



# Repair Mould Baja AISI 420 dengan Metoda *Laser Beam Welding*

Rosidi Rosidi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

---

## Abstrak

*Teknologi pengelasan digunakan selain mudah penggunaannya juga dapat menekan biaya lebih murah, terutama untuk welding repair. Penggunaan laser beam welding untuk Welding repair dapat memperbaiki komponen ruang cetak cetakan plastik yang terbuat dari baja tahan karat jenis AISI 420. Perbaikan komponen ruang cetak dengan menggunakan metoda las deposisi (deposit welding) diuji dengan menggunakan kekuatan tarik dan kekerasan sebagai realisasi katahanan saat menahan laju plastik cair yang memasuki ruang cetak sebesar 25 sampai 40 MPa, tergantung dari viscositas plastik, kepresisian cetakan dan tingkat pengisian ruang cetak. Metoda las deposisi (deposit welding) sebagai welding repair bisa mempengaruhi suatu prosedur untuk dapat menghasilkan komponen yang aman dan mampu digunakan sesuai dengan ketentuan. Proses pengelasan yang digunakan adalah Laser beam welding dengan elektroda las laser BKH 13 M (Stavak) dengan diameter 0,4 mm digunakan pada material uji AISI 420. Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik, uji dampak dan uji kekerasan di weld metal, HAZ dan base metal. dari pengujian dampak Charpy dan pengujian tarik didapat nilai kekuatan pengelasan yang mendekati kekuatan benda ujin yang utuh yaitu sebesar 75 %. Energi yang diserap benda uji dampak dengan las laser adalah 5,8 joule sedangkan untuk benda uji utuh adalah 8,1 joule. Kekuatan tarik pengelasan adalah 580 MPa dibandingkan dengan kekuatan tarik benda utuh sebesar 820 MPa*

**Kata-kata kunci:** Repair Welding, AISI 420, BKH 13 M, Kekuatan Tarik, Impact

## Abstract

*Welding technology is used besides being easy to use, it can also reduce costs, especially for welding repair. The use of laser beam welding for welding repair can repair plastic molded room components made of AISI 420 stainless steel. Repair of molded room components using the deposition welding method (deposit welding) was tested using tensile strength and hardness as a realization of resistance when holding the plastic speed. liquid that enters the print space at 25 to 40 MPa, depending on the plastic viscosity, the precision of the print and the rate of fill Deposition welding method (deposit welding) as welding repair can affect a procedure to be able to produce components that are safe and able to be used in accordance with the provisions. The welding process used is Laser Las with BKH 13 M (Stavak) laser beam welding electrodes with a diameter of 0.4 mm is used on the AISI 420 test material. The tests carried out are the tensile test, impact test and hardness test on weld metal, HAZ and base metal. From the Charpy impact test and tensile test, it was found that the welding strength value was close to the strength of the intact test object, namely 75%. The energy absorbed by the impact test specimen by laser welding was 5.8 joules, while for the intact specimen it was 8.1 joules. The tensile strength of the weld is 580 MPa compared to the tensile strength of the whole object of 820 MPa*

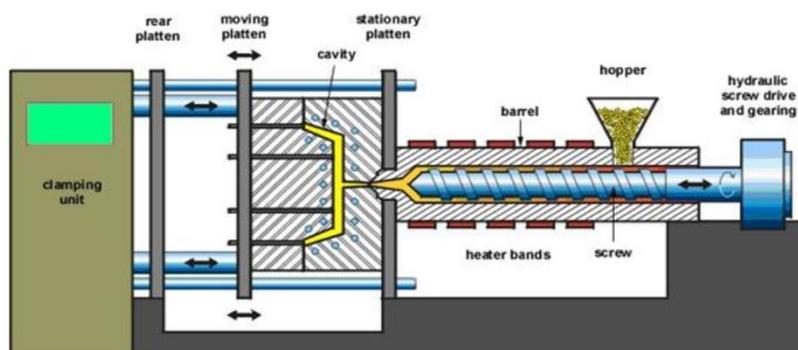
**Keywords:** Repair Welding, AISI 420, BKH 13 M, Tensile Strength, Impact

