

## KOMPARASI HASIL PROSES PENGELASAN MIG DAN SMAW PADA MATERIAL SCM440 DAN S35C DENGAN VARIASI ARUS DAN TEMPERATUR POSHEAT TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKUATAN TARIK

**Rudini Ardiyanto**

S-1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email : rudinilinda@gmail.com

**Yunus**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email : brilian818@yahoo.co.id

### Abstrak

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) yang pesat dewasa ini menciptakan era globalisasi dan keterbukaan yang menuntut setiap individu untuk ikut serta didalamnya, sehingga sumber daya manusia harus menguasainya serta mampu mengaplikasikannya dalam setiap kehidupan. Pengelasan merupakan bagian tak terpisahkan dari pertumbuhan peningkatan industri karena memegang peranan utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui temperatur *posheat* yang sesuai untuk proses pengelasan SMAW pada material SCM440 dan S35C; mengidentifikasi struktur mikro pada hasil pengelasan MIG dan SMAW pada material SCM440 dan S35C dengan variasi arus 70A, 80A, dan 90 A; serta mengidentifikasi kekuatan tarik pada hasil pengelasan MIG dan SMAW pada material SCM440 dan S35C dengan variasi arus 70A, 80A, dan 90A.

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa hasil komparasi struktur mikro antara hasil pengelasan SMAW dan MIG pada material SCM440 dan S35C diketahui bahwa terjadi kesetaraan struktur mikro hasil las SMAW pada temperature *posheat* 500°C dengan variasi arus 90 A specimen 1 dan hasil las MIG pada temperature 400°C dengan variasi arus 80 A specimen 1. Struktur mikro pada produk pengelasan SMAW adalah ferit acicular, ferit Widmanstatten dan ferit batas butir. Ferit acicular mendominasi area diantara ferit batas butir. Ferit acicular terlihat lebih besar daripada ferit acicular pada specimen 1 80 A. Sedangkan struktur mikro pada produk pengelasan MIG adalah ferit acicular, ferit batas butir dan ferit Widmanstatten. Ferit batas butir yang terbentuk kecil dan memanjang dan ferit acicular berupa bilah-bilah yang menyilang dan berbutir lembut. Hasil komparasi kekuatan tarik pada produk pengelasan SMAW dan MIG pada SCM440 dan S35C diketahui bahwa terjadi kesamaan nilai tarik sebesar 114,546 MPa pada kedua pengelasan di specimen 1 pada temperature *posheat* 500°C dengan variasi arus 90 A untuk hasil las SMAW dan temperature *posheat* 400°C dengan variasi arus 80 A untuk hasil las MIG.

**Kata kunci:** Komparasi, MIG, SMAW, Variasi Arus, Temperatur *Posheat* Struktur Mikro, Kekuatan Tarik

### Abstract

*Developments in science and technology (Science and Technology) creates a current rapid globalization and openness that requires every individual to participate in it, so that human resources should be able to master it and apply it in every life. Welding is an integral part of the growth of industrial upgrading because it plays a major role in engineering and repair of metal production. The purpose of this study was to determine the appropriate temperature posheat for SMAW welding process on the material SCM440 and S35C; identify the microstructure of the MIG and SMAW welding results in materials with variations SCM440 and S35C currents 70A, 80A, and 90 A, as well as identifying the tensile strength results MIG and SMAW welding on material SCM440 and S35C with a variation of the current 70A, 80A, and 90A.*

*The results of the study it can be concluded that the results of a comparison between the microstructure SMAW and MIG welds on material SCM440 and S35C known that equality occurs microstructure SMAW welds at temperatures of 5000C posheat with 90 A current variation of specimen 1 and MIG welds at temperatures of 4000C with A variation of the current 80 specimen 1. Microstructure on SMAW welding products are acicular ferrite, Widmanstatten ferrite and ferrite grain boundaries. Acicular ferrite dominates ferrite ferrite grain boundaries between the areas. Acicular ferrite appear larger than the acicular ferrite specimen 1 80 A. Whereas in microstructure MIG welding products are acicular ferrite, ferrite grain boundary and Widmanstatten ferrite. Ferrite grain boundaries formed by small and elongated and acicular ferrite in the form of planks that cross-grained and soft. Comparative results on the tensile strength SMAW and MIG welding products at SCM440 and S35C known that happen similarity value of 114.546 MPa tensile at both welding in specimen 1 at temperatures of 5000C posheat with 90 A current variation for SMAW welds and posheat temperature 4000C with 80 A current variation for MIG welding results.*

