

Analisa Pengaruh Variasi Arus Pengelasan GTAW pada Material Plat SS 400 Disambung Dengan Material Plat SUS 304 Terhadap Sifat Mekanis

Dony Perdana¹

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Maarif Hasyim Latif
Sidoarjo,

Jl. Ngelom Megare, Taman, Sidoarjo 61259, Telp. 031-7885205, Fax. 031-
7885205, Jatim, Indonesia

E-mail : dony_perdana@yahoo.co.id

Abstrak

Pengelasan logam tak sejenis (*dissimilar metals*) antara baja karbon dan baja tahan karat semakin banyak diterapkan karena tuntutan desain dan tuntutan ekonomi. Permasalahan pada pengelasan baja tahan karat austenitik adalah terbentuknya tegangan sisa dan ditorsi akibat angka pemuaian yang lebih besar dari pada baja, penurunan ketahanan korosi, penurunan sifat mekanis dan pengetasan akibat terbentuknya endapan halus (*precipitate*) karbida krom yang mengendap diantara batas butir austenit. Untuk itu dilakukan penelitian untuk mengetahui sifat mekanisnya dengan metode uji tarik. Dari penelitian secara uji tarik pada pengelasan GTAW didapatkan *ultimate strength* dan beban *yield* tertinggi terdapat pada spesimen dengan arus pengelasan 100 A dengan $U_{\frac{1}{2}} = 61,24 \text{ kgf/mm}^2$ dan $P_{\frac{1}{2}} = 31,38 \text{ kN}$. Dari hasil uji tarik terbukti bahwa kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen dengan arus pengelasan 100A ($25,59 \text{ kg/mm}^2$), akibat dari adanya tegangan sisa yang timbul selama pemanasan dan pendinginan. Dari hasil uji kekerasan, daerah HAZ lebih tinggi kekerasannya dibandingkan dengan logam induk baja SS 400 dan baja tahan karat SUS 304. Ini disebabkan butiran *ferit* dan *perlit* pada HAZ lebih kecil dari pada butiran *ferit* dan *perlit* yang ada pada logam induk. Dimana untuk arus 80 A lebih tinggi nilai kekerasannya dibandingkan dengan arus 100 A. Ini disebabkan karena butiran *ferit* dan *perlit* pada arus 80 A lebih kecil.

Kata Kunci : GTAW, SS 400, SUS 304, Uji Kekerasan, Uji Tarik

1. Pendahuluan

Sambungan dari logam berbeda (*dissimilar metals*) telah ditemukan penggunaannya secara luas dalam pembangkit tenaga listrik, elektronik, reaktor nuklir, petrokimia, industri kimia, konstruksi sipil, bejana dan penukar panas dan beberapa diterapkan di industri lainnya [1,5,9,11,13]. Oleh karena itu, penerapan pada kerangka bangunan, baja tahan karat digunakan secara efisien dengan pengelasan yang berbeda antara baja tahan karat dan baja karbon dengan penggunaan yang efektif dan ekonomis dari sifat-sifat khusus dari masing-masing baja bergantung pada struktur yang sama [1,5,11,13]. Berbagai macam masalah muncul dalam pengelasan yang berbeda seperti keretakan, luasnya tegangan sisa dari hasil lasan, perpindahan atom selama pengelasan menyebabkan konsentrasi tegangan pada salah satu sisi hasil pengelasan, tegangan tekan dan tegangan tarik yang dipengaruhi oleh panas, korosi dan lainnya. Baja karbon merupakan salah satu jenis logam yang paling banyak digunakan diberbagai bidang teknik terutama untuk keperluan industri seperti konstruksi bangunan, konstruksi pesawat terbang,

