran sampai dengan 1140 rpm, kondisi yang sama juga terjadi dimana material dengan dimensi diameter yang lebih kecil cenderung memerlukan waktu pengelasan yang lebih cepat. Material RB dengan diameter 8 mm memerlukan waktu pengelasan selama 87detik sementara material RB dengan diameter 16 mm memerlukan waktu pengelasan selama 114 detik dan RB 12 mm memerlukan waktu 100 detik. Pada diameter 8 mm proses penyambungan terbilang cepat hal ini disebabkan luas permukaan yang kecil sehingga proses perpindahan panas terbilang cepat dibandingkan dengan diameter 12 mm dan 16 mm. Dapat disimpulkan bahwa besar kecilnya dimensi pada material RB mempengaruhi lamanya proses pengelasan.

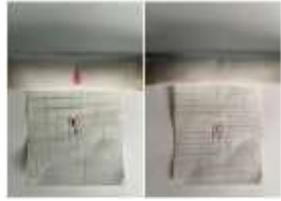
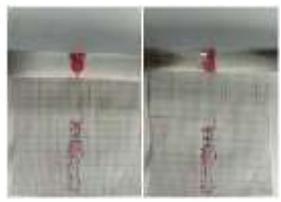
Pada pengujian ini dilakukan sebanyak 9 spesimen dengan memvariasikan kecepatan putaran dan waktu. Dengan diameter yang berbeda yaitu RB 8 mm, 12 mm, 16 mm. Dilakukan uji penetrant untuk melihat seberapa baik sambungan pada pengelasan *friction welding*. Untuk melihat indikasi diskontinuitas pada permukaan dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

Tabel 4 Hasil Pengujian Penetrant Test dengan putaran 785,7 rpm.

Diameter (mm)	Putaran (rpm)	Waktu (detik)	Hasil Penetrant (mm)	Foto	Status
16	785,7	151	21		Rejected
12	785,7	137	31		Rejected
8	785,7	129	26		Rejected

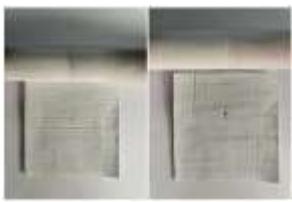
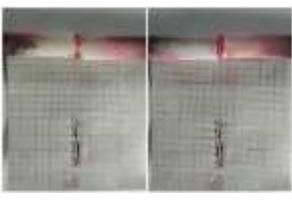
Didapatkan hasil material dengan diameter 16 mm menunjukkan visual penetrant yang disertai dengan munculnya cairan warna merah berbentuk rounded sepanjang 21 mm dikarenakan adanya diskontinuitas dari sambungan *friction welding* yang dihasilkan. Kemudian pada material dengan diameter 12 mm cairan penetrant yang keluar ke permukaan berbentuk rounded dengan panjang 31 mm sedangkan pada diameter 8 memiliki panjang rounded 26 mm.

Tabel 5 Hasil Pengujian Penetrant Test dengan putaran 945,6 rpm.

Diameter (mm)	Putaran (rpm)	Waktu (detik)	Hasil Penetrant (mm)	Foto	Status
16	945,6	132	8		Rejected
12	945,6	121	28		Rejected
8	945,6	102	24		Rejected

Kecepatan putaran 945,6 terlihat pada spesimen dengan diameter 16 mm memiliki panjang penetrant 8 mm dengan bentuk rounded sedangkan pada diameter 12 mm memiliki panjang 28 mm, cairan penetrant pada diameter 12 berbentuk rounded dan elip. Pada spesimen dengan diameter 8 mm memiliki panjang 24 mm cairan penetrant yang keluar ke permukaan hingga membentuk rounded yang memanjang menandakan bahwa sambungan pada diameter 8 mm mengalami kebocoran atau tidak tersambung dengan baik.

Tabel 6 Hasil Pengujian Penetrant Test dengan Putaran 1140 rpm.