**Keywords:** Comparison, MIG, SMAW, Variation Flow, Temperature Posheat, Microstructure, Tensile Strength

### PENDAHULUAN

Perkembangan zaman yang disertai oleh perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) yang pesat dewasa ini menciptakan era globalisasi dan

keterbukaan yang menuntut setiap individu untuk ikut serta didalamnya, sehingga sumber daya manusia harus menguasainya serta mampu mengaplikasikannya dalam setiap kehidupan. Pengelasan merupakan bagian tak

terpisahkan dari pertumbuhan peningkatan industri karena memegang peranan utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam.

Salah satu alternatif yang menjadi tujuan pada penelitian ini adalah untuk membandingkan hasil proses pengelasan antara SCM440 dan S35C tadi dengan melakukan metode perubahan arus terhadap temperatur posheat. Sedangkan untuk proses pengelasannya tetap digunakan pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan Las Busur Gas CO<sub>2</sub> (MIG) memakai elektrode dan parameter-parameter las yang sama pula. Pada pengelasan MIG ini menggunakan elektroda E 70S-1 dengan diameter 1,2 mm, maka arus yang digunakan berkisar antara 70 - 100 Amper. Dengan interval arus tersebut, pengelasan yang dihasilkan akan berbeda-beda. Tidak semua logam memiliki sifat mampu las yang baik. Bahan yang mempunyai sifat mampu las yang baik diantaranya adalah baja karbon rendah. Penyetelan kuat arus pengelasan akan mempengaruhi hasil las. Bila arus yang digunakan terlalu rendah akan menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik. Busur listrik yang terjadi menjadi tidak stabil. Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga hasilnya merupakan rigirigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam.

Sebaliknya bila arus terlalu tinggi maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan akan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan menambah kerapuhan dari hasil pengelasan. Kekuatan hasil lasan dipengaruhi oleh tegangan busur, besar arus, kecepatan pengelasan, besarnya penembusan dan polaritas listrik. Penentuan besarnya arus dalam penyambungan logam menggunakan las busur mempengaruhi efisiensi pekerjaan dan bahan las. Penentuan besar arus dalam pengelasan ini mengambil 70 A, 80 A, 90 A.

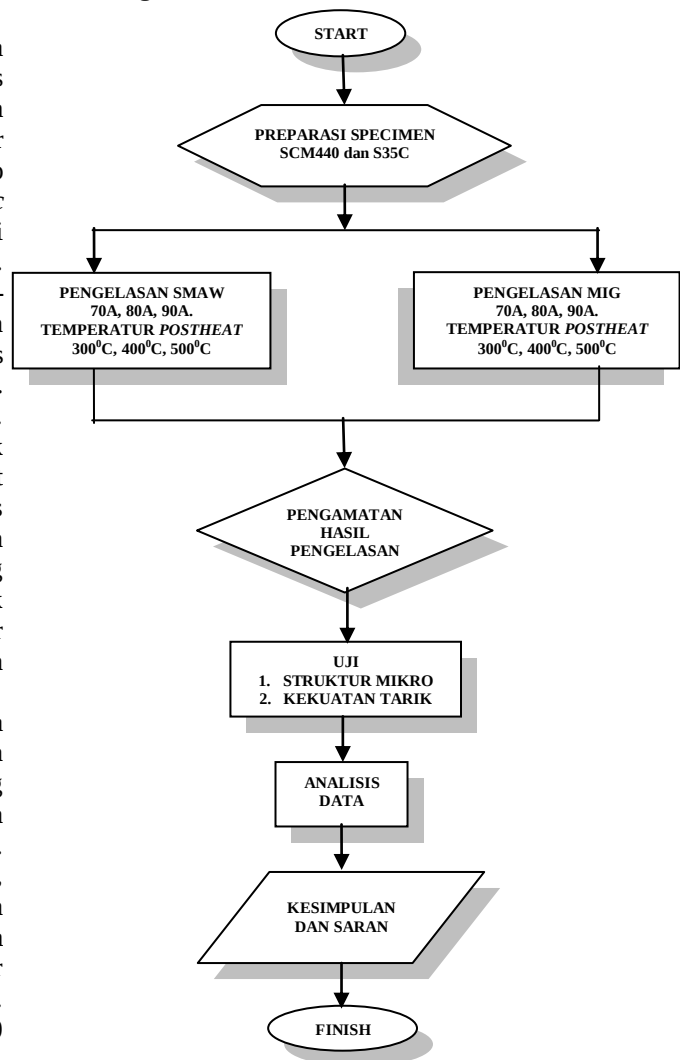
Penelitian ini mencari pengaruh variasi arus dan temperature posheat terhadap struktur mikro dan kekuatan tarik pada material SCM440 dan S35C dengan menggunakan pengelasan SMAW dan MIG.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui temperatur *posheat* yang sesuai untuk proses pengelasan SMAW pada material SCM440 dan S35C; mengidentifikasi struktur mikro pada hasil pengelasan MIG dan SMAW pada material SCM440 dan S35C dengan variasi arus 70A, 80A, dan 90 A; serta mengidentifikasi kekuatan tarik pada hasil pengelasan MIG dan SMAW pada material SCM440 dan S35C dengan variasi arus 70A, 80A, dan 90A.

