

Pengaruh Sudut Kampuh *Single Vee* dan *Root Gap* Pada Penyambungan Pipa *Carbon Steel A53 Grade B* Menggunakan *GMAW* Terhadap Lebar HAZ

Muhammad Hizbun Nashr^{1*}, Ekky Nur Budiyanto², Pekik Mahardhika³

Program studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia^{1,2,3}

Email: hizbun.nashr@student.ppns.ac.id*; ekky@ppns.ac.id²*; pekikmahardhika@ppns.ac.id³*

Abstract - Welding is one of the options in pipe connection. Joining by welding is carried out at high temperatures until the liquid temperature of the material being joined so that it has the potential to cause unwanted effects, one of which is changes in the microstructure of the material that affect the mechanical properties of the material. In this journal, research will be conducted on the effect of single vee joint angles of 50°, 60°, and 75° and root gaps of 1 mm, 2 mm, and 3 mm using GMAW welding on the width of the HAZ. HAZ width will be analyzed with macro test to find out the best. The largest upper HAZ value is 0.19 mm with a joint angle of 50° and a root gap of 1 mm and the smallest value is 0.095 mm with a joint angle of 75° and a root gap of 3 mm. The largest HAZ value in the middle is 0.2275 mm with a seam angle of 60° and a root gap of 3 mm and the smallest value is 0.145 mm with a seam angle of 60° and a root gap of 1 mm. The largest lower HAZ value is 0.285 mm with a joint angle of 75° and a root gap of 3 mm and the smallest value is 0.1175 mm with a joint angle of 50° and a root gap of 1 mm.

Keywords: A53 Grade B Pipe, Single Vee Groove, Root gap, HAZ

Nomenclature

GMAW Gass Metal Arc Welding

HAZ Heat Affected Zone

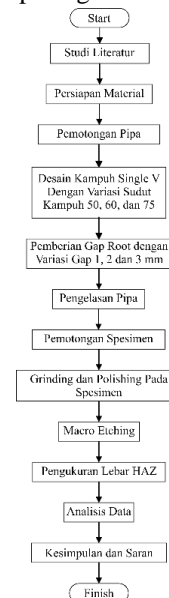
1. PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan salah satu pilihan dalam penyambungan pipa. Bahkan pada pipa baja, penyambungan dengan pengelasan merupakan pilihan utama yang sering kali diwajibkan oleh standart yang ada. Luasnya cakupan pengelasan dengan berbagai variabel yang mengikutinya menjadikan perlukan perhatian khusus dalam pelaksanaan aplikasinya di lapangan. variabel pengelasan bisa berupa variabel essensial, maupun non essensial [1]. Penyambungan dengan pengelasan ini dilaksanakan pada temperatur yang tinggi sampai temperatur cair material yang di sambung sehingga berpotensi menimbulkan efek yang tidak diinginkan salah satunya yaitu perubahan struktu mikro pada material yang berpengaruh pada sifat mekanikal material [2]. Pada jurnal ini akan dilakukan penelitian pengaruh sudut kampuh single vee 50°, 60°, dan 75° dan besar root gap 1 mm, 2 mm, dan 3 mm menggunakan pengelasan GMAW terhadap lebar HAZ. Lebar HAZ akan dianalisa dengan *macro test* untuk mengetahui yang paling baik.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini penulis melakukan pengujian *macro test* untuk mengetahui lebar HAZ dengan berbagai variasi sudut kampuh *single vee* dan

lebar HAZ. Maka dari itu pada penelitian ini perlu dilakukan identifikasi dan persiapan material agar penelitian berjalan sesuai yang diharapkan oleh penulis. Alur - alur pada penelitian ini akan ditampilkan pada diagram alir (*flow chart*) penelitian yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

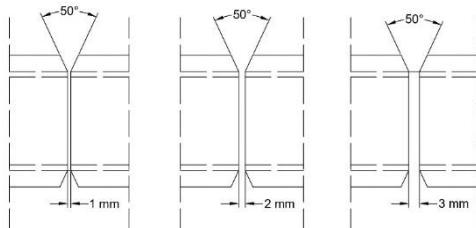
2.1 Langkah Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan beberapa variasi berupa sudut kampuh *single vee* dan lebar *root gap*. Variasi sudut kampuh yang digunakan pada penelitian ini adalah sudut kampuh *single vee* 50°,

60°, dan 75°. Sedangkan variasi *root gap* yang digunakan pada penelitian ini adalah 1 mm, 2 mm, dan 3 mm.