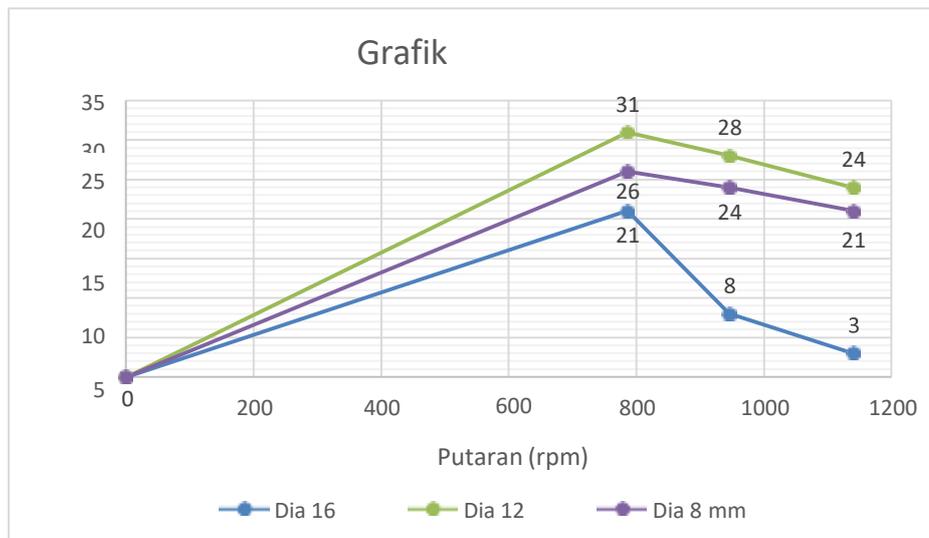
Diameter (mm)	Putaran (rpm)	Waktu (detik)	Hasil Penetrant (mm)	Foto	Status
16	1140	114	3		Accepted
12	1140	100	24		Rejected
8	1140	87	21		Rejected

Dari tabel di atas pada hasil pengujian penetrat dengan kecepatan rpm paling tinggi pada spesimen diameter 16 mm terdapat indikasi linier sepanjang 3 mm sedangkan pada diameter 12 mm penetrant yang keluar ke permukaan berbentuk rounded dengan panjang 24 mm. Sedangkan pada diameter 8 mm cairan penetrant yang keluar melalui diskontinuitas berbentuk rounded dengan panjang 21 mm.

Dari pengujian 9 spesimen menurut standart keberterimaan ASME section V pada penetrant test , 8 spesimen dinyatakan rijected sedangkan 1 spesimen dengan diameter 16 mm pada rpm 1140 dinyatakan accepted. Dimensi material mempengaruhi hasil pengelasan, material dengan dimensi yang lebih besar cenderung lebih stabil saat mendapatkan gesekan dan tekanan pada proses pengelasan. Sementara dimensi yang lebih kecil menunjukkan adanya pergerakan saat di kenai tekanan, material cenderung bergerak elastis kurang stabil sehingga saat dilakukan pengelasan terjadi slak.

Dari data tabel Pengujian penetrant test dibuat grafik hubungan kecepatan putaran terhadap panjang penetrant yang dapat dilihat pada gambar grafik 2

dibawah ini :



