

PENGENDALIAN DISTORSI PADA PEMBUATAN *SIDEWALL* KERETA MENGGUNAKAN PENGELASAN GMAW

Johanes¹, *Ari wibowo², dan Roza puspita¹

Politeknik Negeri Batam

¹Program Studi Teknik Mesin

²Program Studi Teknologi Rekayasa Pengelasan dan Fabrikasi

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia*

*E-mail: johanessib3@gmail.com

Abstrak

Deformasi merupakan perubahan bentuk atau pergeseran dari benda yang dilas akibat dari penyusutan. Penyusutan akibat pengelasan tidak dapat dihindari pada benda atau logam yang disambung dengan las, sebab proses pengelasan memerlukan pemanasan dengan temperatur yang cukup tinggi, sehingga pada saat pendinginan terjadi penyusutan yang mengakibatkan perubahan ukuran sambungan las atau bentuk dari logam yang dilas. Pada saat dilas mempunyai bentuk lurus tetapi setelah selesai dilas atau setelah dingin menjadi bengkok. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengurangi dampak deformasi dari pengelasan GMAW pada *sidewall* kereta dengan ukuran dimensi *sidewall* tidak berubah terlalu jauh atau masih memenuhi ukuran toleransi yang ditentukan. Untuk meminimalisir dampak deformasi dari pengelasan GMAW pada *sidewall* agar tidak berubah terlalu jauh atau masih memenuhi ukuran toleransi yang ditentukan, tahapan yang perlu dilakukan adalah proses instalasi material yang benar, menggunakan alat bantu seperti penjepit, melakukan urutan pengelasan secara bertahap, dan menggunakan pengelasan intermiten. Hasil dari penelitian menyatakan bahwa distorsi membuat ukuran *sidewall* menjadi menyusut dan ukuran panjang menjadi berkurang sebesar 2 – 4 milimeter, yang dimana ukuran *sidewall* masih dalam batas ukuran toleransi.

Kata kunci: Deformasi pengelasan, Pengelasan intermiten, Urutan Pengelasan, GMAW

Abstract

Deformation is a change in shape or shift of the object being welded as a result of shrinkage. Shrinkage due to welding cannot be avoided in objects or metals that are welded, because the welding process requires heating to a fairly high temperature, so that during cooling shrinkage occurs which results in changes in the size of the welded joint or the shape of the metal being welded. When welded it has a straight shape but after it is finished welded or after it cools it becomes bent. The aim of this research is to reduce the impact of deformation from GMAW welding on the sidewall of the carriage so that the dimensions of the sidewall do not change too much or still meet the specified tolerance sizes. To minimize the impact of deformation from GMAW welding on the sidewall so that it does not change too far or still meets the specified tolerance sizes, the steps that need to be taken are the correct material installation process, using tools such as clamps, carrying out the welding sequence in stages, and using intermittent welding. The results of the research state that the distortion causes the size of the sidewall to shrink and the length to be reduced by 2 – 4 millimeters, which is where the size of the sidewall is still within the tolerance limit.

Keywords : *Welding deformation, Intermittent welding, Welding sequence, GMAW*

1. Pendahuluan

Pengelasan merupakan suatu teknik menyambungkan logam dengan cara mencairkan elektroda dan logam yang akan disambung atau menggunakan daya tekan untuk menghasilkan sambungan logam. Ketika logam mencair maka elektroda ikut mencair dan bercampur dengan logam dasar. Setelah kedua komponen tersebut mencair dan menyatu maka kemudian terjadi proses pendinginan yang membuat hasil pengelasan mengeras sehingga membentuk ikatan padat. Tujuan dari pengelasan yaitu untuk membuat sambungan logam yang kuat dan tahan lama disegala cuaca dan kondisi. Untuk mencairkan elektroda dan logam membutuhkan sumber panas. Sumber panas dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain busur listrik, gas, dan gesekan. [1]