2.2 Persiapan Spesimen

Sebelum dilakukan pengelasan, terlebih dahulu harus melakukan persiapan spesimen, yaitu pemotongan pipa dengan panjang 100 mm. Setelah pemotongan selesai dilanjutkan dengan membuat variasi sudut kampuh *single vee* dengan sudut 50°, 60°, dan 75° [3] dengan mesin bubut seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Desain Sudut Kampuh

Setelah membuat kampuh, pipa akan di *tack weld* dengan *root gap* 1 mm, 2 mm, dan 3 mm [5] seperti pada gambar 2 dan kemudian di las. Setelah dilas, pipa yang sudah dilas tersebut akan diambil spesimen *macro test* dengan memotong pada sambungan pipa sebesar 10 mm x 50 mm

2.3 Pengujian Makro

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui lebar HAZ yang dihasilkan dari berbagai variasi sudut kampuh *single vee* dan lebar *root gap*. Pengujian makro hanya akan dilakukan pada bagian pipa yang dilas untuk melihat lebar HAZ. Pengujian makro dilakukan secara visual. Agar permukaan logam dapat diamati pada pengujian makro maka spesimen uji makro harus terlebih dahulu dilakukan persiapan berikut :

1. Grinding dan Polishing

Grinding dan polishing bertujuan untuk membentuk permukaan spesimen yang benar-benar rata. Grinding dilakukan dengan menggosok spesimen pada hand grinding yang diberi kertas gosok dengan urutan grit paling kasar sampai grit yang halus. Sedangkan polishing dilakukan dengan menggosok spesimen di atas hand grinding yang dilengkapi kain woll dan diberi serbuk alumina dengan kehalusan 1 – 0,05 mikron.

2. Etsa (*etching*)

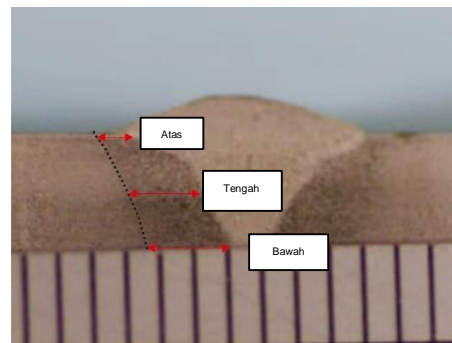
Proses etsa pada dasarnya adalah proses korosi yakni mengkorosikan permukaan spesimen yang telah rata karena proses grinding dan polishing menjadi tidak rata lagi. Ketidakteraturan permukaan spesimen ini dikarenakan mikrostruktur yang berbeda akan dilarutkan dengan kecepatan yang berbeda sehingga meninggalkan bekas permukaan dengan orientasi sudut yang berbeda pula. Pada pelaksanaannya, etsa dilakukan dengan mencelupkan spesimen pada cairan etsa yang mana tiap jenis logam mempunyai cairan etsa (*etching reagent*) sendiri-sendiri [4].

2.4 Analisa Data

Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan berupa analisa data yang telah diperoleh pada pengujian yang sudah dilakukan. Data yang dianalisa tersebut digunakan sebagai pembandingan untuk mengetahui variasi manakah yang lebih optimal untuk digunakan pada proses pengelasan. Setelah analisa data dilakukan, langkah berikutnya adalah pengambilan kesimpulan dari hasil data dan analisa data yang telah dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan dan pengukuran lebar HAZ dilakukan pada 3 bagian, yaitu bagian atas, tengah dan bawah sesuai dengan yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Titik Pengukuran HAZ

3.1 Pengaruh Sudut Kampuh Terhadap Lebar HAZ

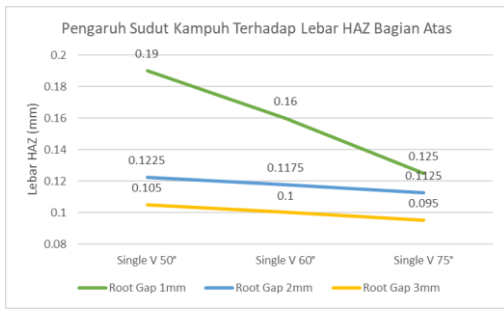
Data ini didapat dari hasil pengamatan visual secara langsung dan pengukuran lebar HAZ (*Heat Affected Zone*) menggunakan jangka sorong setelah dilakukan uji makro. Data hasil pengukuran HAZ dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1: Data Pengaruh Sudut Kampuh Terhadap Lebar HAZ

