

Desain dan Penentuan Lokasi Pembebanan Pendulum Alat Uji Impak Untuk Pengujian Produk Hasil Las Gesek *Rotary Bar-Plate*

Panji Adino¹, Yohanes², Muftil Badri³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

³Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : panjiadino@Gmail.com

ABSTRACT

Fracture that occurred in bar-plate friction welding joint on component, be it with a similar or dissimilar materials, can be reviewed by destructive testing. One of the destructive test on weld joint by friction welding is the impact test. Pendulum of standart Charpy and Izod is not match to use for it. Therefore, in this study was made the design and set up pendulum of impact testing for it, using the finite element method software, by considering dynamic factors that may affect fracture such as, loading angle, loading point on the product bar-plate, the dimensions of pendulum, maximum stress that occurs, and the mass variation of the pendulum. The Obtain summaries are as follows: (1) Results of the Pendulum tests, it was safe to use, it was qualified for pendulum impact testing, and plastic deformation was not occurs on entire pendulum. (2) Based on tests result, loading point (x) at 10mm, affected fracture between bar and plate in HAZ section, while loading point at 40 mm until 15 mm affected fracture on plate, not on the section between bar and plate.

Keywords: Bar-plate friction welding, Loading point.

1. Pendahuluan

Teknologi pengelasan gesek merupakan salah satu metoda alternatif penyambungan material untuk struktur seperti poros, pipa baja, *spare part* kendaraan dan lain sebagainya, dengan alasan pengerjaan yang lebih simpel, tanpa menggunakan logam pengisi, dan memiliki keunggulan tertentu. Dalam metode pengelasan ini panas dihasilkan dari perubahan energi mekanik menjadi energi panas pada bidang *interface* benda kerja bersumber dari gesekan selama gerak putar dengan adanya pengaruh tekanan (Kalpakjian, 2001). Patah yang terjadi di sambungan las gesek pada suatu komponen, baik itu dengan bahan sejenis maupun tidak sejenis, dapat ditinjau

dengan melakukan *destructive test* pada sambungan las.

Pengujian Impak merupakan salah satu dari destructive test yang sering diterapkan, Namun untuk struktur las gesek *bar-plate* belum pernah dilakukan sebelumnya. Kepekaan terhadap patah getas dan ulet karena adanya beban impak merupakan salah satu contoh dari beberapa masalah pada sambungan las. Untuk mengetahui besarnya nilai ketangguhan sambungan las gesek *bar-plate* terhadap adanya suatu beban impak dilakukan pengujian dengan mempertimbangkan faktor-faktor dinamis yang dapat mempengaruhi patah antara lain sudut pembebanan, titik pembebanan pada

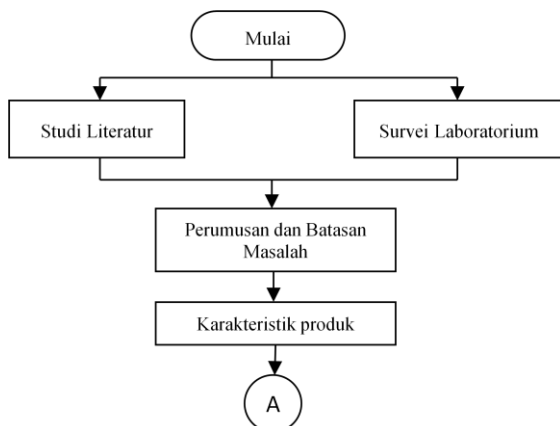
struktur, dimensi struktur, tegangan maksimum, dan lain-lain. Untuk menampung hal tersebut, didesain suatu pendulum dalam skala kecil hasil pengkombinasian dengan pendulum pada alat uji impact bahan standar ASTM yang ada pada Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin Universitas Riau.

Hasil dari desain dan penentuan lokasi pembebanan itu sendiri yaitu mendapatkan rancangan pendulum pengujian impact untuk sambungan las gesek *bar-plate* dari beberapa variasi pembebanan dan massa pendulum yang dilakukan. Berdasarkan penguraian tersebut, maka perlu dilakukan kajian desain dan penentuan lokasi pembebanan pendulum pada alat uji impact untuk pengujian produk hasil pengelasan gesek *rotary bar-plate* dengan menggunakan *software* berbasis metode elemen hingga.