Metode pengelasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengelasan GMAW. Las GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) merupakan pengelasan busur yang menggunakan gas sebagai bahan pelindung. Elektroda yang digunakan berupa elektroda *roll* yang bahan tambahannya berada didalam kawat berupa serbuk. Pengelasan ini menggunakan gas mulia seperti argon dan gas CO₂ sebagai pelindung busur logam yang mencair dari pengaruh atmosfer. [3]

Selama pengelasan, pengelasan dan area sekitarnya mengalami siklus pemanasan dan pendinginan lokal. Oleh karena itu, distribusi suhu dalam pengelasan tidak seragam, dan perubahan struktural dan metalurgi terjadi saat pengelasan berlangsung di sepanjang sambungan. Pada saat kolam las mengeras dan menyusut, ia mulai memberikan tekanan pada logam las di sekitarnya dan zona yang terkena dampak panas. Tergantung pada jumlah input panas pengelasan, tekanan ini bisa cukup tinggi untuk menyebabkan perubahan dimensi ke bagian, yang dikenal sebagai *Welding Distortion*. [2] Distorsi adalah cacat pengelasan yang tidak mudah dihindari apabila teknik pengelasan tidak dirancang dengan benar. Distorsi terbagi menjadi tiga jenis yaitu distorsi *longitudinal* adalah perubahan bentuk yang terjadi sepanjang garis pengelasan, distorsi *transversal* yaitu perubahan bentuk atau ukuran pada garis melintang pada sambuh pengelasan, dan distorsi *angular* adalah perubahan bentuk terhadap sudut. Distorsi akan menyebabkan dimensi dari benda yang akan dilas tidak sesuai dengan desain sebelumnya.

Dalam proses perakitan *sidewall* masalah yang sering terjadi adalah penyimpangan ukuran dimensi akibat distorsi setelah dilakukannya pengelasan. Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk menghilangkan atau meminimalisir distorsi agar ukuran dimensi dapat sesuai dengan desain atau masih dalam batas ukuran toleransi yang diberikan. Untuk meminimalisir distorsi yang terjadi akibat proses pengelasan dapat dilakukan dengan berbagai cara, dimulai dari persiapan kampuh las dan instalasi dengan benar, melakukan *tackweld*, menerapkan *welding sequence*, seta melakukan pengelasan intermiten.

Welding Sequence adalah proses pengelasan dimana manik-manik las ditempatkan berurutan dalam sambungan las. Dengan merencanakan urutan peneglasan dengan benar dapat mengurangi atau menghilangkan distorsi. [2]

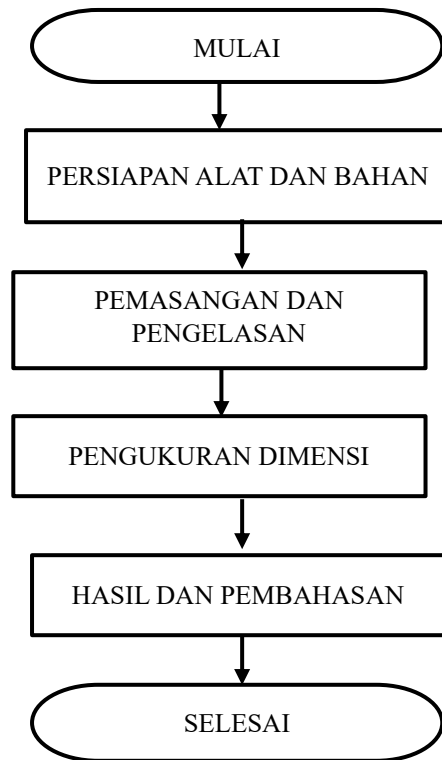
Tack welding adalah proses pengelasan pendek yang digunakan untuk mengunci persiapan pengelasan atau kampuh las untuk mencegah komponen bergerak sebelum dilakukannya pengelasan. [9]

Intermittent weld adalah pengelasan pendek di sepanjang sambungan, dengan adanya celah di antara manik-manik las. Celah ini mencegah penumpukan panas yang berlebihan dan mengurangi risiko distorsi. [10]

Dengan menggunakan pengertian di atas, kita dapat mengurangi dan mencegah terjadinya distorsi akibat pengelasan. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan *sidewall* gerbong kereta Skoda Transporasion memiliki dimensi yang masih dalam ukuran toleransi setelah dilakukannya pengelasan.