\* Corresponding author E-mail address: [rosidi@mesin.pnj.ac.id](mailto:rosidi@mesin.pnj.ac.id)

## 1. PENDAHULUAN

Penggunaan barang-barang yang terbuat dari plastik dari waktu ke waktu menunjukkan perkembangan yang sangat pesat, tersebar luas hampir disemua sektor kehidupan manusia seperti penggunaan untuk peralatan dan perlengkapan rumah tangga termasuk untuk sandang dan perlengkapan kosmetik, peralatan dan perlengkapan kantor, sarana dibidang pendidikan, bangunan, transformasi, peralatan listrik dan elektronik, industri otomotif, pesawat, pertanian dan perikanan dan banyak lagi penggunaan lainnya. Proses produksinya merupakan suatu proses dengan menggunakan mesin *Injection Molding*.

*Injection Molding* merupakan salah satu teknik pada industri manufaktur untuk mencetak material dari berbahan *thermoplastik*. *Injection Molding* merupakan metode proses produksi yang cenderung digunakan dalam menghasilkan atau memproses komponen-komponen yang kecil dan berbentuk rumit, dimana biayanya lebih murah jika dibandingkan dengan menggunakan metode-metode lain yang biasa digunakan. Proses ini terdiri dari bahan termoplastik yang dihaluskan kemudian dipanaskan sampai mencair, kemudian lelehan plastik disuntikan ke dalam cetakan baja, kemudian plastik tersebut akan mendingin dan memadat. Proses ini memerlukan kecepatan tinggi dan otomatis yang dapat memproduksi plastik dengan geometri yang kompleks, yang dimulai dengan memasukan serbuk plastik ke dalam *hopper*, kemudian menuju *barrel* yang didalamnya terdapat *screw* yang berfungsi untuk mengalirkan material leleh yang telah dipanasi menuju *nozzle*. Material ini akan terus didorong melalui *nozzle* dengan *injector* melewati *sprue* ke dalam rongga cetak (*cavity*).



Gambar 1. Bagian mesin *Injection Moulding*

Bagian yang mengalami kerusakan akibat dari proses pencetakan yang terus menerus adalah bagian dari *Cavity* atau *mould* karena *Cavity* ini yang mengalami tekanan dan gesekan dari aliran plastik yang disuntikan ke ruang cetak. Hal ini terjadi karena adanya beban *flexural* atau *HDT* (*Heat Deflection Temperatur*) pada posisi *edge-wise*. Bila terjadi secara terus menerus pada rongga cetak, hal ini yang mengakibatkan terkikisnya permukaan rongga cetak ataupun retak maupun bintik-bintik karena kurangnya ketangguhan dari *mold* [1].

Cacat yang terjadi pada permukaan rongga cetak dapat diperbaiki dengan melakukan pengelasan pada bagian yang cacat tersebut yang sering disebut *repair welding*. Tujuan yang dilakukan *repair welding* pada rongga cetak adalah untuk

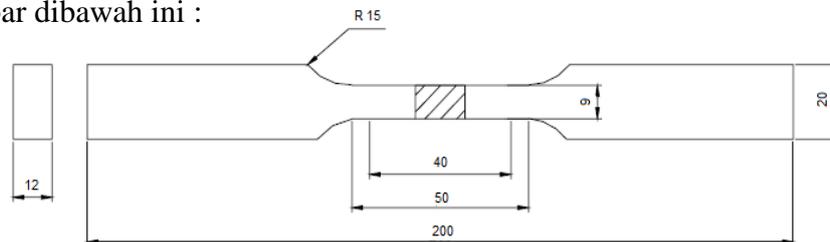
menghemat biaya dibandingkan dengan memodifikasi atau meremakayasa  *mold*  yang lebih kuat dan tahan lama. Hal ini memerlukan biaya yang sangat besar. Tanpa mengurangi fungsi dari cetakan plastik, teknologi yang digunakan untuk mengatasi kecacatan  *mold*  digunakan teknologi pengelasan dengan kekuatan yang dihasilkan dari pengelasan tersebut mendekati kekuatan material cetak plastik yaitu AISI 420. Perbaikan yang dilakukan dengan mengelas pada komponen ruang cetak sebagai pembentuk cetak plastik. [2]