Manfaat penelitian ini adalah sebagai informasi penting guna meningkatkan pengetahuan peneliti dalam bidang pengujian bahan, pengelasan dan bahan teknik. Sebagai literature pada penelitian sejenisnya dalam rangka pengembangan teknologi khususnya bidang pengelasan, sebagai salah satu sumber informasi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan sebagian permasalahan yang timbul dalam menganalisa kualitas produk khususnya dalam industri manufaktur.

## METODE

### Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

### Variabel Penelitian

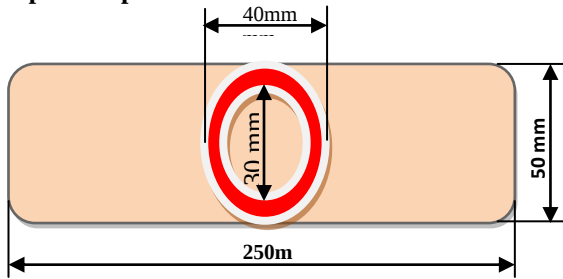
Variabel Dalam Penelitian Ini Antara Lain:

- Variasi arus adalah besarnya ampere las yang diperlukan tergantung dari bahan dan ukuran dari lasan, geometri sambungan, posisi pengelasan macam elektroda dan diameter ini elektroda. Dalam hal daerah las mempunyai kapasitas panas yang tinggi maka dengan sendirinya diperlukan ampere las besar dan mungkin juga diperlukan pemanasan tambahan.
- Struktur mikro adalah butiran-butiran suatu benda logam yang sangat kecil dan tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, sehingga perlu menggunakan mikroskop optik atau mikroskop elektron untuk pemeriksaan butiran-butiran logam tersebut. Struktur material berkaitan dengan komposisi, sifat, sejarah dan kinerja pengolahan.
- Kekuatan tarik adalah kemampuan bahan untuk menerima beban tarik tanpa mengalami keruakan

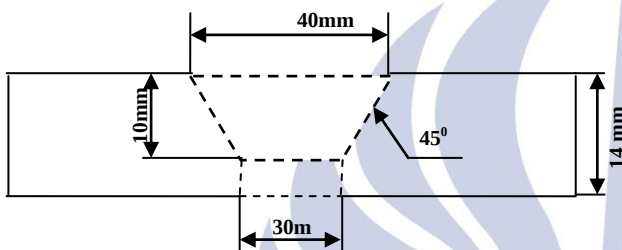
dan dinyatakan tegangan maksimum sebelum putus.

- Temperatur *post heat* adalah pemanasan pasca pengelasan.

