

Pengelasan Desimilar Menggunakan Metode *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) Untuk Pembuatan Hammermill Pada Mesin Penepung

Renda Tri ^{1*}, Tumpal Ojahan Rajagukguk², Yusup Hendronursito³, Anang Ansyori⁴

^{1*,2,4} Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Malahayati, Kemiling Bandar Lampung ; email; rendatri03@gmail.com, tumpalojahanmalahayati2@gmail.com

³ Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Tanjung Bintang, Lampung Selatan.

Abstract: *The hammermill machine requires impact components that have high wear resistance as well as good mechanical properties. This study aims to analyze the effect of variations in Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) current on the quality of dissimilar joints between martensitic stainless steel AISI 440C and carbon steel ASTM A36 for hammermill machine applications. The current variations used were 90 A, 120 A, and 150 A with a constant argon gas flow of 16 L/min and using ER309L filler. The testing methods conducted included penetrant testing (Non-Destructive Testing), bend testing, tensile testing, and Vickers hardness testing. The results of the study showed that all specimens met visual acceptability standards, and no cracks were found in the penetrant test or bend test. The highest tensile strength value was obtained at 150 A, which was better than the other current variations. The highest hardness value is found in the weld metal area because it has a crystal structure with a martensite phase, which has high hardness but low toughness, whereas the microstructure in the HAZ and base metal areas undergoes a phase change from the martensite phase to the pearlite phase, and the base metal area has a crystal structure that does not undergo a phase change.*

Keywords: GTAW, AISI 440C, ASTM A36, dissimilar, tensile test, Vickers test.

Abstrak: Mesin penepung (hammermill) membutuhkan komponen pemukul yang memiliki ketahanan aus tinggi sekaligus sifat mekanik yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi arus pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) terhadap kualitas sambungan dissimilar antara baja tahan karat martensitik AISI 440C dan baja karbon ASTM A36 untuk aplikasi hammermill mesin penepung. Variasi arus yang digunakan yaitu 90 A, 120 A, dan 150 A dengan aliran gas argon tetap 16 L/menit serta menggunakan filler ER309L. Metode pengujian yang dilakukan meliputi uji penetrasi (Non-Destructive Testing), uji tekuk, uji tarik, dan uji kekerasan Vickers. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh spesimen memenuhi standar kelayakan visual dan tidak ditemukan cacat retak pada pengujian penetrasi maupun uji tekuk. Nilai kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada arus 150 A lebih baik dibandingkan variasi arus lainnya. Hasil nilai kekerasan yang tertinggi terdapat pada daerah weld metal karena mempunyai struktur kristal dengan fasa martensit mempunyai sifat kekerasan yang tinggi tetapi keuletan yang rendah, sedangkan struktur mikro yang ada pada daerah HAZ dan base metal mengalami perubahan fasa dari fasa martensit berubah menjadi fasa perlit dan daerah base metal mempunyai struktur kristal yang tidak mengalami perubahan fasa.

Kata kunci: GTAW, AISI 440C, ASTM A36, dissimilar, uji tarik, uji *vickers*.

1. Pendahuluan

Perkembangan industri manufaktur, khususnya pada mesin penepung (*hammermill*), yang menggunakan material yang memiliki ketahanan aus dan sifat mekanik yang baik. Komponen utama seperti hammer mengalami beban yang berulang sehingga rentan mengalami keausan. Desimilar yang digunakan Adalah baja AISI 440C merupakan salah satu material yang memiliki kekerasan tinggi dan ketahanan aus yang baik setelah perlakuan panas, sedangkan baja ASTM A36 memiliki kekuatan struktural yang cukup baik namun ketahanan aus yang rendah.

Pengelasan dissimilar menggunakan metode Gas Tungsten Arc Welding (GTAW). Metode GTAW dipilih karena mampu menghasilkan kualitas sambungan yang baik dengan

Diterima: May 14, 2026
Direvisi: May 22, 2026
Diterima: May 24, 2026
Diterbitkan: July 2, 2026
Versi sekarang: July 12, 2026



Hak cipta: © 2026 oleh penulis.
Diserahkan untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan lisensi Creative Commons Attribution (CC BY SA) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

kontrol panas yang lebih stabil, namun pengelasan desimilar memiliki tantangan seperti perbedaan sifat termal, potensi terbentuknya sifat material yang getas, serta perubahan sifat mekanik.