pembuatan alat-alat perkakas, dan lain-lain [4,6]. Banyaknya pemakaian jenis logam ini tidak terlepas dari sifat-sifat yang dimilikinya diantaranya adalah; mudah diperoleh di pasaran, mudah dibentuk/diproses atau mempunyai sifat permesinan yang baik dan harganya relatif murah [8]. Baja tahan karat adalah salah satu bahan yang paling populer yang banyak diterapkan pada kerangka bangunan, karena sifat fisik sangat baik tetapi meningkatkan biaya bangunan. Penyambungan baja tahan karat dengan baja karbon merupakan penerapan yang umum pada industri listrik tenaga thermal, pipa baja tahan karat sering kali menghadapi suhu tinggi dan tekanan uap dan membawa temperatur yang dilewati dan mungkin tekanan di bawah tingkatan tertentu, baja karbon rendah dan paduan rendah pada pipa saluran dilakukan secara memadai dan mengurangi biaya struktur secara keseluruhan [2,3,7]. Pengelasan TIG memberikan kontrol kontrol lebih terhadap SMAW dan proses pengelasan MIG, memberikan kualitas hasil lasan yang lebih tinggi dalam berbagai macam logam dan paduan. Oleh karena itu, hal ini paling sering digunakan untuk menyambung baja tahan karat dan logam lainnya

[10,12]. Sifat Tegangan tarik dan karakterisasi struktur mikro pengelasan *inersia* gesekan pernah dilakukan untuk baja tahan karat 304L dan memiliki nilai antara 600-732 MPa [14]. Proses pengelasan TIG dapat diterapkan hampir semua jenis pengelasan pada umumnya yang menggunakan proses pengelasan *oxy asetilen* atau bahan bakar oksigen dan proses pengelasan busur pelindung. Proses pengelasan TIG menghasilkan beads yang kuat pada jenis beragam dari logam. Proses pengelasan TIG menghasilkan peleburan dari aluminium, magnesium, baja tahan karat, baja paduan rendah, baja lunak, bahan monel, dan lain lain. Pada penelitian ini, baja tahan karat (SUS) 304 yang akan disambung dengan baja mild steel (SS 400) dengan proses pengelasan *Tungsten Inert Gas (TIG)*, dengan memvariasikan arus 80 A dan 100 A sehingga bisa menyelidiki pengaruh dari variasi arus terhadap kekuatan tarik dan kekerasan dari sambungan logam.

2. Metode

Metodologi penelitian merupakan cara yang ditempuh untuk mencapai tujuan dari penelitian. Keberhasilan dalam penelitian ini tergantung dari metode yang digunakan. Agar kegiatan penelitian berhasil dengan baik, maka diperlukan suatu metode atau teknik yang ilmiah yang terancang dan dapat ipertanggungjawabkan. Jenis Penelitian ini merupakan penelitian *diskriptif kualitatif* adalah metode penelitian *eksperimen*, yaitu kegiatan percobaan secara langsung terhadap benda uji untuk melihat hasil yang terjadi perlakuan yang diberikan terhadap obyek, dalam hal ini adalah *base metal plat SS400* dan *base metal plat SUS 304* dengan tebal 5 mm dengan sudut 35° sebanyak 6 *test pieces* yang dilas dengan las GTAW dengan menggunakan elektroda ER 308 L dengan diameter kawat 1,6 mm.

2.1 Metode Pengumpulan Data

Adapun pengumpulan data yang di gunakan dengan mengadakan penelitian secara langsung terhadap objek di laboratorium produksi UMAHA, metode ini secara singkat terdiri dari:

1. Studi literatur

Dalam penyelesaian permasalahan yang ada yaitu dengan menggunakan pendekatan secara teoritis baik dari buku-buku, *training book*, maupun dari *browsing*. Sehingga diharapkan hasilnya sesuai dengan tujuan yang diinginkan sesuai dengan prosedur yang dirancang dan tidak terdapat permasalahan dalam penelitian.

2. Pengumpulan data

a. *Observasi*, yaitu pengumpulan data dengan melakukan penelitian, baik secara langsung maupun tidak langsung.

- b. Mempelajari jenis plat yang akan diteliti dan mengetahui sifat mekanis dan komposisi kimia pada baja yang akan digunakan.
- c. Mempelajari metode pengelasan yang akan digunakan, yaitu metode pengelasan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*)
- d. Wawancara, yaitu pengumpulan data dengan sistem tanya jawab kepada bagian *workshop* laboratorium produksi UMAHA.
- e. Mempersiapkan pembuatan *specimen* dan pengujian yang akan dilakukan