Gambar grafik 3 Pengujian *Penetrant Testing*

Pengujian penetrant menunjukkan adanya peningkatan hasil sambungan pengelasan dari berbagai variasi kecepatan putaran, dimana spesimen RB diameter 16 memiliki panjang penetrant 21 mm pada kecepatan putaran 785,7 rpm, panjang penetrant mulai menurun 8 mm pada kecepatan putaran 945,6 rpm sedangkan penurunan panjang penetrant terbaik pada diameter 16 mm didapatkan pada rpm 1140 dengan panjang penetrant 3 mm. Pada RB diameter 12 mm panjang penetrant yang muncul ke permukaan 31 mm pada kecepatan putaran 785,7 rpm. Dengan kecepatan putaran 945,6 pada diameter 12 mm didapatkan panjang penetrant 28 mm sementara terjadi penurunan panjang penetrant 24 mm pada kecepatan putaran 1140 rpm. Spesimen RB diameter 8 mm pada kecepatan putaran 785,7 rpm memiliki panjang penetrant 26 mm, mengalami penurunan panjang penetrant masing-masing 24 mm pada 945,6 rpm dan 24 mm pada 1140 rpm. Terlihat pada grafik diatas bisa disimpulkan bahwa diameter benda mempengaruhi hasil sambungan pada pengelasan gesek.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan hasil yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- a. Penyambungan baja st37 pada *friction welding* dengan menggunakan mesin bubut diameter benda mempengaruhi hasil sambungan saat diberikan tekanan pada suhu 1300° C.
- b. Hasil spesimen baja st37 menggunakan metode *friction welding* dengan memvariasikan kecepatan gesekan didapatkan sambungan terbaik pada diameter 16 mm dengan kecepatan putaran 1140 rpm didapatkan waktu 114 detik dengan suhu 1300° C.

Upset pada sambungan lasan dibersihkan agar mendapatkan hasil pengujian yang akurat dengan menggunakan *penetrant testing*. Pada spesimen diameter 16 mm mengalami peningkatan sambungan pada variasi rpm 1140, terdapat indikasi linier sepanjang 3 mm.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Husodo, B. Luwar S., H. Astono P., S. Bangun S., and R. Hidayat, “Analisa Kekuatan Sambungan Pipa Baja Karbon dan Besi Cor Berbasis Teknologi Las Gesek (Friction Welding),” *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 9, no. 1, pp. 61–69, 2016.
- [2] M. Iswar and R. Syam, “PENGARUH VARIASI PARAMETER PENGELASAN ( PUTARAN DAN TEMPERATUR ) TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN LAS HASIL FRICTION WELDING PADA BAJA KARBON RENDAH,” pp. 254–260, 2009.
- [3] U. G. Mada, “Las Gesek Untuk Sambungan Plat 9 mm Pada Baja Karbon Rendah ST 37 MUHAMMAD SULISTIYO A, Dr. Widia Setiawan S.T.,M.T.,” 2021.
- [4] A. Sederhana et al., “Analisis sederhana dengan pengevaluasian metoda visible test, magnetic participle test, liquid penetrant test dan radiographic test yang berhubungan dengan pertanian,” vol. 1, 2021.
- [5] R. Poeng, F. A. Rauf, J. Teknik, M. Fakultas, T. Universitas, and S. Ratulangi, “Analisis Pengaruh Putaran Spindle Terhadap Gaya Potong Pada Mesin Bubut,” *J. Tekno Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 6–11, 2015.
- [6] S. Prasetyono and H. Subiyanto, “Pengaruh durasi gesek, tekanan gesek dan tekanan tempa terhadap impact strength sambungan lasan gesek langsung pada baja karbon AISI 1045,” *J. sains dan seni pomits*, vol. 1, pp. 1–5, 2012.

- [7] B. L. Sanyoto, N. Husodo, S. Bangun, and S. Mahirul, “Penerapan Teknologi Las Gesek ( Friction Welding ) Dalam Proses Penyambungan Dua Buah Pipa Logam Baja Karbon Rendah,” pp. 51–60, 2012.
- [8] S. Prabowo and Sunyoto, “Analisis Kekuatan Tarik Baja St 41 Pengelasan Gesek,” J. Din. Vokasional Tek. Mesin, vol. 6, no. 6, pp. 18–25, 2021.
- [9] T. Endramawan, E. Haris, F. Dionisius, and Y. Prinka, “Aplikasi Non Destructive Test Penetrant Testing (Ndt-Pt) Untuk Analisis Hasil Pengelasan Smaw 3G Butt Joint,” JTT (Jurnal Teknol. Ter., vol. 3, no. 2, pp. 44–48, 2017, doi: 10.31884/jtt.v3i2.61.
- [10] I. D. Kurniati et al., Buku Ajar. 2015.