

PENGELASAN SMAW BAJA KARBON RENDAH DENGAN YANG DI *QUENCHING* DAN *NORMALIZING*

D.K. Pratiwi^{1*}, N.P.E. Utami¹, P. Kelana C¹

¹ Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya, Indralaya
Corresponding author: pratiwidiahkusuma@ft.unsri.ac.id

ABSTRAK: Baja karbon rendah adalah jenis baja yang dapat dilas dengan semua jenis pengelasan. Namun sifatnya yang lunak sering kali menyebabkan kesulitan akibat terjadinya kontraksi akibat pendinginan yang terlalu cepat pada penggunaan arus yang tinggi. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan melakukan pengelasan menggunakan *Shield Metal Arc Welding* (SMAW) menggunakan arus $I = 120$ A. Untuk penelitian ini, elektroda yang digunakan adalah E7018. Pengamatan struktur mikro dilakukan dengan melakukan *Quenching* dan *Normalizing* pada daerah lasan, kemudian struktur mikro diamati dengan menggunakan mikroskop. Perubahan struktur mikro ini akan menyebabkan terjadinya perubahan sifat mekanik. Oleh karena itu, dilakukan pengujian kekerasan pada daerah sambungan lasan, yaitu: logam induk, HAZ, dan logam las. Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa terjadi perubahan kekerasan dan struktur mikro yang signifikan pada daerah sambungan lasan.

Kata Kunci: Pengelasan SMAW, baja karbon rendah, quenching, normalizing

ABSTRACT: Low carbon steel is a type of steel that can be welded by any type of welding. However, its soft nature often causes difficulties due to the contraction due to cooling too fast at high current usage. Therefore, research was conducted by conducting welding using Shield Metal Arc Welding (SMAW) using a current of $I = 120$ A. For this study, the electrode used was E7018. Observation of the microstructure was carried out by doing quenching and normalizing the weld area, then the microstructure was observed using a microscope. Changes in the microstructure will cause changes in mechanical properties. Therefore, hardness testing is carried out in the area of the weld joint, namely: the main metal, HAZ, and weld metal. The laboratory test results show that there is a significant change in hardness and microstructure in the area of the weld joint.

Keywords: SMAW Welding, low carbon steel, quenching, normalizing

PENDAHULUAN

Perkembangan dan pertumbuhan industri dalam pemanfaatan baja merupakan bagian yang tak terpisahkan dari teknologi pengelasan. Teknologi ini telah dipergunakan secara luas dalam penyambungan batang-batang pada konstruksi. Luasnya penggunaan teknologi ini disebabkan karena konstruksi yang dibuat dengan menggunakan teknik penyambungan las lebih ringan dan proses pembuatannya lebih sederhana

Penyambungan logam dengan teknik pengelasan akan menghasilkan 3 daerah struktur yaitu daerah logam induk yang tidak mengalami perubahan struktur, daerah logam pengisi dan daerah pengaruh panas (HAZ). Daerah yang rawan mengalami kerusakan adalah daerah pengaruh panas (HAZ), pada daerah ini terjadi perubahan struktur

logam karena pengaruh panas dari logam cair serta elektroda. Untuk mengurangi pengaruh pemanasan setempat akibat proses pengelasan tersebut maka dibutuhkan perlakuan panas.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui :

1. Pengaruh *Normalizing* dan pengaruh *Quenching* terhadap sifat mekanik baja paduan rendah hasil sambungan las SMAW ditinjau dari kekerasan, kekuatan *bending* dan struktur mikronya.
2. Pengaruh *Normalizing* serta pengaruh *Quenching* terhadap daerah HAZ pengelasan.
3. Perbandingan kekuatan *bending* maksimum sambungan las pada *root* dan *face*.

(SMAW) merupakan las busur listrik dengan elektroda terbungkus dimana panas dihasilkan dari busur listrik antara ujung elektroda dengan logam yang dilas.