Salah satu parameter penting dalam pengelasan adalah gas flow dan arus listrik, yang berpengaruh terhadap heat input dan kualitas sambungan las. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi arus terhadap sifat mekanik dan struktur mikro hasil pengelasan dissimilar.

2. Landasan Teori

Pengolahan pakan untuk proses pengehalusan menggunakan mesin *hammermill* yang bekerja dengan cara menggunakan tumbukan/ memukul bahan hingga hancur. Komponen yang menerima beban kerja yang berat, beban kejut yang terus menerus, serta gesekan yang diolah, sehingga dibutuhkan sifat bahan yang kuat dan tahan aus. Penggunaan baja AISI 440C sebagai mata *hammermill* menjanjikan ketahanan aus yang tinggi karena kekerasannya, namun perlu dilakukan penyambungan dengan material yang lebih ekonomis dan ulet seperti ASTM A36. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut *hammermill* mempunyai sifat yang tahan gesekan, yang memiliki kekerasan dan ketahanan aus yang tinggi.

Las *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) dipilih karena menghasilkan sambungan las yang rapi serta kualitas yang terjamin dan dapat mengendalikan *heat input* yang baik, sehingga cocok untuk menyambung bahan desimilar yang memiliki sifat yang berbeda. Proses ini membutuhkan pengaturan parameter las serta gas flow untuk menghindari terjadinya cacat las.

2.1. AISI 440C

Baja AISI 440C adalah baja tahan karat martensit karbon tinggi yang terkenal karena kekerasannya, ketahanan aus, dan ketahanan korosi yang sangat baik setelah perlakuan panas, menjadikannya salah satu baja tahan karat paling keras yang bisa dicapai, ideal untuk pisau berkualitas tinggi, alat bedah, bantalan, dan komponen yang membutuhkan daya tahan tinggi dan kemampuan menjaga ketajaman.

2.2 ASTM A36

ASTM A36 adalah spesifikasi standar untuk baja karbon. Baja ini mencakup bentuk plat, dan batang baja karbon dengan kualitas struktural untuk digunakan dalam konstruksi jembatan, bangunan dan konstruksi umum yang dipaku, dibaut dan dilas. Baja ASTM ini mudah dilas dengan semua proses pengelasan, termasuk pengelasan busur logam terlindung, pengelasan busur logam las atau *oxyacety*.

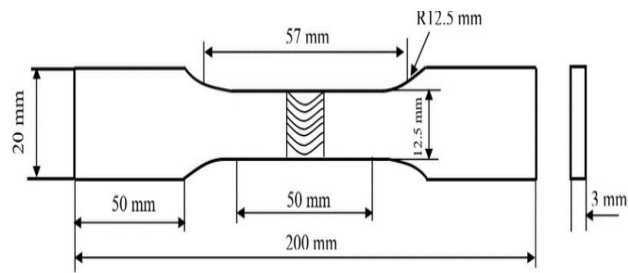
2.3 Pengelasan GTAW

Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) merupakan proses pengelasan menggunakan panas dari busur listrik yang berbentuk antara elektroda tungsten yang tidak terumpan dengan menggunakan gas pelindung, umumnya argon atau helium sebagai perlindungan pengaruh udara luar, sehingga tidak menghasilkan terak (kototan las) dan terbebas dari terbentuknya percikan las (*spatter*).

3. Metode

Penelitian ini menggunakan eksperimen dengan pengelasan desimilar menggunakan material AISI 440C dan ASTM A36 yang disambung menggunakan proses pengelasan GTAW yang memvariasi arus 90 A, 120 A, dan 150 A dengan aliran gas 16 liter/menit serta menggunakan elektroda ER 309L. Setelah selesai proses pengelasan perlu dilakukan pembuatan spesimen pengujian untuk mengetahui sifat mekanik, yang meliputi: uji penetrant, uji tekuk, uji tarik dan uji kekerasan.