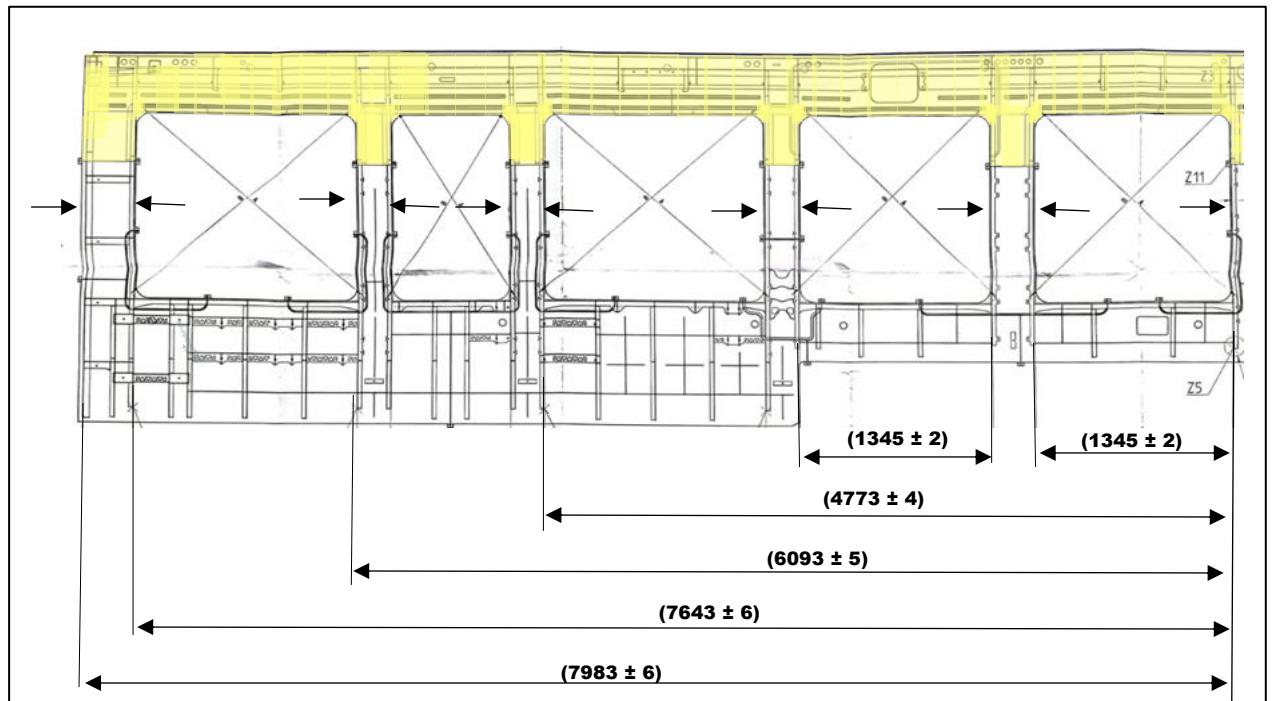
2. Metodologi Penelitian

2.1 Diagram Air Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Pengendalian Distorsi

2.2 Dimensi Sidewall



Gambar 2. Ukuran Dimensi Sidewall

Pada gambar 2 menunjukkan ukuran dimensi panjang *sidewall* beserta toleransi yang dapat diterima setelah dilakukannya proses pengelasan. Dimensi yang tertera pada gambar adalah jarak antara tiang-tiang bagian luar (sisi panah) *sidewall*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengurangi distorsi agar ukuran *sidewall* tidak berubah atau masih dalam batas toleransi, setelah dilakukannya pengelasan.