Busur listrik dibangkitkan dari suatu mesin las.



Gambar 1 Shield metal arc welding [1].

Pada baja paduan rendah selama pengelasan, karena adanya pemanasan dan pendinginan yang terlalu cepat daerah HAZ akan menjadi keras, kekerasan yang dicapai tergantung dengan kecepatan pendinginan dan komposisi kimianya. Oleh karena Asosiasi Las Jepang dalam menentukan sifat mampu las dari baja menggunakan kadar karbon di mana unsur unsur lain dinyatakan dalam karbon ekivalen, dengan persamaan (1) :

$$C_{ek} = C + \frac{1}{6}Mn + \frac{1}{24}Si + \frac{1}{40}Ni + \frac{1}{5}Cr + \frac{1}{4}Mo + \frac{1}{14}v \% \quad (1)$$

Proses *normalizing* adalah proses perlakuan panas terhadap baja dengan tujuan mendapatkan struktur, butiran yang halus dan seragam. Proses penormalan umumnya diterapkan pada baja karbon dan baja paduan rendah. Untuk baja paduan pemanasan dilakukan pada *temperature* 870 s/d 925 °C, sedangkan untuk baja karbon pemanasan dilakukan pada *temperature* 830 s/d 915 °C (ASM Hand Book.,2004).

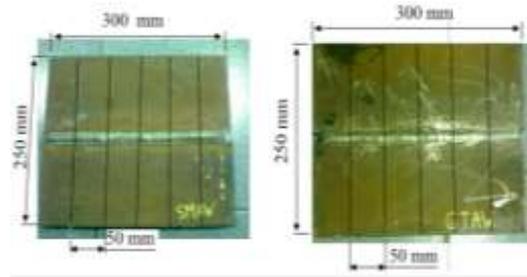
Quenching, salah satu proses *heat treatment* dengan cara memanaskan material sampai temperatur 815 s/d 870 °C untuk baja karbon rendah dan paduan rendah kemudian didinginkan secara cepat dengan media pendingin (ASM Hand Book.,2004).

Sebelum dilakukan peroses pengelasan terlebih dahulu dilakukan uji komposisi untuk mengetahui kandungan komposisi kimia dari spesimen yang digunakan. Uji komposisi dilakukan dengan mesin uji komposisi PMI Master Pro.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah 2 buah plat baja paduan rendah dengan ukuran awal 250 x 300 mm. Kemudian masing-masing plat tersebut dipotong menjadi dua bagian menggunakan alat pemotong dengan ukuran sama besar, yaitu 125 x 300 mm .

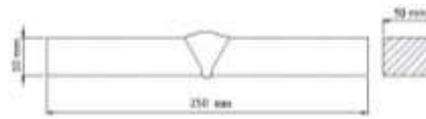
Kampuh pengelasan yang digunakan pada penelitian ini adalah kampuh V tunggal dengan sudut 70°. Pembuatan kampuh tersebut dilakukan dengan menggunakan mesin frais, dimana pada masing-masing sisi plat tersebut dibuat sudut sebesar 35°.

Setelah pembuatan kampuh selesai, kemudian dua plat dari empat plat tersebut disambung menggunakan las smaw dengan elektroda E7018 dan berdiameter 3.2 mm,



Gambar 2 Plat hasil pengelasan.

Setelah pengelasan selesai kemudian plat tersebut dipotong menggunakan alat pemotong plat dengan ukuran mengacu pada standar JIS Z 2248 *Test Pieces* no.1 untuk uji *bending* dengan ketebalan 10 mm, lebar 50 mm dan panjang 250 mm.



Gambar 3. Dimensi Spesimen Uji *Bending* Menurut Standart JIS Z2248.