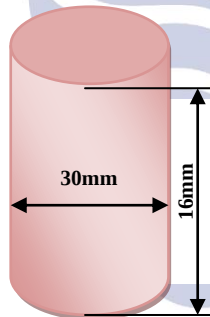
#### Preparasi Specimen Las



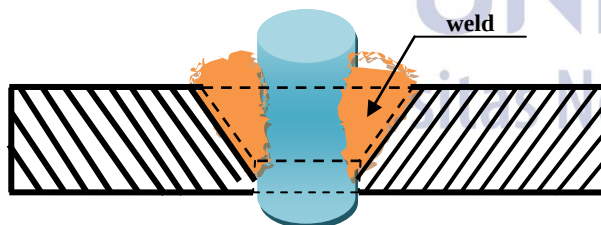
Gambar 2. Penampang Specimen Las S35C (Tampak Atas)



Gambar 3. Penampang Potongan Specimen Las S35C (Tampak Samping)

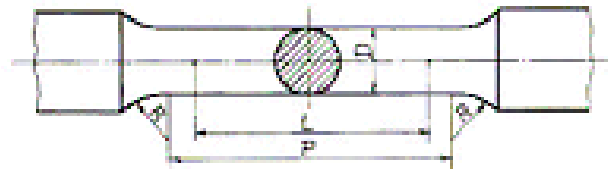


Gambar 4. Spesimen Las SCM440



Gambar 5. Spesimen Las dan Daerah yang Diamati Makro, Mikro, dan Diuji Tarik

#### Pengujian



| R    | P     | D    |
|------|-------|------|
| 10mm | 200mm | 18mm |

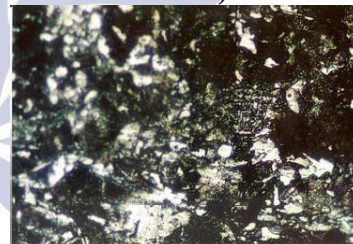
Gambar 6. Dimensi Spesimen Uji Tarik

Pada tahap pengujian specimen, material yg sudah dilakukan foto makro dan mikro sesuai dengan Gambar 6. Maka sebelum dilakukan pengujian tarik specimen tersebut dilakukan pemerataan dengan cara di amplas smpai 4000etsa untuk mendapatkan hasil foto yang maksimal, setelah pengujian struktur mikro maka specimen tersebut diletakkan diragum mesin uji tarik untuk mengetahui nilai kekuatan tariknya.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

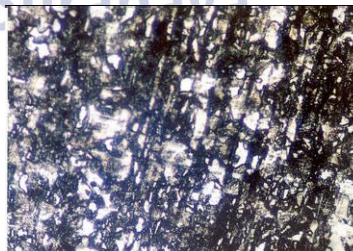
##### Data Struktur Mikro Material SCM 440 dan S35C

Hasil pengujian struktur mikro pada suatu material uji yang telah mengalami proses pengelasan yaitu pada daerah logam induk, HAZ, dan daerah pengelasan. Ketiga daerah tersebut mendapatkan perlakuan panas yang berbeda, dalam hal ini temperatur puncak serta laju pendinginan yang tidak sama, maka ketiga daerah tersebut juga memiliki struktur mikro juga berbeda (ASM *Metallurgy and Microstructures*).



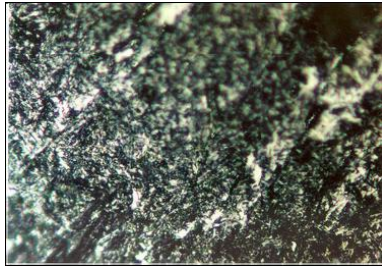
Gambar 7. S35C (Perbesaran 200 X)

Gambar 7 adalah gambar daerah base metal S35C dimana terlihat pada gambar S35C memiliki struktur yang terdiri dari ferrite (ditunjukkan oleh bagian yang lebih terang) dan pearlite (ditunjukkan oleh bagian yang lebih gelap).



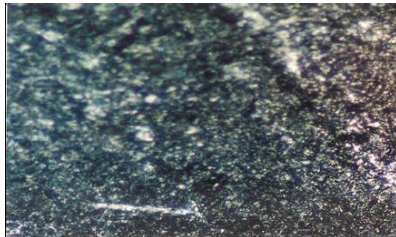
Gambar 8. SCM440 (Perbesaran 200 X)

Gambar 8 adalah gambar daerah base metal SCM440 yang strukturnya terdiri dari pearlite dan ferrite yang berbentuk seperti blok.



Gambar 9. *Weld Metal* (Perbesaran 500 X)

Gambar 9 adalah gambar daerah Weld Metal dan HAZ dimana keduanya tampak dipisahkan oleh fusion line (garis berwarna putih).