3. Bahan Spesimen Uji

Spesimen uji yang digunakan adalah jenis SS 400 dan SUS 304 dengan ketebalan 5 mm dengan data sebagai berikut :

a) Komposisi kimia Plat SS 400

Kandungan Unsur	Nilai (%)
C	25
Si	0,1-0,5
Mn	0,4-0,7
P	0,04
S	0,05

Sifat Mekanik Plat SS 400

Tensile Strength (MPa)	Yield Strength (MPa)	Elongation (%)
450-510	245	21

a) Komposisi kimia Plat SUS 304

Kandungan Unsur	Nilai (%)
C	0,08
Si	1
Mn	2
P	0,045
S	0,03
Cr	18-20
Ni	8-10,5
N	0,1

Sifat Mekanik Plat SUS 304

Tensile Strength (MPa)	Yield Strength (MPa)	Elongation (%)
515	205	40

4. Elektroda untuk uji

Sedangkan kawat las yang digunakan dalam penelitian ini disesuaikan dengan karakteristik material dasar yang akan dilas dan metode proses

pengelasan yang digunakan yaitu proses las GTAW dengan data :

- a. Elektroda untuk proses GTAW yaitu AWS ER308L diameter 1,6 mm dengan pelindung gas argon, berat satu rol 5 kg. dengan data sebagai berikut :

Kekuatan mekanis

Tensile Strength (N/mm ²)	Yield Strength (N/mm ²)	Elongation (%)
>550	480	35

Komposisi kimia

Kandungan Unsur	Nilai (%)
C	0,03
Si	0,25-0,60
Mn	1-2,5
Cr	20,2
Ni	9,9

2.2 Metode Analisis Data

1. Persiapan eksperimen

Dalam pelaksanaan eksperimen dalam bangku kerja harus dirancang sedemikian rupa sehingga dalam pelaksanaannya data yang diambil akurat dan dapat menekan kemungkinan dari kesalahan. Untuk itu perlu persiapan yang matang sebelum pelaksanaan antara lain :

- a. Alat yang digunakan :
Peralatan Las GTAW lengkap, Gerinda tangan, Kikir persegi dan Mesin Amplas
- b. Peralatan keselamatan kerja
Apron, Werpak, Sarung tangan, Tang las, Sepatu las dan Masker

2. Pengujian

Bahan sampel hasil pengelasan GTAW yang telah dilas dan dibentuk specimen sesuai tandart kemudian dilakukan pengujian yang meliputi :

Uji Merusak (*Destructive Test*)

- Uji Tarik (*Tensile Test*)

Pada pengujian uji tarik yang dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* yang dihubungkan langsung dengan *plotter*, sehingga diperoleh grafik tegangan (N/mm²) dan regangan (%) yang memberikan informasi data berupa tegangan *ultimate* (*ult*), *modulus elastisitas* bahan (*E*). Pengujian tarik dilakukan dengan menyiapkan *spesimen* uji yang sudah di las dan dibentuk sesuai dengan standar *ASTM E-8*, kemudian specimen uji di pasang pada alat pencekam (*grip*) pada

upper crosshead dan mencekam pencekam agar *spesimen* tersebut tidak tergelincir/lepas. Langkah selanjutnya adalah menghidupkan mesin pengujian sehingga pada layar komputer akan tampil koordinat x-y. Pada saat pengujian berlangsung perhatikan perubahan besar beban, hingga terdengar bunyi suara atau melihat *spesimen* putus.

- Uji Kekerasan (*Hardness Test*)

Kekerasan (*Hardness*) suatu bahan boleh jadi merupakan sifat mekanik yang paling penting, karena pengujian sifat ini dapat digunakan untuk menguji homogenitas suatu material. Selain itu kekerasan dapat digunakan untuk mengetahui sifat-sifat mekanik yang lain bahkan nilai kekuatan tarik yang dimiliki suatu material dapat dikonversi dari kekerasannya. Metode pengujian kekerasan *Rockwell* menggunakan *indenter*, *indenter* yang digunakan adalah intan yang berbentuk *pyramid* yang beralas bujur sangkar dengan sudut puncak antara dua sisi yang berhadapan adalah 136° dengan pembebanan 100 kg dengan menekan *indenter* pada permukaan *specimen* selama 10 – 30 detik.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Uji Tarik

Perhitungan Uji Tarik untuk pengelasan GTAW dengan arus 80 A:

~ Ultimate Strength	~ Beban Yield
$U_s = P_u/A_0$	$P_y = Y_s \cdot A_0$
= 7838 Kgf/ 125 mm ²	= 16,88 x125
= 62,7 Kgf/mm ²	= 2110 Kgf
	= 20,7 KN

~ Regangan maksimum

$$\begin{aligned} \max &= (L/L_0) \times 100\% \\ &= (30/300) \times 100\% \\ &= 10\% \end{aligned}$$

Perhitungan Uji Tarik untuk pengelasan GTAW dengan arus 100 A:

~ Ultimate Strength	~ Beban Yield
$U_s = P_u/A_0$	$P_y = Y_s \cdot A_0$
= 7639 Kgf/ 125 mm ²	= 16,21 x125
= 61,11 Kgf/mm ²	= 2026,25 Kgf
	= 19,87 KN

~ Regangan maksimum

$$\begin{aligned} \max &= (L/L_0) \times 100\% \\ &= (24/300) \times 100\% \\ &= 8\% \end{aligned}$$

3.1 Tabel

Tabel 1. Hasil Uji Tarik (Tensile Strength)

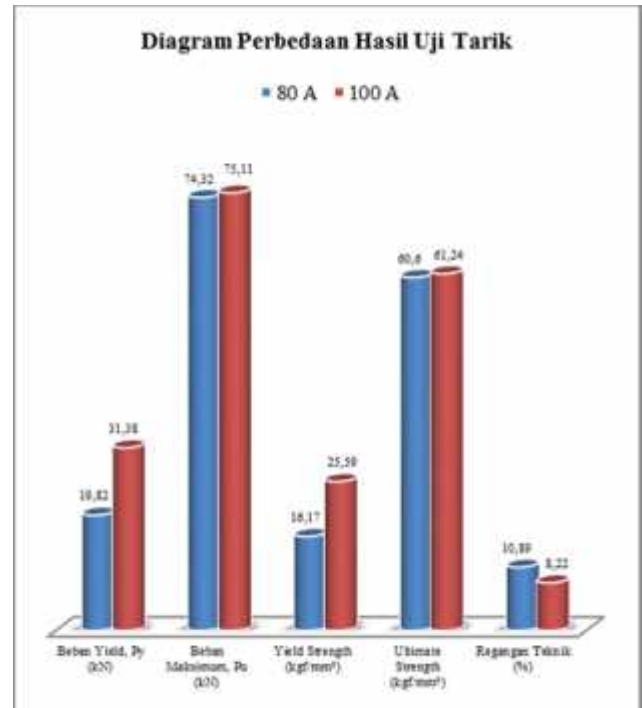
No	Besaran dan Satuan	Arus 80 A			Rata-Rata
		1	2	3	
1	Beban pada skala penuh (kg)	120	120	120	120
2	Panjang awal (mm)	300	300	300	300
3	Tebal awal (mm)	5	5	5	5
4	Beban Yield, Py (kN)	20.07	19.68	19.09	18.82
5	Beban maksimum, Pu (kN)	76.9	74.05	72.03	74.32
6	Panjang setelah patah, L1 (mm)	330	335	333	332.67
7	Tebal setelah patah, D1 (mm)	4	4	3	3.67
8	Yield Strength (kgf/mm ²)	16.88	16.05	15.57	16.17
9	Ultimate Strength (kgf/mm ²)	62.7	60.38	58.73	60.6
10	Regangan teknik (%)	10	11.67	11	10.89

No	Besaran dan Satuan	Arus 100 A			Rata-Rata
		1	2	3	
1	Beban pada skala penuh (kg)	120	120	120	120
2	Panjang awal (mm)	300	300	300	300
3	Tebal awal (mm)	5	5	5	5
4	Beban Yield, Py (kN)	19,87	27,64	46,62	31,38
5	Beban maksimum, Pu (kN)	74,94	75,79	74,6	75,11
6	Panjang setelah patah, L1 (mm)	324	320	330	324,67
7	Tebal setelah patah, D1 (mm)	4	4	3	3,67
8	Yield Strength (kgf/mm ²)	16,21	22,54	38,02	25,59
9	Ultimate Strength (kgf/mm ²)	61,11	61,8	60,83	61,24
10	Regangan teknik (%)	8	6,67	10	8,22