	Pengaruh Sudut Kampuh Terhadap HAZ		
	Atas	Tengah	Bawah
A1	0.19	0.185	0.1175
B1	0.16	0.145	0.14
C1	0.125	0.165	0.2375
A2	0.1225	0.19	0.1925
B2	0.1175	0.17	0.165
C2	0.1125	0.2	0.275
A3	0.105	0.19	0.245
B3	0.1	0.2275	0.27
C3	0.095	0.215	0.285

2.1.1 Pengaruh Sudut Kampuh Terhadap Lebar HAZ Bagian Atas

Data pengaruh sudut kampuh *single vee* terhadap lebar HAZ bagian atas ditampilkan pada grafik pada gambar 4.

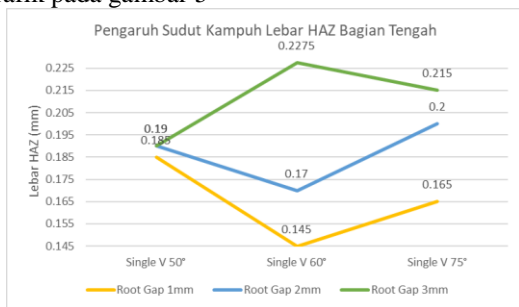


Gambar 4. Grafik Lebar HAZ Bagian Atas Akibat Variasi Sudut Kampuh

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa setelah semua spesimen memiliki lebar HAZ bagian atas yang bervariasi. Besar lebar HAZ bagian atas pada gambar 4 merupakan lebar rata-rata HAZ bagian atas pada sisi kanan dan kiri spesimen yang diukur menggunakan jangka sorong. Dari hasil grafik di atas, lebar HAZ bagian atas terkecil yaitu sebesar 0,095 mm yang terjadi pada *single vee* 75°. Sedangkan lebar HAZ terbesar yaitu 0,19 mm yang terjadi pada *single vee* 50°.

2.1.2 Pengaruh Sudut Kampuh Terhadap Lebar HAZ Bagian Tengah

Data pengaruh sudut kampuh *single vee* terhadap lebar HAZ bagian tengah ditampilkan pada grafik pada gambar 5

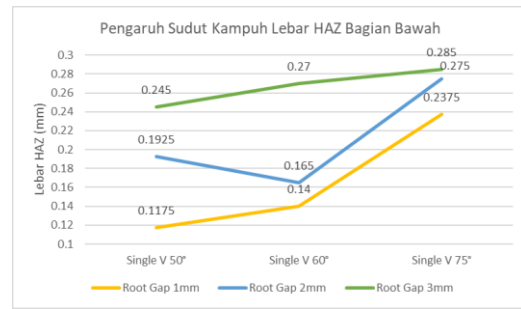


Gambar 5. Grafik Lebar HAZ Bagian Tengah Akibat Variasi Sudut Kampuh

Pada gambar 5 menunjukkan bahwa setelah semua spesimen memiliki lebar HAZ bagian tengah yang bervariasi. Besar lebar HAZ bagian tengah pada gambar 5 merupakan lebar rata-rata HAZ bagian atas pada sisi kanan dan kiri spesimen yang diukur menggunakan jangka sorong. Dari hasil grafik di atas, lebar HAZ bagian tengah terkecil yaitu sebesar 0,145 mm yang terjadi pada *single vee* 60° dan. Sedangkan lebar HAZ terbesar yaitu 0,2275 mm yang terjadi pada *single vee* 60°.

2.1.3 Pengaruh Sudut Kampuh Terhadap Lebar HAZ Bagian Bawah

Data pengaruh sudut kampuh *single vee* terhadap lebar HAZ bagian tengah ditampilkan pada grafik pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik Lebar HAZ Bagian Bawah Akibat Variasi Sudut Kampuh

Pada gambar 6 menunjukkan bahwa setelah semua spesimen memiliki lebar HAZ bagian bawah yang bervariasi. Besar lebar HAZ bagian bawah pada gambar 6 merupakan lebar rata-rata HAZ bagian atas pada sisi kanan dan kiri spesimen yang diukur menggunakan jangka sorong. Dari hasil grafik di atas, lebar HAZ bagian bawah terkecil yaitu sebesar 0,1175 mm yang terjadi pada *single vee* 50°. Sedangkan lebar HAZ terbesar yaitu 0,285 mm yang terjadi pada *single vee* 75°.