Gambar 10. *Weld Metal & HAZ* (Perbesaran 200 X)

Struktur mikro pada Gambar 10 didominasi butir-butir ferit yang berwarna putih (terang), sedangkan fasa perlit lebih sedikit (berwarna gelap). Butir ferit cenderung lebih halus sedangkan butir perlit lebih kasar. Butir perlit cenderung keras karena mengandung karbon, sedangkan butir ferit cenderung lunak.

#### Hasil Pengamatan Struktur Mikro Pengelasan SMAW

Gambar 11 menunjukkan struktur yang terbentuk adalah ferit acicular, ferit batas butir dan ferit Widmanstatten. Ferit batas butir yang terbentuk lebih besar dan lebih jelas. Ferit batas butir terbentuk memanjang pada daerah las. Ferit acicular berupa bilah-bilah yang menyilang dan berbutir lembut dan menyebar diantara ferit batas butir. Gambar 6 menunjukkan ferit Widmanstatten yang berbentuk garis-garis miring pada daerah batas HAZ.



Gambar 11. Pengelasan SMAW 70A Temp. 300°C Spesimen1 (Perbesaran 200X)

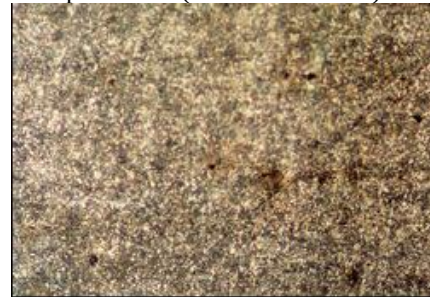


Gambar 12. Pengelasan SMAW 70 A Temp. 300°C Spesimen2 (Perbesaran 200X)

Pada Gambar 13 menunjukkan struktur mikro ferit acicular, ferit batas butir dan ferit Widmanstatten. Pada gambar ini foto struktur mikro untuk ferit batas butir terlihat kecil dan struktur untuk ferit acicular berbutir lembut dan mendominasi area. Jumlah ferit Widmanstatten pada gambar ini cukup banyak dan terdapat pada sepanjang garis struktur kolumnar. Pada Gambar 14 menunjukkan struktur mikro ferit batas butir, ferit Widmanstatten dan ferit batas butir. Pada gambar ini terlihat lebih besar dan menyebar. Pada gambar 7 struktur kolumnar yang terbentuk kecil dan lembut.

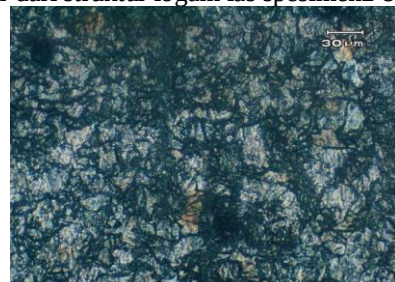


Gambar 13. Pengelasan SMAW 80 A Temp. 400°C Spesimen 1 (Perbesaran 200X)

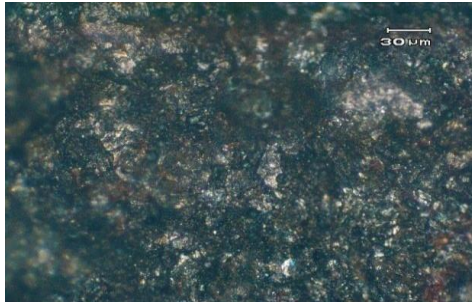


Gambar 14. Pengelasan SMAW 80 A Temp. 400°C Spesimen2 (Perbesaran 200X)

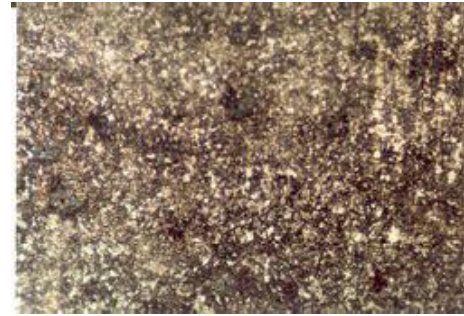
Pada struktur mikro Gambar 15 dapat diketahui bahwa struktur mikronya adalah ferit acicular, ferit Widmanstatten dan ferit batas butir. Ferit acicular mendominasi area diantara ferit batas butir. Ferit acicular terlihat lebih besar dibanding ferit acicular yang ada pada gambar spesimen1 80 Amper. Pada gambar 10 menunjukkan adanya struktur mikro ferit acicular (FA), ferit Widmanstatten (FW), dan ferit batas butir (FBB). Ferit batas butir yang terbentuk terlihat mendominasi area. Pada gambar 4.10 struktur kolumnar yang terbentuk lebih besar dari struktur logam las spesimen2 80 Amper.