Pembuatan spesimen uji tarik berdasarkan standar ASTM E8/E8M



Gambar 1 Spesimen uji tarik ASTM/E8/E8M-09

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil uji kualifikasi juru las sangat berpengaruh terhadap hasil las guna memastikan proses pengelasan telah memenuhi standar pengelasan yang ditetapkan sebelum dilakukan pengelasan pada spesimen uji.

4.1 Uji Penetran

Pengujian penetran menggunakan tiga jenis cairan, yaitu penetrant SKL-SP2, SKC-S dan SKD-S2.



Gambar 3 Cairan *Liquid Penetrant Test*

Hasil pengujian penetran bahwa tidak ada cacat permukaan yang signifikan seperti retak maupun porositas. Hal ini ditandai dengan tidak adanya akumulasi cairan penetrant berwarna merah yang mengendap atau membentuk pola tertentu pada permukaan las.

4.3 Uji Tekuk



Gambar 4 Spesimen Uji tekuk

Hasil pengujian menunjukkan bahwa spesimen mampu mengalami deformasi hingga membentuk huruf U tanpa menunjukkan adanya retakan terbuka, baik pada daerah *Weld Metal* maupun *Heat Affected Zone* dan *Base Metal*. Tidak terjadinya kegagalan sambungan selama proses pembebanan menunjukkan bahwa logam las memiliki daya ikat yang baik terhadap logam

induk. Hal ini mengindikasikan bahwa parameter pengelasan serta gas flow yang digunakan menghasilkan sambungan dan sifat mekanik yang diharapkan.

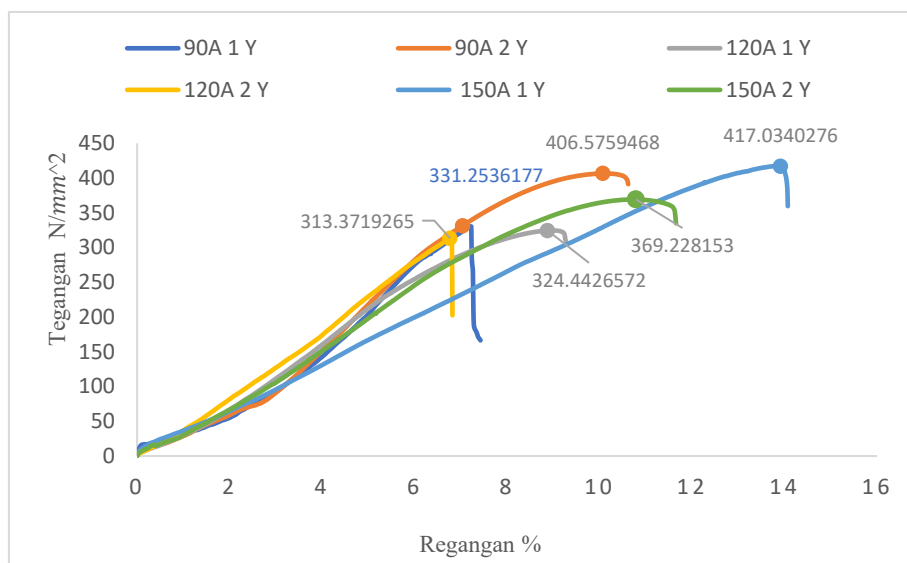
4.4 Uji Tarik

Amper (A)	Tegangan Tarik σ (N/mm)	Regangan tarik %	Beban maksimum (N)	Yield Srength	Modulus (E)
90 A1	324,65	8,98	8.635,67	295.97	361,52
90 A2	314,13	6,79	6.565,24	140.02	462,63
Rata-rata	319,38	7,88	7.600,45	218.00	412.09
120 B1	330.48	22,68	7.495,49	289.39	458,36
120 B2	406.59	22,20	9.026,21	365.39	3.993,90
Rata-rata	368,53	22,44	8.260,85	312.39	2.226,11
150 C1	417.41	13,87	10.518,61	417.37	3.024,67
150 C2	369.24	10.78	9.290,00	331.18	3.450,80
Rata-rata	419.22	12,32	9.904,30	374.28	3.237,73

Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa variasi arus pengelasan memberikan pengaruh terhadap kekuatan sambungan. Nilai rata-rata tegangan maksimum dengan menggunakan arus 90A dan gas flow 16 L/menit rata-rata tegangan 319,38 N/mm², 120 A dan gas flow 16 L/menit nilai rata-rata 368,533 N/mm², serta yang menggunakan arus 150 A dan gas flow 16 L/menit nilai rata-rata 419,22 N/mm². Nilai rata-rata regangan maksimum dengan menggunakan arus 90A dan gas flow 16 L/menit rata-rata tegangan 7,88 N/mm², 120 A dan gas flow 16 L/menit nilai rata-rata 22,44 N/mm², serta yang menggunakan arus 150 A dan gas flow 16 L/menit nilai rata-rata 12,32/mm².

Pada arus 90 A, mempunyai nilai kekuatan tarik tegangan dan regangan lebih kecil ($\pm 6-7\%$), yang menunjukkan bahwa heat input belum optimal sehingga penetrasi kurang sempurna. Sedangkan arus yang 120 A, terjadi peningkatan tegangan dan regangan, namun nilai kekuatan tarik mengalami kenaikan tegangan dan regangan dibandingkan 90 A, yang disebabkan oleh kondisi HAZ yang lebih optimal. Sementara pada arus 150 A diperoleh nilai tegangan dan regangan paling tinggi dibandingkan dengan tegangan dan regangan arus 90A dan 120A mencapai $\pm 14\%$. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan arus menghasilkan heat input yang lebih besar sehingga meningkatkan penetrasi dan fusi antar logam semakin meningkat.

Secara umum, kekuatan sambungan las cenderung mengalami peningkatan nilai tegangan dan regangan. Sehingga semakin besar arus yang digunakan maka nilai kekuatannya tarik semakin meningkat.



Gambar 5 Kurva uji tarik tegangan dan regangan amper 90A, 120A, 150A dan gas flow 16 L/Menit

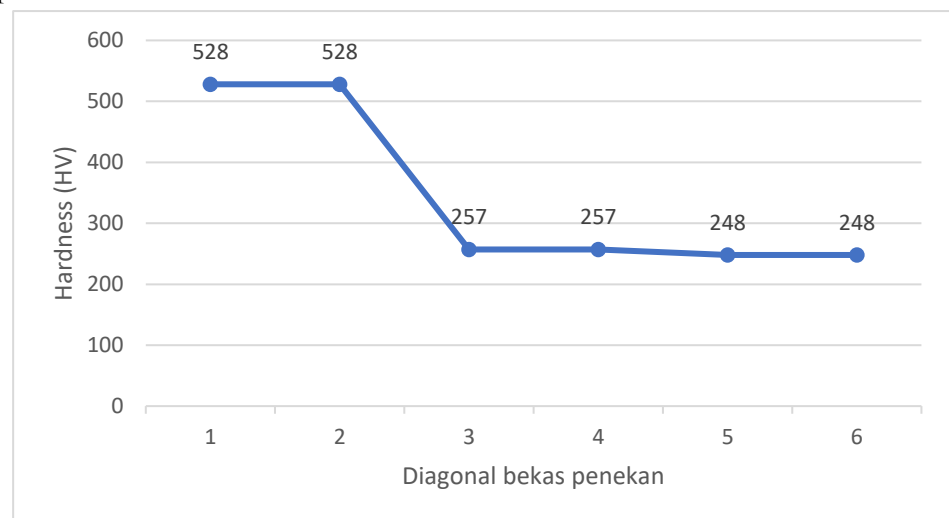
Apabila ditinjau dari kurva tegangan dan regangan hasil uji tarik maka dapat disimpulkan adanya pengaruh variasi arus las dan gas flow pengelasan GTAW terhadap kekuatan sambungan las. Secara umum, kekuatan sambungan las cenderung mengalami peningkatan nilai tegangan dan regangan, sehingga semakin besar arus yang digunakan maka nilai kekuatan tarik semakin meningkat.