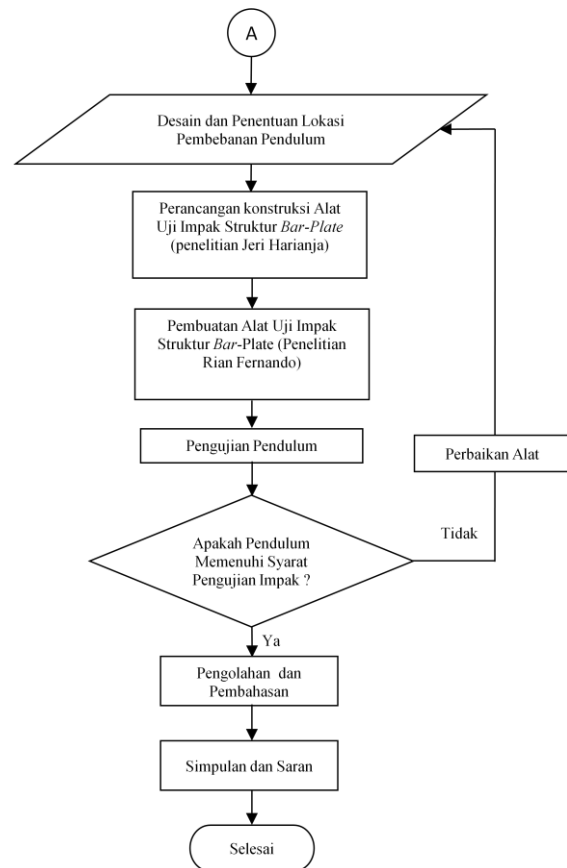
Penelitian ini bertujuan untuk Memperoleh rancangan pendulum untuk pengujian impact produk hasil pengelasan gesek *rotary bar-plate*, serta Dengan adanya desain pendulum ini diharapkan nantinya dapat digunakan untuk pembuatan alat uji impact struktur yang difungsikan sebagai alat pengujian impact produk las *Bar-plate* di laboratorium Universitas Riau (UR).

2. Metode

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian



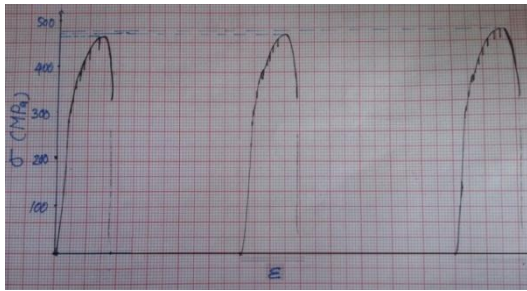
Gambar 2. Diagram alir penelitian (Lanjutan)

2.1 Karakteristik Produk *Bar-Plate*



Gambar 3. Produk *Bar-plate* hasil pengelasan gesek

Karakteristik produk *bar-plate* dilakukan dengan pengujian tarik pada produk. Pengujian dilakukan hanya pada bagian *bar*, dengan 3 spesimen uji yang sesuai dengan standar ASTM E8. Material *bar* pada produk yaitu baja *round-bar* SS 12 SNI.

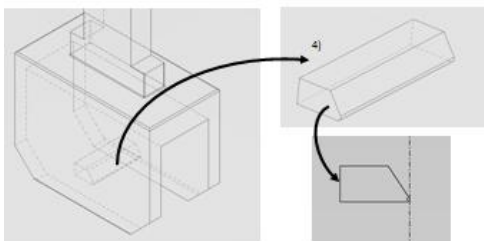
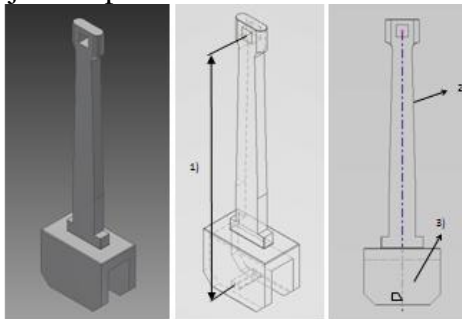