Pada penelitian ini untuk perlakuan *Normalizing* menggunakan temperatur pemanasan 900 °C (<http://opikisback.blogspot.com>, 2012) dan *holding time* selama 60 menit, kemudian di dinginkan dengan udara bebas. Sedangkan untuk *Quenching* dilakukan dengan temperatur pemanasan 850 °C (<http://opikisback.blogspot.com>, 2012) dan *holding time* selama 60 menit, kemudian di dinginkan dengan media oli Mesran SAE 40.

Sebelum melakukan uji kekerasan, permukaan spesimen diratakan menggunakan mesin gerinda dan kemudian dihaluskan menggunakan mesin amplas hingga terlihat struktur makro daerah lasnya. Setelah permukaan spesimen rata kemudian dilakukan pengujian kekerasan pada permukaan spesimen pada daerah logam las, HAZ dan logam induk dengan menggunakan alat uji kekerasan Vickers type VKH – 2E.

Uji *bending* dilakukan menggunakan mesin *bending Universal Testing Machine*. Jarak titik tumpuan *bending* pada penelitian ini mengacu pada standart JIS Z 2248 *Test Pieces* no.1 untuk uji *bending*, dimana jarak titik tumpuan yang digunakan adalah 65 mm. Pada penelitian ini dilakukan dua metode pengujian *bending*, yaitu *face Bend* dan *root bend*.

Sebelum di uji, sisi samping spesimen diratakan menggunakan kikir kemudian dihaluskan dengan amplas hingga terlihat struktur makro daerah lasannya.

Pada penelitian ini, pengamatan metallografi atau struktur mikro dilakukan pada sisi samping spesimen yang telah mengalami pembebanan *bending*, bertujuan untuk mengamati bentuk butir logam yang telah mengalami deformasi plastis akibat uji *bending*. Adapun titik pengujian meliputi daerah logam las, daerah HAZ dan Logam Induk.

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

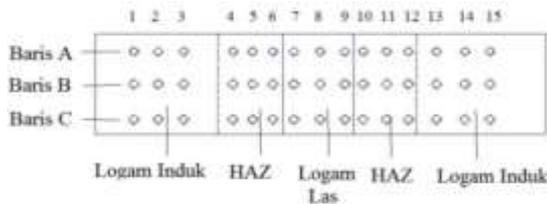
Hasil pengujian komposisi material pada penelitian ini di masukkan dalam Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1 Komposisi kimia material dalam % berat.

Unsur	%	Unsur	%
Fe	96,6	Al	0,08
C	0,26	Co	0,01
Si	0,99	Cu	0,01
Mn	0,88	Nb	0,06
Cr	0,64	Ti	0,03
Mo	0,04	V	0,05
Ni	0,06	Pb	0,01

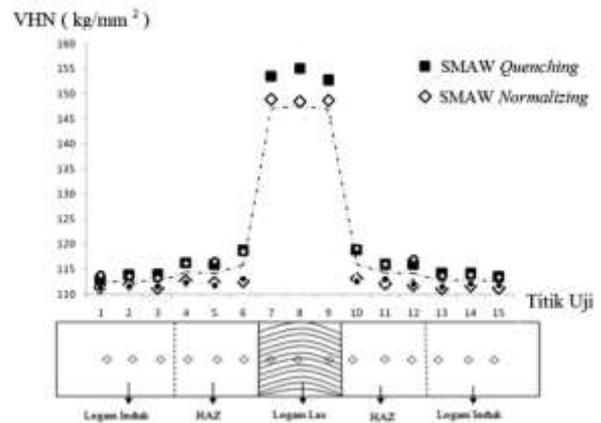
Hasil pengujian komposisi kimia material diatas menunjukkan kadar karbonnya adalah 0,26 % dan elemen paduan lainnya adalah 2,87 %. Sehingga baja ini di klasifikasikan dalam kelompok baja paduan rendah.