4.5 Uji Kekerasan Vickers

Daerah Uji	Titik pengujian	Diagonal (mm)	Hardness (HV)
<i>Weld metal</i>	1	59,245	528
	2	59,245	528
	Rata-rata	59,245	528
<i>HAZ</i>	1	84,984	257
	2	84,984	257
	Rata-rata	84,984	257
<i>Base Metal</i>	1	86,537	248
	2	86,537	248
	Rata- rata	86,537	248

Hasil pengujian kekerasan menunjukkan distribusi nilai yang bervariasi pada setiap daerah pengelasan. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada daerah *weld metal* sebesar 528 HV, kemudian menurun pada daerah *HAZ* sebesar 257 HV, dan terendah pada *base metal* sebesar 248 HV.

Tingginya kekerasan pada *weld metal* dipengaruhi oleh kandungan karbon tinggi dari AISI 440C serta laju pendinginan yang cepat, sehingga membentuk struktur yang lebih keras. Penurunan kekerasan pada daerah HAZ dan base metal menunjukkan adanya perubahan struktur mikro akibat siklus termal selama proses pengelasan, sesuai dengan karakteristik ASTM A36 sebagai baja karbon rendah. Nilai kekerasan yang tertinggi terdapat pada daerah *weld metal* karena mempunyai struktur kristal dengan fasa martensit yang mempunyai sifat kekerasan yang tinggi tetapi keuletan yang lebih rendah, sedangkan struktur mikro yang ada pada daerah HAZ mengalami perubahan fasa dari fasa martensit berubah menjadi fasa ferlit dan daerah base metal mempunyai struktur kristal yang tidak mengalami perubahan fasa yaitu fasa perlit kasar.



Gambar 6 Kurva hubungan kekerasan dengan diagonal bekas penekanan

5. Kesimpulan

Parameter pengelasan GTAW dengan variasi arus 90A, 120A, dan 150A menghasilkan sambungan las yang tidak memiliki cacat permukaan yang signifikan seperti retak maupun porositas, serta desimilar hasil lasan yang sempurna. Semakin tinggi arus pengelasan maka kekuatan tegangan dan regangan semakin meningkat dan terdapat sambungan yang mempunyai nilai kekerasan pada daerah *weld metal* dipengaruhi oleh kandungan karbon tinggi dari AISI 440C.

Ucapan Terima Kasih: Penulis mengucapkan terima kasih atas fasilitas, dukungan ilmiah, dan teknis dari Badan Riset dan Inovasi Nasional melalui E-Layanan Sains serta Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Malahayati.

Daftar Pustaka

- [1] Abdullah, M. A., Razi, M., & Bahri, S. (2021). *Pengaruh Sudut Keruncingan Elektroda Tungsten Terhadap Penetrasi Hasil Lasan GTAW*. 5(1), 66–70.
- [2] Afdhallano Kukup Restu Negoro, D., Setiawan, F., & Rizki Putra, I. (2023). *Analisis Kekuatan Tarik Material Komposit Serat Karbon Dengan Metode Vacuum Infusion Dan Vacuum Bagging*. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 9(1), 159–167.
- [3] Agustriyana, L. (2019). *PENGARUH PENGELASAN GTAW PADA LOGAM BIMETAL PLAT BAJA KARBON RENDAH DAN STAINLESS STEEL TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN LAS*. 20(2), 167–180.
- [4] Akhmadi, A. N., & Qurohman, M. T. (2020). *Analisa Hasil Pengelasan 2g Dan 3g Dengan Bahan Plat Besi St 40 Ketebalan 10 mm Dan Voltase 20 - 35 Menggunakan Mesin Las Mig*. *Nozzle : Journal Mechanical Engineering*, 9(2), 25–30.