2.3 Parameter pengelasan

Dalam proses fabrikasi *sidewall* terdapat WPS yang berisi tentang standar yang digunakan yang berisi parameter- parameter pengelasan, material, dan elektroda. Pada proses pengelasan *sidewall* terdapat 2 WPS yang digunakan yaitu WPS 378 dan WPS 355.

Tabel 1. Tabel Parameter Pengelasan GMAW WPS 378/21

Jenis Material	ISO/TR 15608 grup 1.4
Ketebalan	2 - 6 mm
Proses Pengelasan	GMAW
Posisi Pengelasan	PB
Diameter (mm)	1.0 mm
Polaritas	DCEP
A (amp)	170 - 210
V (volt)	19 - 25
TS (mm/min)	480 - 580

Tabel 2. Tabel Parameter Pengelasan GMAW WPS 355/21

Jenis Material	ISO/TR 15608 grup 1.4
Ketebalan	3 mm
Proses Pengelasan	GMAW
Posisi Pengelasan	PA
Diameter (mm)	1.0 mm
Polaritas	DCEP
A (amp)	110 - 150
V (volt)	18 - 23
TS (mm/min)	150 - 200

2.4 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di perusahaan Skoda Transportasion dan berfokus pada perakitan *sidewall* kereta, perusahaan ini bergerak di bidang transportasi seperti mobil dan kereta. Perusahaan ini berlokasi di Plizen, Republik Ceko.

2.5 Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah:

1. *Clamp*
2. *Roll meter*
3. *Paint marker*
4. Mesin las GMAW beserta elektroda yg digunakan
5. Penyiku
6. Mistar
7. Penggores baja

2.6 Prosedur Perakitan dan Pengelasan

A. Perakitan *Sidewall*

Pada perakitan *sidewall* tidak seluruh bagian dirakit dan dilas pada penelitian ini. Seperti yang terlihat pada gambar 2 , komponen yang berwarna kuning adalah bagian atas *sidewall* yang sudah dirakit dan dilas secara otomatis menggunakan robot. Kemudian dalam perakitan *sidewall* terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

1. Perakitan dinding *sidewall*

Dinding *sidewall* merupakan bagian terluar dari *sidewall*. Dalam perakitan dinding, komponen-komponen sudah melalui proses pemotongan menggunakan mesin sehingga sudah memiliki berbagai macam bentuk. Seluruh komponen yang akan dipasang memiliki ketebalan 3 milimeter. Berikut merupakan tahapan-tahapan dalam perakitan dinding:

- Tahapan pertama, komponen-komponen disusun dan diletakkan di atas meja khusus pembuatan *sidewall* dengan ukuran yang tertera pada *drawing*.
- Tahapan kedua adalah melakukan persiapan kampuh las, besar gap antar komponen adalah 2 – 3 milimeter. Semakin besar gap antar komponen maka semakin besar pula distorsi yang dihasilkan dari pengelasan.
- Tahapan ketiga. Setelah penyetingan ukuran dan *bevel preparation* telah sesuai, maka setiap komponen dikunci menggunakan *clamp* dan dilakukan *tack weld*.
- Tahapan yang terakhir adalah melakukan pengelasan.



Gambar 3. Pemasangan *Clamp* pada perakitan dinding

2. Pemasangan tiang dan komponen

Setelah dinding *sidewall* telah selesai dilas, tahapan berikutnya adalah pemasangan tiang dan komponen lainnya. Tiang ini berfungsi sebagai menopang dinding *sidewall* yg tipis. Berikut adalah tahapan dalam pemasangan tiang pada *sidewall*:

- Sebelum pemasangan, pada bagian dalam tiang akan diberikan *marking* menggunakan paint marker untuk pengelasan intermiten. Untuk dimensi pengelasan intermiten adalah 20 milimeter panjang manik las dan 29 milimeter untuk jarak antar manik las.