Uji kekerasan sebelum *bending* dilakukan pada 3 baris (a, b dan c), pada satu baris terdapat 15 titik pengujian, sehingga jumlah total titik pengujian pada setiap spesimen adalah 45 titik, dimana pada satu baris pengujian meliputi 6 titik pada logam induk, 6 titik pada daerah HAZ, dan 3 titik pada daerah logam las, seperti pada Gambar 4 berikut :



Gambar 4 Posisi titik pengujian kekerasan.

Pada ketiga baris tersebut (a, b, dan c) maka diperoleh nilai kekerasan rata rata pada titik 1 sampai dengan titik 15. Perbandingan nilai kekerasan rata rata pada titik 1 s/d titik 15 pada masing masing spesimen dapat dilihat pada Gambar 5.

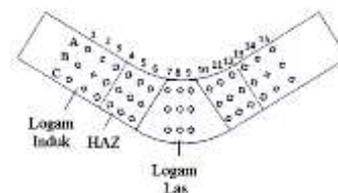


Gambar 5 Grafik perbandingan nilai kekerasan pada masing-masing spesimen sebelum *bending*.

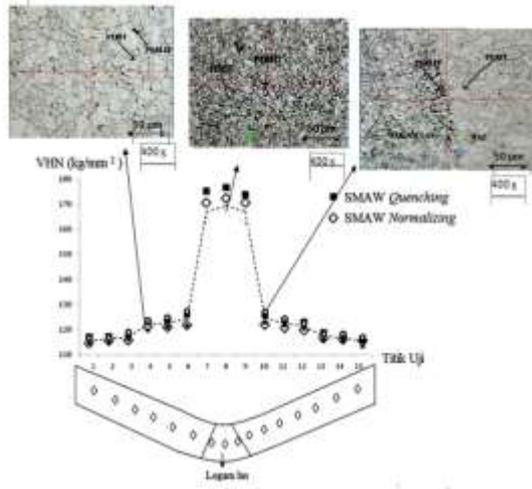
Pada grafik Gambar 5, titik 1, 2, 3, dan 13, 14, 15 merupakan daerah logam induk. Titik 4, 5, 6 dan 10, 11, 12 merupakan daerah HAZ. Titik 7, 8, dan 9 merupakan daerah logam las. Nilai kekerasan rata-rata daerah HAZ pada pengelasan SMAW yang di *Normalizing* mendekati nilai kekerasan rata-rata logam induknya, dimana nilai kekerasan pada daerah HAZ pengelasan SMAW yang di *Normalizing* yaitu $112.422 \pm 0.455 \text{ kg/mm}^2$ dan pada logam induknya $111.382 \pm 0.313 \text{ kg/mm}^2$. Perbedaan yang sangat signifikan terdapat pada nilai kekerasan logam lasnya, yaitu $148.663 \pm 0.243 \text{ kg/mm}^2$ untuk pengelasan SMAW yang di *Normalizing*.

Sedangkan pada pengelasan yang di *Quenching* nilai kekerasan pada daerah HAZnya lebih tinggi dibandingkan logam induknya, dimana nilai kekerasan pada daerah HAZ pengelasan SMAW di *Quenching* yaitu $116.959 \pm 1.432 \text{ kg/mm}^2$ dan pada logam induknya $113.846 \pm 0.349 \text{ kg/mm}^2$, nilai kekerasan logam lasnya, yaitu $153.795 \pm 1.211 \text{ kg/mm}^2$.