Gambar 4. Kurva Hasil Pengujian Tarik

Gambar 4 merupakan hasil Pengujian Tarik Baja SS 12 SNI. Berdasarkan hasil pengujian tarik didapatkan nilai *yield strength* baja SS 12 SNI sebesar 315,89 MPa, Nilai Ultimate Strength sebesar 464,29 MPa, modulus elastisitas sebesar 200 GPa. Hasil pengujian Febrianto dan Siswanto σ_u sambungan las gesek 386,27 MPa. Nilai σ_u sambungan las hanya mencapai 83,2% dari σ_u logam induk.

2.2 Desain Pendulum

Pada penelitian ini dilakukan pendulum yang diuji yaitu pendulum dengan massa 24kg. Panjang keseluruhan pendulum yaitu 750 mm. Desain dari pendulum dan impaktor secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 5.

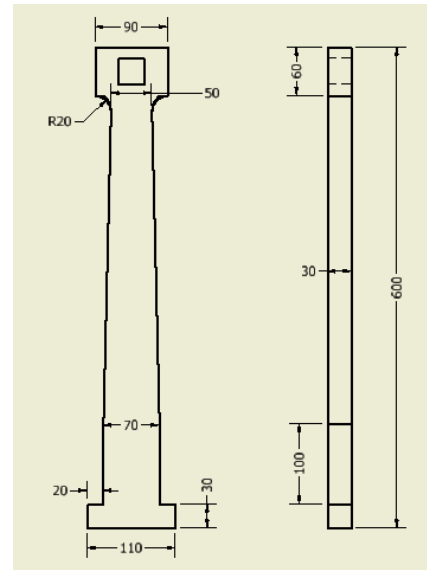


Keterangan :

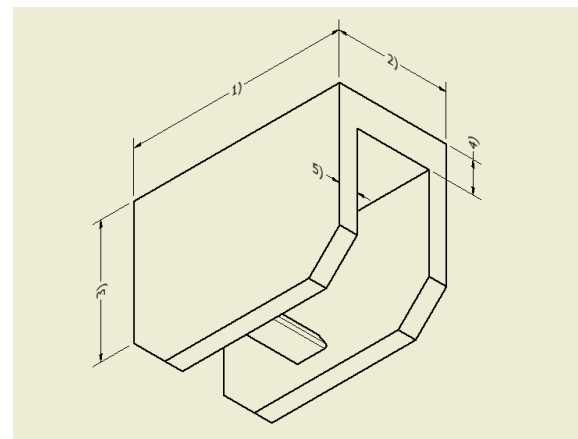
- 1) Jarak antara pusat putaran pendulum ke impaktor (*l*) yaitu 700 mm
- 2) Bagian Lengan Pendulum
- 3) Bagian Kepala Pendulum
- 4) Impaktor

Gambar 5. Desain Pendulum dan Impaktor

Pendulum didesain sedemikian rupa sehingga memiliki dimensi yang memenuhi masing-masing variasi massa pendulum seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Lengan Pendulum



Gambar 7. Kepala Pendulum

Untuk dimensi kepala pendulum dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Dimensi Kepala Pendulum

Dimensi Kepala Pendulum (mm)				
1)	2)	3)	4)	5)
200	122	150	30	26

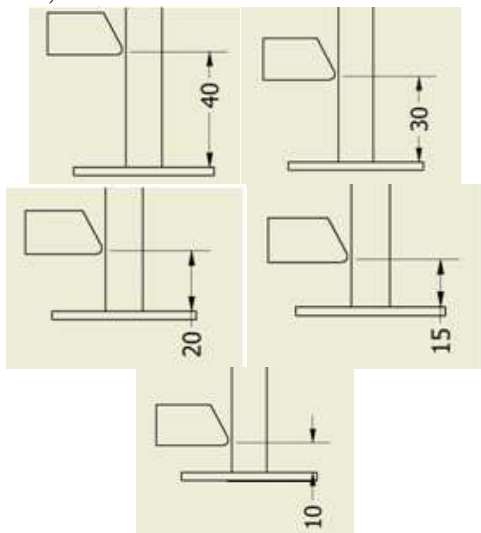
Impaktor memiliki ukuran yang sama pada setiap variasi massa dengan panjang 100 mm, lebar 30 mm dan tebal 15 mm. Pada ujung impaktor terdapat *fillet* dengan radius 2 mm.