Perbaikan ruang cetak pada  *mold*  dengan menggunakan  *laser beam welding*  lebih baik dibandingkan dengan menggunakan las Tungsten Iner Gas. Hal ini karena komposisi logam sekitar daerah pengelasan mengalami perubahan sedikit dan volume pengelasan yang kecil dengan akurasi dan ketelitian yang presisi dari proses pengelasan laser beam welding. Pengaruh yang terjadi dari proses welding repair akan berpengaruh pada daerah  *HAZ* , dan  *weldability base metal*  akan terlihat jelas perubahan  *input*  panas pada daerah  *HAZ*  dengan melihat struktur mikro, tampak bahwa  *fase sementit*  terlihat lebih merata pada daerah  *weld metal*  welding repair yang dilakukan akan berpengaruh besar terhadap daerah  *HAZ*  dan  *weldability*  dari  *base metal*  itu sendiri [3],[4].

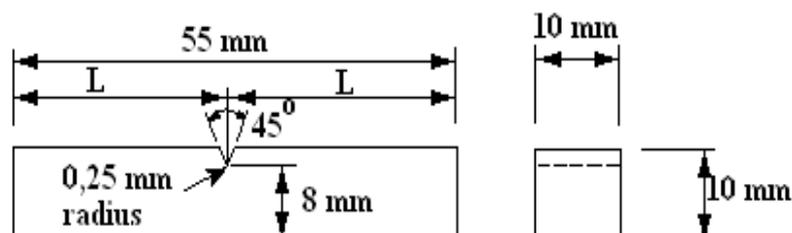
Berdasarkan uraian diatas, peneliti merasa perlu untuk melakukan penelitian terhadap aplikasi produk cetak plastik agar dapat membandingkan kualitas mekanik antara material cetakan plastik utuh dengan material yang sudah dilas. Langkah yang perlu dilakukan untuk mendapatkan kualitas yang baik tersebut maka perlu dilakukan pengujian karena hasil pengelasan memiliki pengaruh yang besar pada daerah  *weld metal*  dan  *HAZ (Heat Affected Zone)* sehingga perlu menjadi hal yang patut diperhatikan.

## 2. Metodologi Penelitian

Metode pelaksanaan penelitian menggunakan beberapa paramater dalam proses pembuatan specimen. Pembuatan specimen uji tarik dan uji impak mengikuti dengan standar pengujian uji tarik sesuai dengan ASTM E8[11] (American Standard Testing and Material) dan uji impak ASTM E384[12]. dimensi specimen dapat dilihat seperti pada gambar dibawah ini :

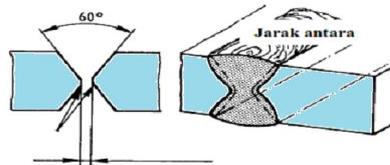


Gambar 2. Spesimen uji tarik (ASTM E8)



Gambar 3. Spesimen uji impak (ASTM E384)

Dimensi material uji tarik sebesar 200 mm X 20 mm X 12 mm. Setelah pembuatan material selesai maka akan melakukan pemotongan material pada bagian tengah material dengan menggunakan mesin potong membentuk kampuh tipe V ganda seperti pada gambar 3.



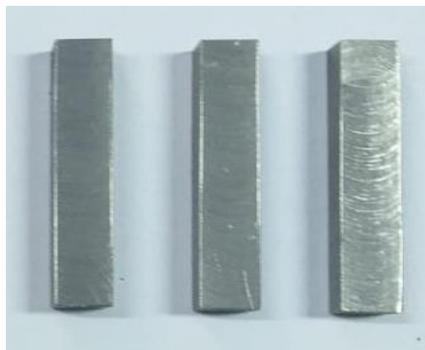
**Gambar 4.** Kampung V ganda

Proses pengelasan menggunakan proses pengelasan laser beam welding dengan menggunakan filler rod BKH-13 M diameter 0,6 mm. Hasil pengelasan dapat dilihat seperti pada gambar 4.