Gambar 4. Marking untuk pengelasan intermiten

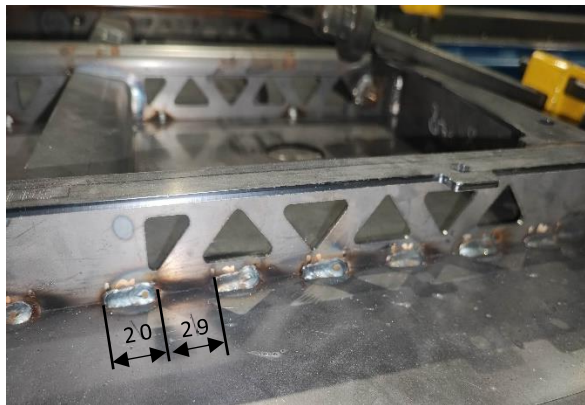
- b. Tahapan selanjutnya adalah pemasangan tiang satu persatu dimulai dari titik center tengah *sidewall*. Setiap tiang dan komponen yang dipasang harus dipastikan tidak memiliki celah dengan dinding *sidewall* sebelum melakukan *tackweld*. Dalam pemasangan tiang, ukuran antar tiang dilebihkan 1 milimeter, sehingga panjang total antar tiang lebih 4-7 milimeter dari ukuran sesungguhnya.
- c. Setelah seluruh tiang dan komponen telah dipasang, tahapan berikutnya adalah melakukan penguncian menggunakan *clamp* pada tiang dan komponen yang akan dilas. Hal ini bertujuan untuk mengurangi efek tarikan dari pengelasan.
- d. Tahapan terakhir adalah melakukan pengelasan.

B. Pengelasan

Pada penelitian ini, pembuatan *sidewall* menggunakan pengelasan GMAW. Teknik pengelasan yang digunakan adalah pengelasan intermiten dan pengelasan kontinyu. Berikut penjelasan teknik pengelasan pada *sidewall* :

1. Pengelasan intermiten.

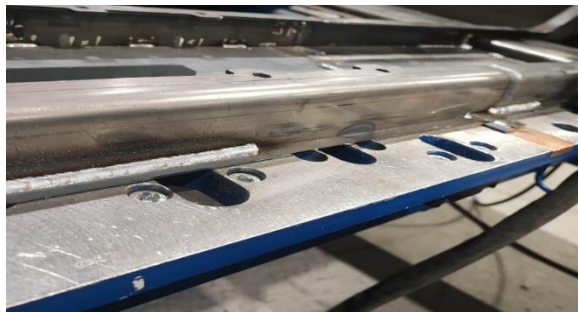
Pengelasan intermiten hanya dilakukan pada bagian dalam tiang *sidewall*, bagian dalam pada tiang ditunjukkan sisi lain dari anak panah pada gambar 2. Setelah proses pemasangan tiang dan komponen selesai tahapan berikutnya adalah melakukan pengelasan seluruh bagian dalam tiang menggunakan teknik ini. Pengelasan dilakukan pada bagian yang sudah di tandai sebelumnya. Panjang manik-manik las adalah 20 mm dan panjang jarak antara manik las adalah 29 mm.