2.2 Pengaruh Sudut Kampuh Terhadap Lebar HAZ

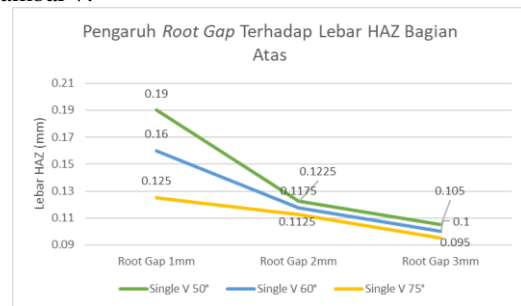
Data ini didapat dari hasil pengamatan visual secara langsung dan pengukuran lebar HAZ (*Heat Affected Zone*) menggunakan jangka sorong setelah dilakukan uji makro. Data hasil pengukuran HAZ dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2: Data Pengaruh Root Gap Terhadap Lebar HAZ

Pengaruh Root Gap Terhadap Lebar HAZ			
	Atas	Tengah	Bawah
A1	0.19	0.185	0.1175
A2	0.1225	0.19	0.1925
A3	0.105	0.195	0.245
B1	0.16	0.145	0.14
B2	0.1175	0.17	0.165
B3	0.1	0.2275	0.27
C1	0.125	0.165	0.2375
C2	0.1125	0.2	0.275
C3	0.095	0.215	0.285

2.2.1 Pengaruh Root Gap Terhadap Lebar HAZ Bagian Atas

Data pengaruh lebar *root gap* terhadap lebar HAZ bagian atas ditampilkan pada grafik pada gambar 7.



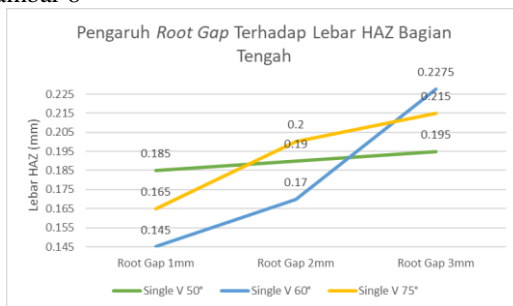
Gambar 7. Grafik Lebar HAZ Bagian Atas Akibat Variasi Root Gap

Pada gambar 7 menunjukkan bahwa setelah semua spesimen memiliki lebar HAZ bagian atas

yang bervariasi. Besar lebar HAZ bagian atas pada gambar 7 merupakan lebar rata-rata HAZ bagian atas pada sisi kanan dan kiri spesimen yang diukur menggunakan jangka sorong. Dari hasil grafik di atas, lebar HAZ bagian atas terkecil yaitu sebesar 0,095 mm yang terjadi pada *root gap* 3 mm. Sedangkan lebar HAZ terbesar yaitu 0,19 mm yang terjadi pada *root gap* 1 mm.

2.2.2 Pengaruh *Root Gap* Terhadap Lebar HAZ Bagian Tengah

Data pengaruh lebar *root gap* terhadap lebar HAZ bagian atas ditampilkan pada grafik pada gambar 8

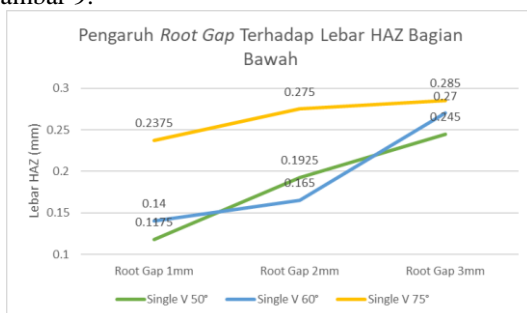


Gambar 8. Grafik Lebar HAZ Bagian Tengah Akibat Variasi *Root Gap*

Pada gambar 8 menunjukkan bahwa setelah semua spesimen memiliki lebar HAZ bagian tengah yang bervariasi. Besar lebar HAZ bagian tengah pada gambar 5 merupakan lebar rata-rata HAZ bagian atas pada sisi kanan dan kiri spesimen yang diukur menggunakan jangka sorong. Dari hasil grafik di atas, lebar HAZ bagian tengah terkecil yaitu sebesar 0,145 mm yang terjadi pada *root gap* 1 mm. Sedangkan lebar HAZ terbesar yaitu 0,2275 mm yang terjadi pada *root gap* 3 mm.