Uji kekerasan setelah *bending* dilakukan pada 3 baris (a, b dan c), pada satu baris terdapat 15 titik pengujian, sehingga jumlah total titik pengujian pada setiap spesimen adalah 45 titik, dimana pada satu baris pengujian meliputi 6 titik pada logam induk, 6 titik pada daerah HAZ, dan 3 titik pada daerah logam las. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6 :



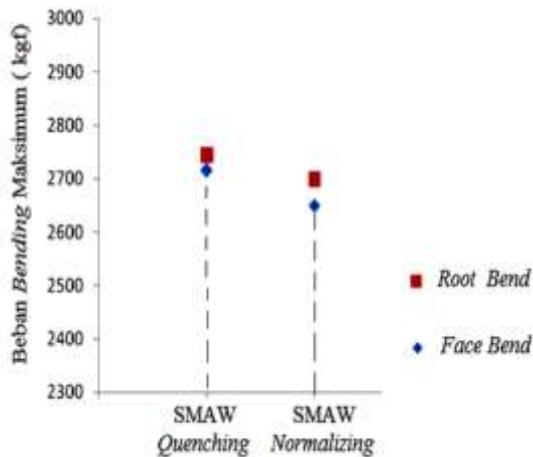
Gambar 6 Titik uji kekerasan setelah *bending*.



Gambar 7 Grafik uji kekerasan dan struktur mikro setelah *bending*.

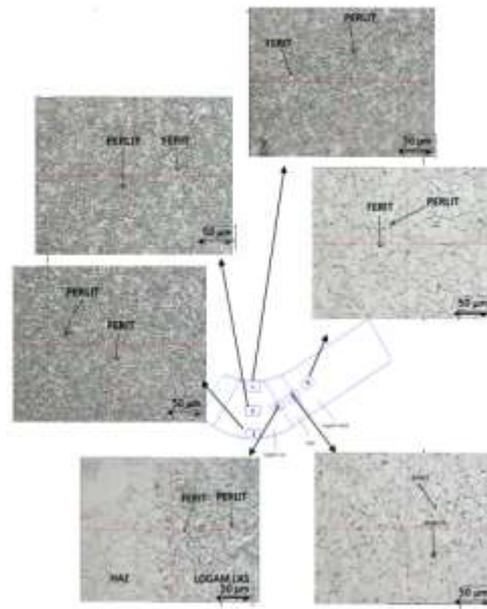
Pada grafik Gambar 7 dapat dilihat bahwa nilai kekerasan pada masing-masing spesimen mengalami kenaikan dibandingkan nilai kekerasan sebelum *dibending*. Nilai kekerasan pada masing-masing spesimen mengalami kenaikan dari titik 1 hingga titik 8 hal ini disebabkan karena butir logam mengalami deformasi akibat beban *bending*, ditandai dengan bentuk butir logam yang rapat dan memanjang. Titik 8 merupakan daerah logam las dan titik tengah dari pengujian *bending* sehingga pada titik ini, nilai kekerasannya paling tinggi hal ini ditandai dengan bentuk butir logam pada titik ini lebih rapat dibandingkan dengan titik pengujian yang lainnya.

Pengujian *bending* terfokus pada specimen SMAW yang telah di *Normalizing* dan yang telah di *Quenching*. Pengujian dilakukan dengan dua metode yaitu, *face bend* dan *root bend*.

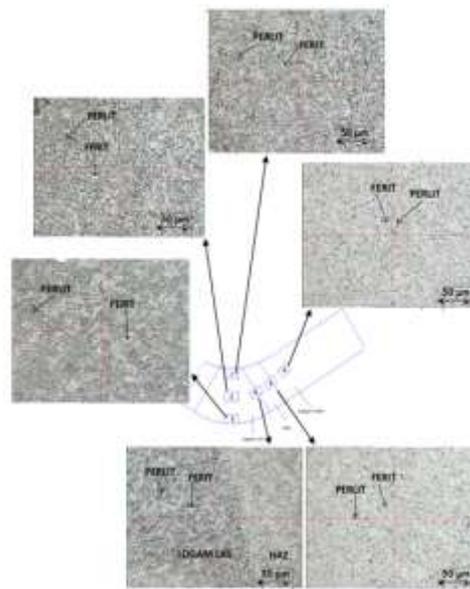


Gambar 8 Grafik beban *bending* maksimum.