- [5] Budiyanto, E., Nugroho, E., & Masruri, A. (2017). Pengaruh Diameter Filler Dan Arus Pada Pengelasan. *Jurnal Elektronik Universitas Muhammadiyah Metro*, 6(1), 54–61.
- [6] Dwiwati, S. T., Susetyo, F. B., & Yudhantono, A. D. P. (2018). Pengaruh Laju Aliran Gas Terhadap Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah Hasil Hardfacing Dengan Proses Gtaw. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur*, 5(1), 1–6.
- [7] Hajar, H. M., Zulkifli, F., Mohd Sabri, M. G., Fitriadhy, A., & Wan Nik, W. B. (2016). *Lawsonia inermis* performance as corrosion inhibitor for mild steel in seawater. *International Journal of ChemTech Research*, 9(8), 600–608.
- [8] Kriswandi, M. G., Jatira, J., & Nugroho, H. (2022). Analisa Pengaruh Variasi Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las Smaw Dengan Material Baja Karbon Rendah Dengan Profil Besi Siku Menggunakan Elektroda E6013. *Jurnal Teknologika*, 12(1), 59–67.
- [9] Lisa Agustriyana. (2018). Karakterisasi Hasil Pengelasan Gtaw Pada Baja Karbon Rendah Dengan Variasi Sudut Geometri Elektrode Dan Besar Arus Pengelasan. *Info Teknik*, 19(1), 101–114.
- [10] Mohruni, A. S., & Kembaren, B. H. (2013). Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Elektroda E6013. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 13(1), 1–8.
- [11] Nurdin, A. (2017). *Pengaruh Cleaning Pada Pengelasan Aluminium Clad 6061 Dengan Proses Gas Tungsten Arc Welding (Gtaw)*. 11(3), 209–222. Oleh, D. I. S., & Lubis, W. (2023). *Proses Manufaktur Mesin Huprosesmmmer Mill*.
- [12] *prastowoooo.pdf*. (n.d.).
- [13] Pratiwi, D. K., Arifin, A., Gunawan, Mardhi, A., & Afriansyah. (2023). *Investigation of Welding Parameters of Dissimilar Weld of SS316 and ASTM A36 Joint Using a Grey-Based Taguchi Optimization Approach*. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, 7(1).
- [14] Rahmatika, A., Ibrahim, S., Hersaputri, M., & Aprilia, E. (2019). Studi Pengaruh Variasi Kuat Arus terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan GTAW Alumunium 1050 dengan Filler ER 4043. *Jurnal Polimesin*, 17(1), 47–54.
- [15] Rudy, T. O., Hendronursito, Y., & S, D. A. (2018). *Analisis pengaruh parameter pengelasan gtaw pada stainless steel aisi 304 terhadap sifat mekanis dan struktur mikro*. *Poros*, 15(1), 53.
- [16] Studi, P., Industri, T., & Industri, F. R. (2016). *Hammer Mill Menggunakan Metoda Discrete Element Modelling Untuk Meningkatkan Kehalusan*. 3, 21–24.
- [17] Subkhi Mahmasani. (2020). *View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk*. 274–282.
- [18] Tremblay, J., Regnerus, M. D., Educação, S. D. A. S. N. D. E., Júnior, F. T., Sanfelice, J. L., Tavares Júnior, F., Dourado, L. F., Brito, M. M. A. de, Maiti, Bidinger, Sposito, M. P., Dubet, F. F., Ribeiro, C. A. C., Silva, N. do V., Barbosa, M. L. de O., Cunha, N. M., Dayrell, J., Rogošić, S., Baranović, B., ... Alves, S. (2016).
- [19] Widiatmika, K. P. (2015). *Etika Jurnalisme Pada Koran Kuning : Sebuah Studi Mengenai Koran Lampu Hijau*, 16(2), 39–55.
- [20] Yuspian, G., Nanang, E., & Bayu Hari, A. (2017). Kata kunci : Pengelasan, kekuatan kekuatan tarik dan kekerasan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 2(1), 1–12.
- [21] Widarto, S. (2008). *Petunjuk Kerja Las*. Jakarta : Erlangga.