2.2.3 Pengaruh *Root Gap* Terhadap Lebar HAZ Bagian Bawah

Data pengaruh lebar *root gap* terhadap lebar HAZ bagian atas ditampilkan pada grafik pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik Lebar HAZ Bagian Bawah Akibat Variasi *Root Gap*

Pada gambar 9 menunjukkan bahwa setelah semua spesimen memiliki lebar HAZ bagian bawah yang bervariasi. Besar lebar HAZ bagian bawah pada gambar 9 merupakan lebar rata-rata HAZ bagian atas pada sisi kanan dan kiri spesimen yang diukur menggunakan jangka sorong. Dari hasil grafik di atas, lebar HAZ bagian bawah terkecil yaitu sebesar

0,1175 mm yang terjadi pada *root gap* 1 mm. Sedangkan lebar HAZ terbesar yaitu 0,285 mm yang terjadi pada *root gap* 3 mm.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan proses pengelasan pada pipa dengan diameter 2 inch dan material *carbon steel* A53 *grade B schedule 40* dengan 2 variasi yaitu kampuh *single vee* dengan variasi sudut kampuh 50°, 60°, dan 75° dan variasi besar *root gap* sebesar 1 mm, 2 mm, dan 3 mm, diambil spesimen dari potongan sambungan pipa tersebut dan dilakukan pengujian *macro test*. Setelah dilakukan pengujian *macro test*, terdapat 3 titik pengukuran lebar HAZ yaitu bagian atas, bagian bawah serta terdapat 2 sisi pengukuran lebar HAZ yaitu sisi kanan dan sisi kiri. Pada HAZ bagian atas, lebar HAZ bagian atas terbesar terjadi pada variasi sudut kampuh 50° dengan *root gap* 1 mm dengan lebar HAZ sebesar 0,19 mm sedangkan lebar HAZ bagian atas terkecil terjadi pada variasi sudut kampuh 75° dengan *root gap* 3 mm dengan lebar HAZ sebesar 0,095 mm. Pada HAZ bagian tengah, lebar HAZ bagian tengah terbesar terjadi pada variasi sudut kampuh 60° dengan *root gap* 3 mm dengan lebar HAZ sebesar 0,2275 mm sedangkan lebar HAZ bagian tengah terkecil terjadi pada variasi sudut kampuh 60° dengan *root gap* 1 mm dengan lebar HAZ sebesar 0,145 mm. Pada HAZ bagian bawah, lebar HAZ bagian bawah terbesar terjadi pada variasi sudut kampuh 75° dengan *root gap* 3 mm dengan lebar HAZ sebesar 0,285 mm sedangkan lebar HAZ bagian bawah terkecil terjadi pada variasi sudut kampuh 50° dengan *root gap* 1 mm dengan lebar HAZ sebesar 0,1175 mm.

5. SARAN

Dalam pengerjaan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan sehingga terdapat beberapa saran untuk menjadi pertimbangan dalam mengambil keputusan dan dapat diteliti untuk mendapat hasil lebih maksimal. Beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan pipa dengan diameter, ketebalan dan material yang berbeda.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan jenis pengelasan yang berbeda.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan untuk membandingkan pengelasan antara proses GMAW dengan SMAW.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc., FRINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

2. Bapak George Endri K, S.T., M.Sc.Eng. sebagai Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
3. Bapak Dimas Endro Witjonarko, S.T., M.T. sebagai Ketua Program Studi Teknik Perpipaan. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
4. Seluruh staf pengajar Program Studi Teknik Perpipaan yang telah memberikan banyak ilmu dan menemani perkembangan penulis dari mulai dari semester 1 hingga semester 8.
5. Teman-teman Teknik Perpipaan angkatan 2018 yang selalu bersama-sama dengan penulis melewati dinamika dunia perkuliahan dengan suka, duka, tangis, tawa dan juga kebersamaan.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Parera, Y. (2020). Pengaruh Jenis dan Sudut Kampuh Pada Pengaplikasian Penyambungan Pipa *Carbon Steel A 106 Grade B* Menggunakan Pengelasan SMAW Terhadap Penyusutan Sambungan dan Lebar HAZ. Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [2] Wiryosumarto, H., & Okumura, T. (1991). Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta:Pradnya Paramita.
- [3] AWS D1.1. (2019) Stuctural Welding Code—Steel. New York: American Welding Society.
- [4] Modul Uji Bahan PPNS, (2019). Uji Metalografi.
- [5] ASME. (2019). *Boiler and Pressure Vessel Code Section IX*. New York: *The American Society of Mechanical Engineers*.