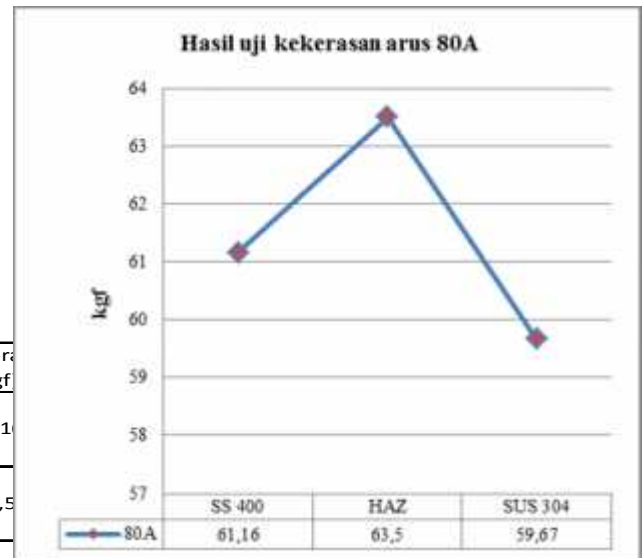
Tabel 2 Hasil Uji Kekerasan (Hardness) Rocwell

No	Arus	Area	Titik	Result (kgf)	Rata-rata (kgf)
1	80 A	SS 400	A1	59	61,16
			A2	75,5	
			A3	49	
		HAZ	A1	61	63,5
			A2	80,5	
			A3	49	
		SUS 304	A1	59	59,67
			A2	70	
			A3	50	
2	100 A	SS 400	A1	61,5	55,83
			A2	56	
			A3	50	
		HAZ	A1	62	56
			A2	56	
			A3	50	
		SUS 304	A1	61,5	55,5
			A2	54	
			A3	51	

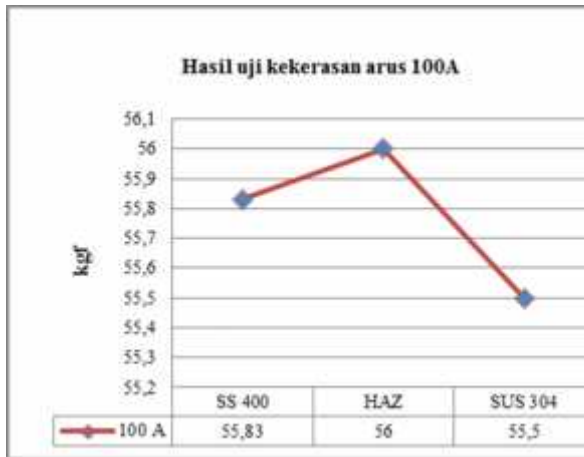
3.2 Gambar



Gambar. 1 Grafik Perbedaan Hasil Uji Tarik



Gambar 2 Grafik hasil uji kekerasa Arus 80



GOTECH Tensile Test
 100 A (Spesimen 1)

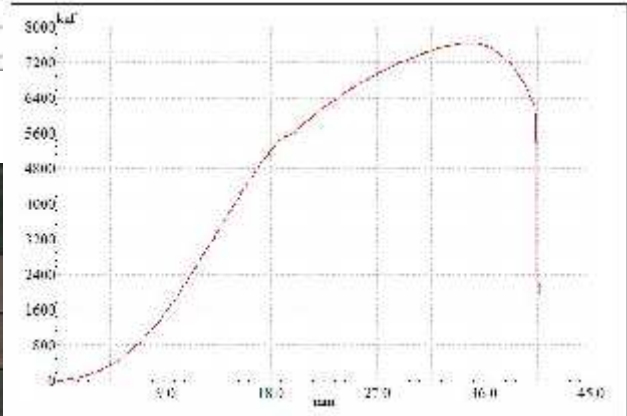
Test No	Max Load (kgf)	Yield strength (kgf/mm ²)	Break Load (kgf)	Elongation (mm)
1	7629,245	16,210	2281,495	110,178
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---