Gambar 15. Pengelasan SMAW 90A Temp. 500°C Spesimen1 (Perbesaran 200X)



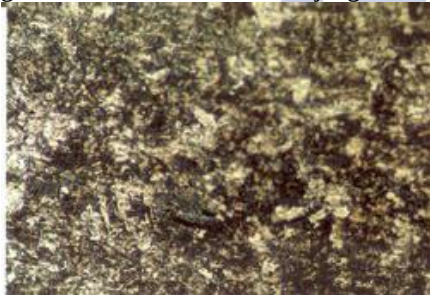
Gambar 16. Pengelasan SMAW 90 A Temp. 500°C  
Spesimen2 (Perbesaran 200x)



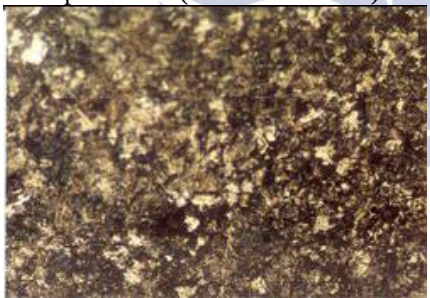
Gambar 203. Pengelasan MIG 80 A Temp. 400°C  
Spesimen 2 (Perbesaran 200X)

#### Hasil Pengamatan Struktur Mikro Pengelasan MIG

Pada Gambar.17 tampak struktur yang terbentuk adalah ferit Widmanstatten, ferit acicular, dan ferit batas butir atau grain boundary ferrite. Pada daerah ini struktur kolumnar paling besar. Pada Gambar 18 menunjukkan struktur ferit batas butir dan ferit acicular. Ferit batas butir yang terbentuk besar dan memanjang.

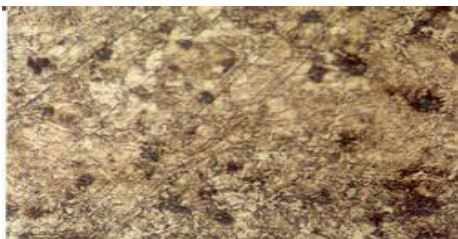


Gambar 171. Pengelasan MIG 70 A Temp. 300°C  
Spesimen 1 (Perbesaran 200X)



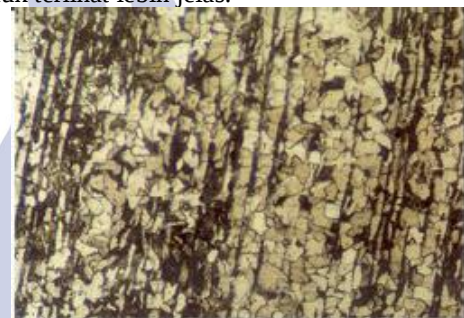
Gambar 18. Pengelasan MIG 70 A Temp. 300°C  
Spesimen 2 (Perbesaran 200X)

Gambar 19 menunjukkan struktur yang terbentuk adalah ferit acicular, ferit batas butir dan ferit Widmanstatten. Ferit batas butir yang terbentuk kecil dan memanjang dan ferit acicular berupa bilah-bilah yang menyilang dan berbutir lembut. Gambar 20 menunjukkan ferit Widmanstten yang berbentuk garis-garis miring. Ferit acicular terbentuk diantara ferit batas butir.



Gambar 192. Pengelasan MIG 80 A Temp. 400°C  
Spesimen 1 (Perbesaran 200X)

Gambar 21 menunjukkan struktur yang terbentuk adalah ferit acicular, ferit batas butir dan ferit Widmanstatten. Ferit batas butir yang terbentuk lebih besar dan seperti akar pohon. Ferit acicular berupa bilah-bilah yang menyilang dan berbutir lembut dan menyebar diantara ferit batas butir. Gambar 22 menunjukkan ferit Widmanstten, ferit acicular dan ferit batas butir yang terbentuk terlihat lebih jelas.