Gambar 5. pengelasan intermiten

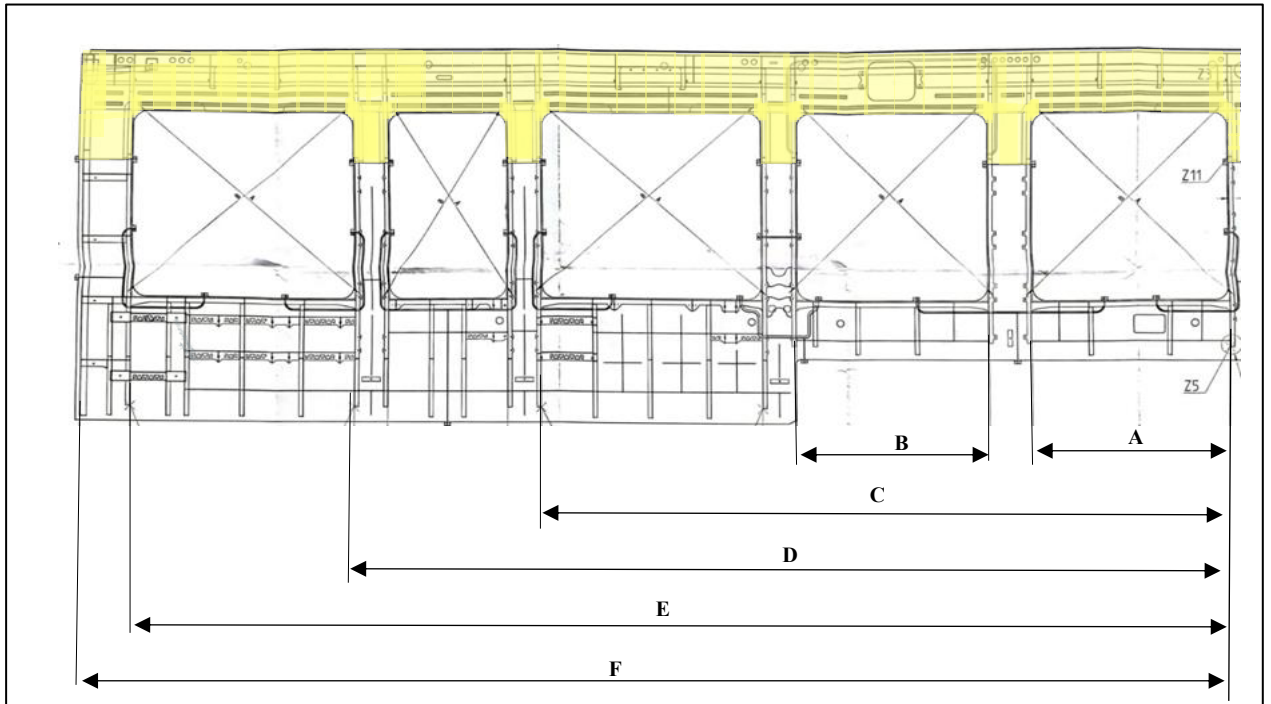
2. Pengelasan kontinyu.

Dalam melakukan pengelasan kontinyu, pengelasan dilakukan secara bertahap. Pengelasan dapat dilakukan menjadi beberapa sambungan dengan panjang manik las 200 – 300 milimeter. Setiap melakukan pengelasan dilakukan *cooldown time* selama 5 – 10 menit, kemudian pengelasan dapat disambung kembali. Teknik pengelasan ini dilakukan dalam pengelasan dinding dan tiang *sidewall*. Seperti gambar 6 pengelasan akan disambung kembali setelah waktu *cooldown time*.



Gambar 6. pengelasan tiang *sidewall*

3. Analisa hasil dan pembahasan



Gambar 7. Ukuran *sidewall* setelah dilakukannya pengelasan

Setelah proses pengelasan selesai dilakukan dan seluruh klem/alat bantu penjepit dilepaskan, akan dilakukan pengukuran dimensi *sidewall* menggunakan *rollmeter*. Pada tabel 3 adalah hasil pengukuran akhir panjang *sidewall* setelah dilakukannya proses pengelasan.

Tabel 3. Data ukuran dimensi *sidewall* setelah proses pengelasan

No	Panjang sebelum pengelasan (mm)	Panjang setelah pengelasan (mm)	Selisih (mm)	Toleransi (mm)
A	1345	1345	0	± 2
B	1345	1344	1	± 2
C	4773	4771	2	± 4
D	6093	6090	3	± 5
E	7643	7640	3	± 6
F	7983	7979	4	± 6

Setelah melakukan pengukuran sebelum dan sesudah pengelasan, selisih ukuran setiap titik masih dalam batas toleransi. Kemudian dari data yang ada, dapat dikatakan bahwasannya:

1. Distorsi membuat ukuran panjang menjadi berkurang atau dapat dikatakan penyimpangan terjadi membuat ukuran *sidewall* menjadi menyusut.
2. Distorsi akibat pengelasan tidak dapat dihilangkan, akan tetapi dapat diminimalisir dengan menggunakan *Welding squance* dan alat bantu seperti klem.
3. Pada saat proses perakitan *sidewall*, ukuran panjang harus di lebihkan 1-3 mm. Hal ini dilakukan agar saat penyimpangan distorsi yang terjadi masih dalam ukuran toleransi.