Gambar 3 Grafik hasil uji kekerasan Arus 100

A



Gambar 4. Spesimen yang akan di Uji Tarik

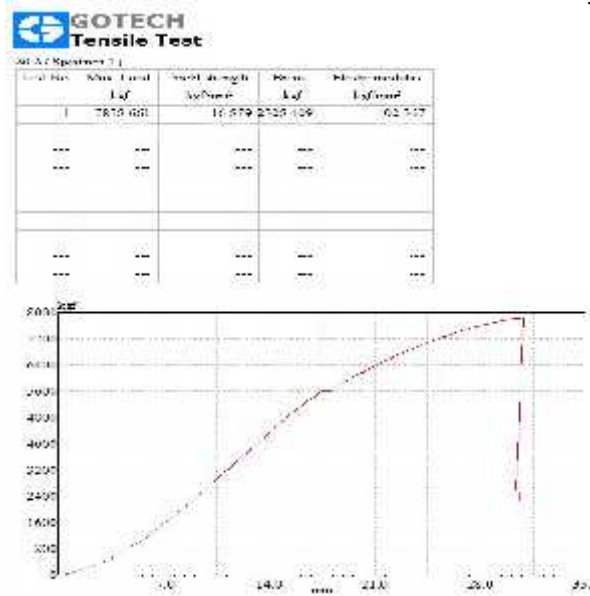


Gambar 6. Grafik Uji Tarik Arus 100 A (Spesimen 1)

4. Kesimpulan

Dari percobaan yang telah dilakukan, kesimpulan yang didapat untuk material jenis baja SS 400 dengan baja tahan karat SUS 304 bentuk plat dalam dua variasi arus pengelasan (80A, 100A) dengan las argon (GTAW) dengan menggunakan filler ER 308 L

1. Dari hasil uji tarik dapat kita hitung bahwa ultimate strength dan beban yield tertinggi terdapat pada spesimen dengan arus pengelasan 100 A dengan $U_2 = 61,24 \text{ kgf/mm}^2$ dan $P_3 = 31,38 \text{ kN}$
2. Dari hasil uji tarik terbukti bahwa kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen dengan arus pengelasan 100A (25,9 kg/mm²), akibat dari adanya tegangan sisa yang timbul selama pemanasan dan pendinginan.
3. Dari hasil uji kekerasan, daerah HAZ lebih tinggi kekerasannya dibandingkan dengan logam induk baja SS 400 dan baja tahan karat SUS 304. Ini disebabkan butiran ferit dan perlit pada HAZ lebih kecil dari pada butiran ferit dan perlit yang ada pada logam induk.
4. Dari hasil uji kekerasan, untuk arus 80 A lebih tinggi nilai kekerasannya dibandingkan dengan arus 100 A. Ini disebabkan karena butiran ferit dan perlit pada arus 80 A lebih kecil. Semakin besar



Gambar 5. Grafik Uji Tarik Arus 80 A (Spesimen 1)

arus yang digunakan maka semakin besar pula butiran *ferit* dan *perlit* yang terbentuk akibat pengelasan.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih dan rasa hormat kepada;

1. Ketua Yayasan YPM Sidoarjo
2. Bapak Rektor Universitas Maarif Hasyim Latif (UMAHA) Sidoarjo.
3. Bapak Wakil Rektor II (Keuangan) UMAHA Sidoarjo.
4. Bapak Koordinator Laboratorium Produksi UMAHA.
5. Bapak Ir. Edy Gunawan, MT selaku Ketua Prodi Teknik Mesin UMAHA Sidoarjo
6. Bapak-bapak Dosen Teknik Mesin UMAHA Sidoarjo

Semua pihak yang telah memberikan bantuan yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Daftar Pustaka