2.3 Material Pendulum

Material yang akan digunakan untuk pendulum yaitu baja AISI 1045. Salah satu baja yang setara AISI 1045 yaitu baja dari produsen Bohler dengan tipe (*Bohler Grade*) EMS 45 yang didapat dari distributor resmi Bohler PT. Bhineka Bajasas. EMS 45 memiliki densitas 7850 kg/m^3 , dengan Modulus Elastisitas 200 Gpa (berdasarkan Katalog produk PT. Bhineka Bajasas). Menurut hasil pengujian Riski Yustiar.P, dkk (2012), nilai *Yield strength* dari EMS 45 yaitu $384,5 \text{ MPa}$, *Ultimate strength* $702,95 \text{ Mpa}$ serta elongation yang terjadi yaitu sebesar $30,44\%$.

2.4 Penentuan Lokasi Pembebanan

Penentuan lokasi Pembebanan dilakukan dengan tujuan memposisikan tegangan maksimum akibat impact yang dihasilkan pendulum, agar terletak di sambungan las gesek pada produk. Hal ini dilakukan dengan simulasi 5 lokasi beban pada produk seperti Gambar 8, dengan variasi lokasi pembebanan (x) yang diterapkan yaitu 40mm , 30mm , 20mm , 15mm , 10mm .



Gambar 8. Lokasi Pembebanan Pada Produk

2.5 Pengujian

Pengujian lokasi pembebanan dilakukan untuk melihat dan membandingkan hasil yang diperoleh dari simulasi dengan hasil pengujian, serta membuktikan apakah

pendulum memenuhi syarat pengujian impact dan aman menggunakan material EMS 45.

Pada produk bar-plate lokasi pembebanan ditunjukkan dengan garis putih seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Lokasi Pembebanan Pada Produk

Adapun syarat-syarat pengujian impact pendulum yang dinilai terpenuhi yaitu:

- 1) Lokasi tegangan maksimum terbesar berada pada sambungan pada produk.
- 2) Pada pendulum tidak terjadinya tegangan melewati *yield strength* dari material EMS 45. Dengan menerapkan faktor keamanan (n) yaitu 2, maka besar tegangan izin pada pendulum yaitu:

$$\begin{aligned} \sigma_{y,EMS\ 45} &= 384,5 \text{ MPa} \\ \sigma_{izin\ pendulum} &= \frac{\sigma_{y,EMS\ 45}}{n} \\ \sigma_{izin\ pendulum} &= \frac{384,5 \text{ MPa}}{2} \\ \sigma_{izin\ pendulum} &= 192,25 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Jika salah satu syarat tidak mencukupi maka prosedur diulang kembali pada penentuan variabel pendulum, Namun jika seluruh syarat terpenuhi maka proses desain dilanjutkan kepada proses pengumpulan data yang menjadi parameter dasar pendulum.

3. Hasil



Gambar 10. Pendulum Alat Uji Impak Produk Las Gesek Bar-Plate

Massa Pendulum 24 kg yang terukur hasil timbangan bahan di Laboratorium Pengujian Bahan yaitu sebesar 24,1 kg. Hasil dari Pengujian kelima lokasi pembebanan dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Hasil Pengujian Lokasi Pembebanan 40 mm sampai dengan 10 mm