**Gambar 5.** Spesimen uji tarik

Dimensi material uji tarik sebesar 10 mm X 10 mm X 55 mm. Setelah pembuatan material selesai maka akan melakukan pemotongan material pada bagian tengah material dengan menggunakan mesin potong membentuk kampuh tipe V ganda. Proses pengelasan menggunakan proses pengelasan laser beam welding dengan menggunakan filler rod BKH-13 M diameter 0,6 mm. Hasil pengelasan dapat dilihat seperti pada gambar 6.



**Gambar 6.** Spesimen uji impak

Kemudian melakukan pengujian tarik dan impak sehingga di peroleh data pengujian yang akan dilakukan pembahasan agar di peroleh kesimpulan dari analisa dan pembahasan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil Pengujian

##### 3.1.1 Pengujian Impak

Pengujian impak menggunakan mesin impak GOTECH-7052 Charpy Impact Tester

Massa Bandul : 30 kg, Panjang lengan 75 cm, Sudut awal 146° dengan ketinggian awal 137 cm. Suhu Pengujian 24°C. Didapat data hasil uji impak :

Tabel 3 Hasil Pengujian Impak

Benda Uji	Luas penampang (mm <sup>2</sup> )	Energi yang diserap (joule)	Harga Impak (Joule/mm <sup>2</sup> )
Benda Utuh	46,12	8,0	0,20
Benda A(las)	46,56	5,8	0,10
Benda B(las)	45,34	5,8	0,10
Benda C(las)	46,84	5,8	0,10

##### 3.1.2 Pengujian Tarik

Pengujian tarik menggunakan mesin serpopulser shimadzu dengan kapasitas 20 ton yang dilakukan pada suhu 24 °C.

Tabel 4 Hasil Pengujian Tarik

Luas Area (mm <sup>2</sup> )	Benda Utuh	Kekuatan Tarik (kg/mm <sup>2</sup> )	Batas luluh (kg/mm <sup>2</sup> )	Regangan (% dalam 49 mm)
49,8	Benda utuh	82	72,5	8
50,00	Benda A(Las)	58	58	-
49,95	Benda B(Las)	58	58	-
49,85	Benda C(Las)	58	58	-

### 3.2 Pembahasan

#### 3.2.1 Aspek Teknis

Pada daerah HAZ sangat baik hasilnya karena difusi yang terjadi antara kawat las dan bahan dasar, terbukti dengan tidak adanya hasil pengelasan yang terlepas karena pembebanan, semua benda uji telah patah tepat ditengah daerah pengelasan, yang mempunyai tingkat kekerasan paling rendah dan dapat disimpulkan bahwa patah yang terjadi karena kandungan sulfur pada kawat yang terlalu tinggi.

Harga impak pada cetakan plastik yang dilas sebesar 0,1 J.mm<sup>2</sup> atau memiliki ketangguhan patah sebesar 100 kJ.m<sup>2</sup> untuk benda uji yang disambung dengan las laser beam dan 200 kJ.m<sup>2</sup> untuk benda uji utuh.

Menurut Hertzberg dan Richard W [13] ketangguhan patah dapat dicari dengan persamaan:

$$\gamma_{wof} = \text{Work of fracture} = K_{Ic}^2/E$$

dimana  $K_{Ic}$  adalah faktor intensitas tegangan patah dan  $E$  adalah Modulus elastisitas (*young's modulus*) dari bahan. Bila disubstitusikan pada hasil pengujian impak benda uji hasil las laser, maka, faktor intensitas tegangan patah pada benda uji dapat di cari dengan persamaan



### 3.2.2 Aspek ekonomis

Cetakan plastik yang sedang dalam proses pembuatan dan ternyata terjadi kesalahan dan perlu perbaikan, dengan mempertimbangkan kepercayaan pelanggan atas kualitas pekerjaan dan waktu penyelesaian pembuatan cetakan plastik. Maka solusi yang terbaik dan bias diandalkan adalah dengan memanfaatkan adanya teknologi pengelasan Laser bila rancangan cetakan plastik terjadi kesalahan atau kegagalan yang dapat diperbaiki dengan pengelasan kemudian dimachining kembali.