- [1] A. Joseph, S.K. Rai, T. Jayakumar & N. Murugan, (2005) "Evaluation of residual stresses in dissimilar weld joints", Int. J. Pressure Vessels Pip., Vol. 82, pp 700-705.
- [2] A. Ul-Hamid, H.M. Tawancy & N.M. Abbas, (2005) "Failure of weld joints between carbon steel pipe and 304 stainless steel elbows", Eng. Fail. Anal., Vol. 12, No. 2, pp 181-191.
- [3] B. Srinivasan, V. Muthupandi, W. Dietzel & V. Sivan, (2006) "An assessment of impact strength and corrosion behaviour of shielded metal arc welded dissimilar weldments between UNS 31803 and IS 2062 steels", Mater. Des., Vol. 27, No. 3, pp 182-191.
- [4] Baumer, B.M.J. 1994. "Ilmu Bahan Logam". Bhratara, Jakarta.
- [5] C. Jang, J. Lee, J.S. Kim & T.E. Jin, (2008) "Mechanical property variation within Inconel 82/182 dissimilar metal weld between low alloy steel and 316 stainless steel", Int. J. Press. Vessels Pip., Vol. 85, pp 635-646.
- [6] Japrie Sriati. 1996. "Metalurgi Mekanik", Erlangga, Jakarta.
- [7] J.C. Lippold & D.J. Kotechki, (2005) "Welding Metallurgy and Weldability of Stainless Steels" John Wiley and Sons, New Jersey.
- [8] Lawrence H.V.V. 1989. "Ilmu dan Teknologi Bahan". Erlangga, Jakarta
- [9] L. Gardner, (2005) "The use of stainless steel in structures", Prog. Struct. Engng. Mater., Vol. 7, pp 48-55.
- [10] L.M. Liu, Z.D. Zhang, G. Song & L. Wang, (2007), *Metall. Mater. Trans. A*, Vol.38, No.3, pp.649.
- [11] O. Muránsky, M.C. Smith, P.J. Bendeich & L. Edward, (2011) "Validated numerical analysis of residual stresses in Safety Relief Valve (SRV) nozzle mock-ups", *Comput. Mater. Sci.*, Vol. 50, pp 2203-2215.
- [12] T.S. Chern, K.H. Tseng & H.L. Tsai, (2011), *Mater. Des.*, Vol. 32, No.1, pp. 255.
- [13] Z. Sun & R. Karppi, (1996) "The application of electron beam welding for the joining of dissimilar metals: an overview", *J. Mater. Process. Technol.*, Vol. 59, pp 257-267.
- [14] Z. Sun & R. Karppi, (1996), *J. Mater. Process. Technol.*, Vol.59, pp. 257.



SEMINAR NASIONAL
**REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281 Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294
Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471

**BERITA ACARA
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL RETII Ke - 11 TAHUN 2016**

Pada hari ini Sabtu, tanggal 10 bulan Desember, tahun 2016 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) Ke -11, atas:

Nama Pemakalah : Dony Perdana
Judul Makalah : *Analisa Pengaruh Variasi Arus Pengelasan GTAW pada Material Plat SS 400 Disambung dengan Material Plat SUS 304 terhadap Sifat Mekanis*
Pukul : 13.15 – 13.30 WIB
Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, D.I. Yogyakarta 55281
Ruang : D.11
Moderator : Ir. Eka Yawara, MT.
Notulen : Agus Dwi Iskandar, S.Pd., M.Eng

Susunan Acara Seminar ini dibuka oleh moderator, diikuti oleh Pemaparan Singkat Hasil Penelitian Oleh Pemakalah, Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan Pemakalah, dan ditutup kembali oleh moderator.

Jumlah Peserta yang Hadir : _____ Orang (Daftar Hadir Terlampir)

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenarnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 10 Desember 2016

Ketua Panitia,

Dr. Ir. Sugiarto, MT.

Moderator,

Ir. Eka Yawara, MT.

Pemakalah,

Dony Perdana



SEMINAR NASIONAL
REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281 Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294
Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471

NOTULEN JALANNYA
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL RETII Ke - 11 TAHUN 2016

Nama Pemakalah : Dony Perdana
Judul Makalah : *Analisa Pengaruh Variasi Arus Pengelasan GTAW pada Material Plat SS 400 Disambung dengan Material Plat SUS 304 terhadap Sifat Mekanis*
Pukul : 13.15 – 13.30 WIB
Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, D.I. Yogyakarta 55281
Ruang : D.11

Jalannya Acara Seminar:

1. Pembukaan oleh Moderator.
2. Paparan Singkat Hasil Penelitian oleh Pemakalah.
3. Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan dari Pemakalah.

Adapun pertanyaan/kritik/saran dari Peserta Seminar terhadap Pemakalah serta tanggapan Pemakalah adalah sebagai berikut:

Pertanyaan / Kritik / Saran	Tanggapan Pemakalah


4. Penutup: Oleh Moderator.


Yogyakarta, 10 Desember 2016


Ketua Panitia,

Moderator,

Pemakalah,


Dr. Ir. Sugiarto, MT.


Ir. Eka Yawara, MT.


Dony Perdana