Pada grafik Gambar 8 dapat dilihat bahwa pada masing masing spesimen, nilai beban *bending* maksimum maupun tegangan *bending* pada *root bend* lebih tinggi dibandingkan *face bend*. Dimana nilai beban *bending* maksimum tertinggi pada *root bend* terdapat pada spesimen pengelasan SMAW yang di *Quenching* oli yaitu 2745 kgf dengan nilai tegangan *bending*nya 53,53 kgf/mm². Sedangkan pada *face bend* nilai beban *bending* maksimum tertinggi terdapat pada spesimen pengelasan SMAW yang di *Quenching* oli yaitu 2715 kgf dengan nilai tegangan *bending*nya 52,49 kgf/mm²,



Gambar 9 Mikro struktur pengelasan SMAW *quenching* pembesaran 400 x.



Gambar 10 Mikro struktur pengelasan SMAW *normalizing* pembesaran 400 x.

Pengaruh pemanasan akibat proses pengelasan pada spesimen yang di *Normalizing* hampir tidak terlihat hal ini dapat terlihat pada butir daerah HAZ dan logam induknya hampir sama besar. Sedangkan pengaruh panas akibat pengelasan masih terlihat pada spesimen pengelasan yang di *Quenching*, hal ini terlihat dengan adanya pengkasaran butir daerah HAZ.

Pada spesimen pengelasan baik yang di *Quenching* maupun *Normalizing* butir logamnya terlihat terdeformasi dengan bentuk butirnya rapat-rapat dan memanjang, hal ini disebabkan oleh pengujian *bending*.

Spesimen pengelasan SMAW yang di *Quenching* merupakan spesimen yang memiliki nilai kekerasan yang tertinggi, dimana nilai kekerasan rata-rata pada logam induknya yaitu $13.846 \pm 0.349 \text{ kg/mm}^2$, nilai kekerasan rata-rata pada logam HAZnya yaitu $116.959 \pm 1.432 \text{ kg/mm}^2$ dan pada daerah logam lasnya yaitu $153.795 \pm 1.211 \text{ kg/mm}^2$.

Pada pengujian *bending*, spesimen ini juga memiliki nilai beban *bending* maksimum dan tegangan *bending* yang tertinggi dibandingkan spesimen lainnya. Untuk pengujian *root bend* nilai beban *bending* maksimumnya yaitu 2745 kgf dengan nilai tegangan *bending*nya $53,53 \text{ kgf/mm}^2$. Sedangkan pada pengujian *face bend* nilai beban *bending* maksimum dan tegangan *bending*nya mengalami penurunan yaitu 2715 kgf dan $52,49 \text{ kgf/mm}^2$.

Pada pengujian mikro struktur daerah logam lasnya lebih didominasi oleh butir perlit dan pada daerah HAZ masih terdapat pengkasaran butir akibat pengaruh pemanasan setempat pada proses pengelasan.

Spesimen pengelasan SMAW yang di *Normalizing* memiliki nilai kekerasan yang lebih rendah dibandingkan spesimen pengelasan SMAW yang di *Quenching*, dimana nilai kekerasan rata-rata pada logam induknya mengalami penurunan sebesar $2,464 \text{ kg/mm}^2$ dengan nilai $111.382 \pm 0.313 \text{ kg/mm}^2$, dan nilai kekerasan rata-rata pada logam HAZnya mengalami penurunan sebesar $3,937 \text{ kg/mm}^2$ dengan nilai $112,422 \pm 0,445 \text{ kg/mm}^2$ sedangkan pada daerah logam lasnya mengalami penurunan sebesar $5,132 \text{ kg/mm}^2$ dengan nilai rata-rata $148,663 \pm 0,243 \text{ kg/mm}^2$. Pada spesimen ini terlihat nilai kekerasan pada daerah HAZnya mendekati nilai kekerasan pada logam induknya. Pada pengujian *bending*, spesimen ini juga memiliki nilai beban *bending* maksimum dan tegangan *bending* yang lebih rendah dibandingkan

Spesimen pengelasan SMAW yang di *Quenching*. Untuk pengujian *root bend* nilai beban *bending* maksimumnya yaitu 2700 kgf dengan nilai tegangan *bending*nya $52,65 \text{ kgf/mm}^2$. Sedangkan pada pengujian *face bend* nilai beban *bending* maksimum dan tegangan *bending*nya mengalami penurunan yaitu 2690 kgf dan $52,46 \text{ kgf/mm}^2$.