## 4. KESIMPULAN

Pengelasan laser yang dilakukan terhadap bahan dasar AISI 420 dengan kawat las nichia bkh-13m (Stavax) Dia : 0.4 mm sangat baik hasilnya dan dapat menahan tekanan impak dari plastic cair dengan tekanan injeksi tertinggi 100 MPa karena mempunyai ketangguhan sebesar 100 kJm<sup>-2</sup> atau mempunyai faktor intensitas tekanan patah sebesar 146,63 Mpa.m<sup>-2</sup> Sehingga dapat disimpulkan bahwa proses perbaikan cetakan plastic sangat direkomendasikan dengan metoda pengelasan laser beam welding selain itu juga proses perbaikan sangat cepat dan dapat dikontrol dalam pelaksanaan pengelasannya, sehingga pada waktu permesinannya dapat dilakukan dengan mudah dan seminimal mungkin kegagalan yang terjadi. Kekuatannya dan ketangguhannya memang menurun sampai 75% dibandingkan dengan bahan dasarnya yaitu energi yang diserap benda uji impak dengan las Laser adalah 5,8 joule sedangkan untuk benda uji utuh adalah 8,1 joule. Kekuatan tarik pengelasan adalah 580 MPa dibandingkan dengan kekuatan tarik benda utuh sebesar 820 Mpa, tetapi masih sangat cukup untuk dapat bekerja pada cetakan plastik dengan tekanan pengisian tertinggi yaitu 100 Mpa.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Widiastuti, S. E. Surbakti, F. Restu, M. H. Albana, and I. S. Saputra, "Identifikasi cacat produk dan kerusakan mold pada proses plastic injection molding," *J. Teknol. dan Ris. Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 76–80, 2019, [Online]. Available: <http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JATRA>.
- [2] S. Thompson, *Handbook of mould, tool and die repair welding*. Woodhead Publishing Limited, 1999.
- [3] L. P. Borrego, J. T. B. Pires, J. M. Costa, and J. M. Ferreira, "Fatigue behaviour of laser repairing welded joints," *Eng. Fail. Anal.*, vol. 14, no. 8 SPEC. ISS., pp. 1586–1593, 2007, doi: 10.1016/j.engfailanal.2006.11.054.
- [4] A. H. Faraji, M. Moradi, M. Goodarzi, P. Colucci, and C. Maletta, "An investigation on capability of hybrid Nd:YAG laser-TIG welding technology for AA2198 Al-Li alloy," *Opt. Lasers Eng.*, vol. 96, no. December 2016, pp. 1–6, 2017, doi: 10.1016/j.optlaseng.2017.04.004.
- [5] M. F. McGuire, *Stainless steels for design engineers*. ASM Internationa, 2008.
- [6] H. Wiryosumarto and T. Okumura, *Teknologi pengelasan logam*, vol. 8. Jakarta: Pradnya paramita, 2000.
- [7] J. Rigelsford, *Modern welding technology 5/e*, vol. 31, no. 1. 2004.
- [8] K. Weman, *Welding processes handbook: second edition*. 2011.
- [9] T. Surdia and S. Saito, *Pengetahuan bahan teknik*, 4th ed. Jakarta: Pradnya paramita, 1999.
- [10] M. S. Alam, "Structural integrity and fatigue crack propagation life assessment of welded and weld-repaired structures," Louisiana State University, 2005.
- [11] ASTM E8, "ASTM E8/E8M standard test methods for tension testing of metallic materials 1," *Annu. B. ASTM Stand.* 4, no. C, pp. 1–27, 2010, doi: 10.1520/E0008.
- [12] ASTM Standard, "Standard Test Method for Microindentation Hardness of Materials," *ASTM Int.*, vol. E384, pp. 1–40, 2017, doi: 10.1520/E0384-17.