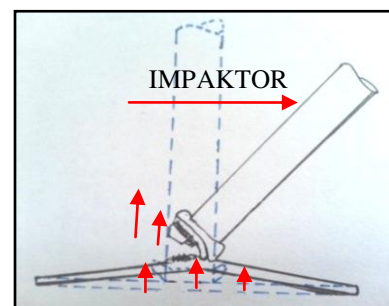


Gambar 12. Hasil Pengujian Lokasi Pembebanan 20 mm sampai dengan 10 mm

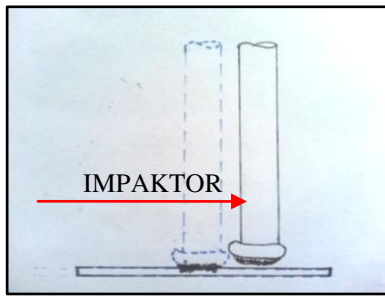
4.3 Pembahasan Hasil Pengujian

Berdasarkan Pengujian yang telah dilakukan didapat bahwa kelima variasi lokasi pembebanan dapat mematahkan produk *bar-plate*. Namun jika dilihat dari bentuk patahan untuk lokasi pembebanan 40 mm sampai 15 mm bagian *plate* ikut terbawa patahan (bagian *plate* bolong). Pada saat impact, lokasi pembebanan yang jaraknya jauh dari sambungan las, menyebabkan *bar* bergerak menarik bagian *plate* pada area HAZ, sehingga bagian *plate* ikut terbawa patahan.

Namun jika dilihat pada lokasi pembebanan 10 mm, bagian *plate* tidak ikut terbawa patahan *bar*. Patah pada produk terjadi pada area HAZ antara *bar* dan *plate*, seperti ditunjukkan Gambar 12. Jarak lokasi pembebanan yang dekat dengan sambungan las menyebabkan gerak patahan dibagian HAZ searah dengan gaya impact yang dihasilkan impactor. Bentuk dari patahan sambungan ditunjukkan oleh Gambar ilustrasi pada Gambar 13 dan 14.



Gambar 13. Ilustrasi Untuk Lokasi Pembebanan yang Jauh dari Sambungan



Gambar 14. Ilustrasi Untuk Lokasi Pembebanan yang Dekat dari Sambungan

Baut yang digunakan pada pendulum yaitu baut L . Posisi kepala baut ditanam, sehingga tidak menambah massa pendulum dari yang telah disimulasikan, namun tetap memerhatikan pengurangan massa pendulum setelah digunakan baut. Posisi peletakan baut disesuaikan dengan geometri pendulum yang acuannya yaitu pendulum standar yang ada di Laboratorium Pengujian Bahan.

Berdasarkan hasil 5 kali pengujian lokasi pembebanan, desain pendulum dapat dinyatakan aman dengan material pendulum Bohler EMS 45 dan material Impaktor Bohler V155. Pendulum memenuhi syarat pengujian impak pendulum karena dapat mematahkan produk dan membentuk sudut beta (β) setelah mematahkan produk, serta tidak adanya deformasi plastis yang terjadi dibagian pendulum maupun impaktor setelah dilakukannya pengujian.



(a)

(b)

Gambar 15. Bagian Pendulum Setelah Pengujian (a) Bagian Pangkal Lengan (b) Bagian Impaktor



Gambar 16. Bagian Kepala Pendulum Setelah

3 Simpulan

- 1) Hasil pengujian pendulum menyatakan bahwa pendulum aman digunakan menggunakan material EMS 45 dan Impaktor menggunakan material V155, memenuhi syarat pengujian, dan tidak adanya deformasi plastis yang terjadi dibagian pendulum maupun impaktor.
- 2) Dari hasil pengujian, hanya pada $x = 10\text{mm}$ yang menyebabkan patah pada produk berada diantara bar dan plate, sedangkan pada lokasi pembebanan 40 mm sampai 15 mm patah pada produk dibagian *plate*.

Daftar pustaka

- [1] Kalpakjian, Serope, R. Steven . Oswald., 2001, *Manufacturing Engineering and Technology*, Prentice-Hall International, London.
- [2] Bohler Special Steel *Manual*, PT. Bhinneka Bajanas: 18-19
- [3] Utamar, Febrianto, dan Siswanto. 2014. Perancangan dan Pembuatan Mesin Las Gesek Rotary Tegak *Bar-Plate*: 135-136.
- [4] Yustiar P. Riski, Rusiyanto, Widayat Widi. 2012. Pengaruh Temperatur Annealing Sambungan Las Smaw (*Shielded Metal Arc Welding*) Terhadap Sifat Mekanis Dan Fisis Baja K-945 Ems-45.