4. Kesimpulan

Bedasarkan dari hasil akhir pengukuran setelah dilakukannya pengelasan, ukuran *sidewall* masih dalam batas ukuran toleransi. Distorsi yang terjadi menyebabkan penyusutan ukuran *sidewall*, dari hal ini dapat diketahui bahwasannya distorsi akibat pengelasan tidak dapat dihilangkan, tetapi dapat diminimalisir agar penyimpangan yang terjadi tidak begitu besar. Untuk meminimalkan dampak deformasi dari pengelasan GMAW pada *sidewall* agar tidak berubah terlalu jauh atau masih memenuhi ukuran toleransi yang ditentukan, tahapan yang perlu dilakukan adalah penerapan *welding squance*, proses instalasi material yang benar, menggunakan alat bantu seperti penjepit, melakukan urutan pengelasan secara bertahap, dan menggunakan pengelasan intermiten.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zakwan Hilmy¹, Nur Syahroni², Yoyok S. Hadiwidodo³. (2018) *Analisa Pengaruh Variasi Komposisi Gas Pelindung Terhadap Hasil Pengelasan Gmaw-Short Circuit dengan Penggunaan Mesin Khusus Regulated Metal Deposition (RMD). The 2nd Conference on Innovation and Industrial Applications (CINIA 2016)*.
- [2] *Welding Sequence and Welding Distortion Control* Juni 29, 2023 by Sandeep Kumar [Welding Sequence and Welding Distortion Control \(materialwelding.com\)](http://materialwelding.com)
- [3] Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362. (2008) *Pengaruh besar arus pengelasan dan kecepatan volume alir gas pada proses las GMAW terhadap ketangguhan aluminium 5083*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM Vol. 2 No. 2 (112 – 116)
- [4] Prihatno Kusdiyarto¹, Riswan Dwi Djatmiko². (2018) *Analisis Variasi Included Angle Terhadap Distorsi Pada Sambungan Las Smaw*. Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin Volume 3 Nomor 1.
- [5] *Menghindari Distorsi Saat Pengelasan dan Cara Memperbaikinya* Juni 17, 2021 By Victor Palupessi [Menghindari Distorsi Saat Pengelasan dan Cara Memperbaikinya - Indokontraktor.com](http://Indokontraktor.com)
- [6] Taufik Akbar, Budie Santosa. (2012) *Analisa Pengaruh dari Welding Sequence Terhadap Tegangan Sisa dan Deformasi Pada Circular Patch Weld Double Bevel Butt-Joint Plat ASTM A36 Menggunakan Metode Element Hingga*. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 1, No. 1.
- [7] Lisa Agustriyana¹, Yudy Surya Irawan², Sugiarto². (2011) *Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Pengelasan Pada Proses Las Titik (Spot Welding) Terhadap Kekuatan Tarik dan Mikrostruktur Hasil Las Dari Baja Fasa Ganda (Ferrite-Martensite)*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.2, No. 3
- [8] TAJIMA Yusuke¹, RASHED Sherif², OKUMOTO Yasuhisa³, KATAYAMA Yasuo⁴ and MURAKAWA Hidekazu⁵. (2007) *Prediction of Welding Distortion and Panel Buckling of Car Carrier Decks using Database Generated by FEA*. Transactions of JWRI, Vol.36
- [9] C. Heinze^{a,*}, C. Schwenka^b, M. Rethmeier^{a,b}. (2011) *The effect of tack welding on numerically calculated welding-induced distortion*. Journal of Materials Processing Technology
- [10] Sameer, Hashim, Ameen. (2014) *Numerical Investigation of Intermittent weld Fillet in T – Section Structure – A Comparison with Continuous Weld*. Al-Nahrain University, College of Engineering Journal (NUCEJ) Vol.17 No.2