Gambar 21. Pengelasan MIG 90 A Temp. 500°C  
Spesimen 1 (Perbesaran 200X)



Gambar 22. Pengelasan MIG 90 A Temp. 500°C  
Spesimen 2 (Perbesaran 200X)

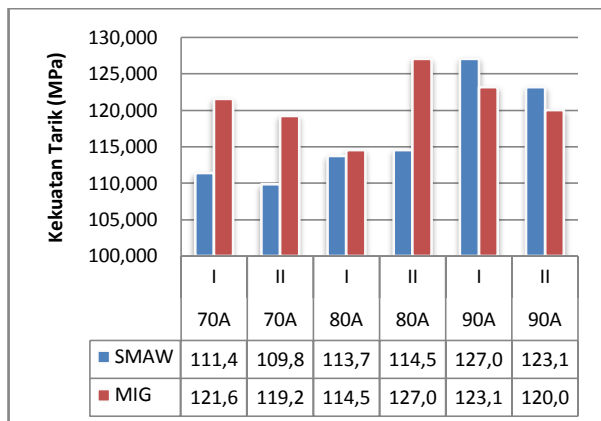
#### Hasil Pengujian Tarik Pengelasan SMAW dan MIG

Nilai kekuatan tarik untuk kelompok pengelasan SMAW dengan variasi arus 70A dan termpeatur posheat 300°C pada spesimen 1 sebesar 111,407 MPa sedangkan pada pengelasan MIG dengan variasi arus dan perlakuan sama nilainya sebesar 121,607 MPa, hal ini mengalami penurunan nilai kekuatan tarik sebesar 10,2 MPa. Untuk kelompok pengelasan SMAW dengan variasi arus 70A dan termpeatur posheat 300°C pada spesimen 2 sebesar 112,192 MPa, sedangkan pada pengelasan MIG dengan variasi arus dan perlakuan sama nilainya sebesar 119,253 MPa, hal ini mengalami penurunan nilai kekuatan tarik sebesar 7,061 MPa.

Nilai kekuatan tarik untuk kelompok pengelasan SMAW dengan variasi arus 80A dan termpeatur posheat

400°C pada spesimen 1 sebesar 109,838 MPa sedangkan pada pengelasan MIG dengan variasi arus dan perlakuan sama nilainya sebesar 114,546 MPa, hal ini mengalami penurunan nilai kekuatan tarik sebesar 4,708 MPa. Untuk kelompok pengelasan SMAW dengan variasi arus 80A dan temperatur *posheat* 400°C pada spesimen 2 sebesar 113,761 MPa, sedangkan pada pengelasan MIG dengan variasi arus dan perlakuan sama nilainya sebesar 127,099 MPa, hal ini mengalami penurunan nilai kekuatan tarik sebesar 13,338 MPa.

Nilai kekuatan tarik untuk kelompok pengelasan SMAW dengan variasi arus 90A dan temperatur *posheat* 500°C pada spesimen 1 sebesar 114,546 MPa sedangkan pada pengelasan MIG dengan variasi arus dan perlakuan sama nilainya sebesar 123,176 MPa, hal ini mengalami penurunan nilai kekuatan tarik sebesar 8,63 MPa. Untuk kelompok pengelasan SMAW dengan variasi arus 90A dan temperatur *posheat* 500°C pada spesimen 2 sebesar 112,192 MPa, sedangkan pada pengelasan MIG dengan variasi arus dan perlakuan sama nilainya sebesar 120,038 MPa, hal ini mengalami penurunan nilai kekuatan tarik sebesar 7,846 MPa.