Pada pengujian struktur mikro butir perlit pada daerah logam lasnya lebih sedikit dibandingkan dengan butir perlit pada daerah lasan spesimen pengelasan SMAW yang di *Quenching* dan butir pada daerah HAZ serta logam induk hampir sama besar dan lebih halus dibandingkan dengan perlakuan *Quenching*.

KESIMPULAN

Setelah melakukan analisa dan pembahasan terhadap pengujian kekerasan, *bending* dan metalografi, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Spesimen pengelasan yang di *Quenching* memiliki nilai kekerasan, nilai beban *bending* dan nilai tegangan *bending* yang lebih tinggi dari pada spesimen pengelasan yang di *Normalizing*.
2. Pada spesimen pengelasan yang di *Quenching* masih terlihat pengaruh pemanasan setempat akibat proses pengelasan, hal ini terlihat dengan adanya pengkasaran butir pada daerah HAZ serta nilai kekerasan yang lebih besar pada daerah HAZ dibandingkan pada daerah logam induk. Sedangkan pada spesimen pengelasan yang di *Normalizing* pengaruh pemanasan setempat akibat proses pengelasan hampir tidak terlihat, hal ini ditandai dengan butir logam dan nilai kekerasan pada daerah HAZ dan logam induk hampir sama. Hal ini dipengaruhi oleh pendinginan yang lambat pada proses *Normalizing* sehingga menghasilkan butir butir logam yang halus.
3. Berdasarkan pengujian pengujian *bending* yang telah dilakukan pada bagian *root* dan *face* dari masing masing spesimen, didapatkan hasil bahwa nilai beban *bending* maksimum dan tegangan *bending* pada pengujian *root bend* memiliki nilai yang lebih tinggi dari pada pengujian *face bend*.

DAFTAR PUSTAKA

- Wiryosumarto, Okumura, H. T. (2003). Teknik Pengelasan Logam, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Hidayat, Azhar. (2013). Studi Komparatif Antara Pengelasan TIG dan SMAW Pada Baja Karbon Rendah, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Imbargo. (2010). Studi Pengaruh Perlakuan Panas Pada Baja ST37 di Tinjau Dari Kekuatan Tarik, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Santoso, Joko. (2006). Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Las SMAW Dengan Elektroda E7018 Pada Baja Paduan Rendah, Universitas Negri Semarang, Semarang.
- Lasner, Erik. (2008). Tungsten Properties, Chemistry, Technology Of The Element, Alloys, and Chemical

Compounds, Vienna University of Technology, Austria.

<http://opikisback.blogspot.com/2009/12/las-tig-tungsten-inert-gas.html>. diakses pada tanggal 12 desember 2012.

<http://anton182.wordpress.com/2011/08/15/teknik-pengelasan-bag-2> diakses pada tanggal 12 Desember 2012.

Roland. (2012). *Welding In Steel Constructions*, ITB, Bandung

Smallman, R.E. dan Bishop, R.J. (2009). *Modern Physical Metallurgy And Material Engineering*, Butterworth-Heinemann, Boston.

ASM Hand Book. (2004). *Heat Treating Vol 4*, ASM International. Ohio

Udomphol, Tapany. (2007). *Hardness Test*, Suranaree University Of Technology.

JIS Z 2248. (2006). *Metallic Material – Bend Test*. Japanese Standart Association, Japan