Gambar 23. Diagram untuk Kualitas Tarik Pengelasan MIG dan SMAW

## PENUTUP

### Simpulan

- Hasil perbandingan temperatur *posheat* dan variasi arus dalam pengelasan SMAW dan MIG pada material SCM440 dan S35C terletak pada pengelasan SMAW pada temperatur *posheat* 500°C dengan variasi arus 90 A, sedangkan pada pengelasan MIG pada temperatur 400°C dengan variasi arus 80 A.
- Hasil pengamatan komparasi struktur mikro antara hasil pengelasan SMAW dan MIG pada material SCM440 dan S35C diketahui bahwa terjadi kesetaraan struktur mikro hasil las SMAW pada temperatur *posheat* 500°C dengan variasi arus 90 A specimen 1 dan hasil las MIG pada temperatur 400°C dengan variasi arus 80 A specimen 1. Struktur mikro pada produk pengelasan SMAW adalah ferit acicular, ferit *Widmanstatten* dan ferit batas butir. Ferit acicular mendominasi area diantara ferit batas butir. Ferit acicular terlihat lebih besar daripada ferit acicular pada specimen 1 80 A. Sedangkan struktur mikro pada produk pengelasan MIG adalah ferit acicular, ferit

batas butir dan ferit *Widmanstatten*. Ferit batas butir yang terbentuk kecil dan memanjang dan ferit acicular berupa bilah-bilah yang menyilang dan berbutir lembut.

- Hasil komparasi kekuatan tarik pada produk pengelasan SMAW dan MIG pada SCM440 dan S35C diketahui bahwa terjadi kesamaan nilai tarik sebesar 114,546 MPa pada kedua pengelasan di specimen 1 pada temperatur *posheat* 500°C dengan variasi arus 90 A untuk hasil las SMAW dan temperatur *posheat* 400°C dengan variasi arus 80 A untuk hasil las MIG.

## Saran

- Saran untuk penelitian selanjutnya terutama baja karbon yang di *coldworking*. Karena *cold working* juga merupakan salah satu alternatif selain *hardening* yang dapat menaikkan kekuatan material. Tentu saja dengan mempertimbangkan *amount of cold working*-nya dan dimensi benda kerja dimana *coldworking* tersebut diaplikasikan.
- Jika mengelas dengan elektroda E7018 sebaiknya menggunakan arus dari 85 sampai 125 A, karena jika kurang maka penetrasi yang terjadi akan kecil dan jika lebih dari 125 A akan menyebabkan busur listrik yang terjadi tinggi sekali sehingga akan menyebabkan penguapan logam induk besar.
- Sebaiknya dilakukan pemanasan elektroda terlebih dahulu sebelum dilakukan pengelasan untuk menghilangkan hidrogen yang ada pada flux, karena hidrogen akan menyebabkan las-lasan menjadi berkualitas jelek.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1999. *Carbon Steels for Machine Structural Use*, JIS G4051 (1979), Vol. 2, JIS Standard Handbook for Ferrous Material, pp. 1897.
- Anonim, American Welding Society, 2001. *Welding Handbook Vol 1, 7<sup>th</sup> Edition Fundamentals Of Welding*. Miami: American Welding Society.
- ASM Handbook 2003, *Physical Metallurgy And Processes*. Vol 1, Hal 501
- Ausaid. 2001. *Dasar Las MIG/MAG (GMAW)*. Batam Institutional Development Project.
- Linnert, George E., 1997, "Welding Metallurgy Carbon and Alloy Steels Technology", 3rd edition, Vol. 2, AWS, New York, pp. 380-383.
- Malwi V, 2003. *Diktat Kuliah Teknologi Pengelasan Logam*, Yogyakarta.
- Musaikan, 2002, *Diktat Teknik Las*, ITS, Surabaya.
- Santoso, Joko. 2006. *Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Las SMAW dengan Elektrode E7018*. Skripsi.Semarang: Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Semarang.
- Smith. F.J.M. 1992. *Basic Fabrication And Welding Engineering*. Hongkong: Wing Tai Cheung printing Co.Ltd
- Smith, William F., 2003, *Structure and Properties of Engineering Alloys*, 2nd edition, McGraw-Hill International Book Company, Singapore.

- Sonawan. H, 2006. *Pengantar Untuk Memahami Pengelasan Logam*, Bandung Alfa Beta.
- Stefanescun, DM., *Materials Science And Engineering*. A.A 413-414 (2005) 322-333
- Suherman, Wahid, 2002, *Diktat Pengetahuan Bahan*, ITS, Surabaya.
- Wirjosumarto, Harsono dan Okumura, T. 2006. *Teknologi Pengelasan Logam*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

