

## ANALISA PENGARUH PARAMETER PENGELASAN WPS DAN NON WPS TERHADAP PENGUJIAN DESTRUKTIF PROSES SMAW PADA MATERIAL S355J2

Suharjo<sup>1</sup>, Sony Liston<sup>2</sup>, Ridha Siddiq<sup>3</sup>, Dwisari Hutasoit<sup>4</sup>

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Batam  
Jl. Uniba No. 5 Batam Center, Kota Batam, Kepulauan Riau 29432  
Email : suharjo@univbatam.ac.id

### Abstrak

Untuk memperoleh hasil pengelasan yang optimal maka sudah seharusnya perusahaan membuat atau memiliki standar prosedur dalam pengelasan untuk menjadi acuan dalam bekerja. Suatu *welding procedure* (prosedur pengelasan) akan merinci tahap- tahap pengelasan atau penyambungan yang akan dilakukan serta menentukan nilai-nilai atau batasan nilai untuk semua variabel yang dapat dikontrol selama proses pengelasan dan bahan yang digunakan memiliki standard operational prosedur yang dikenal dengan *welding procedure specification* (WPS). Pada penelitian ini penulis akan melakukan eksperimen terhadap material dengan perbandingan Parameter pengelasan mengikuti WPS dan yang tidak mengikuti WPS. Dari hasil penelitian didapatkan hasil pengujian DT mengikuti WPS mendapatkan hasil accepted dengan nilai UTS 570 N/mm pada tensile test, No discontinuity pada bend test, dan nilai rata-rata di atas 50J pada impact charpy test sedangkan hasil pengujian DT tidak mengikuti WPS mendapatkan hasil failed pada impact charpy test dengan nilai rata-rata kurang dari 50J.

**Kata Kunci:** *Bend test; Destructive Test (DT); Impact Charpy Test; Tensile test; Welding procedure specification (WPS).*

### Abstract

*To obtain optimal welding results, the company should make or have a standard welding procedure to become a reference for work. A welding procedure will detail the stages of welding or joining to be carried out and determine values or limit values for all variables that can be controlled during the welding process and the materials used have standard operational procedures known as welding procedure specifications (WPS). In this study the authors will conduct experiments on materials with a comparison of welding parameters following WPS and those that do not follow WPS. From the research results, it was found that the results of the DT testing following the WPS obtained accepted results with a UTS value of 570 N/mm on the tensile test, no discontinuity on the bend test, and an average value above 50J on the impact Charpy test while the DT test results did not follow the WPS failed in the impact Charpy test with an average value of less than 50J.*

**Keywords:** *Bend test; Destructive Test (DT); Impact Charpy Test; Tensile test; Welding procedure specification (WPS).*

## 1. Pendahuluan

Dalam dunia industri baik manufaktur maupun pertambangan dan perminyakan, pengelasan merupakan salah satu hal penting yang dilakukan di perusahaan. Pada era industrialisasi dewasa ini teknik pengelasan telah banyak dipergunakan secara luas pada penyambungan pada konstruksi bangunan baja, pipa-pipa saluran gas dan minyak. Untuk memperoleh hasil pengelasan yang optimal maka sudah seharusnya perusahaan membuat atau memiliki standar prosedur dalam pengelasan untuk menjadi acuan dalam bekerja. Suatu welding procedure (prosedur pengelasan) akan merinci tahap- tahap pengelasan atau penyambungan yang akan dilakukan serta menentukan nilai-nilai atau batasan nilai untuk semua variabel yang dapat dikontrol selama proses pengelasan dan bahan yang digunakan memiliki standard operational prosedur yang dikenal dengan WPS (*welding procedure specification*).

WPS lahir dari rangkuman PQR (*procedure qualification record*) yang di dalamnya terdapat data efident dari proses pengelasan dari suatu joint yang terekam dalam satu lembaran form yang disebut runsheet. WPS bisa dikatakan terkualifikasi atau telah teruji dan siap dijadikan acuan prosedur pengelasan di suatu proyek tentunya harus melewati tahap-tahap pengujian. Pengujian merusak (*DT Test*) dan tidak merusak di tetapkan sesuai dengan kode dan standar yang di pakai.

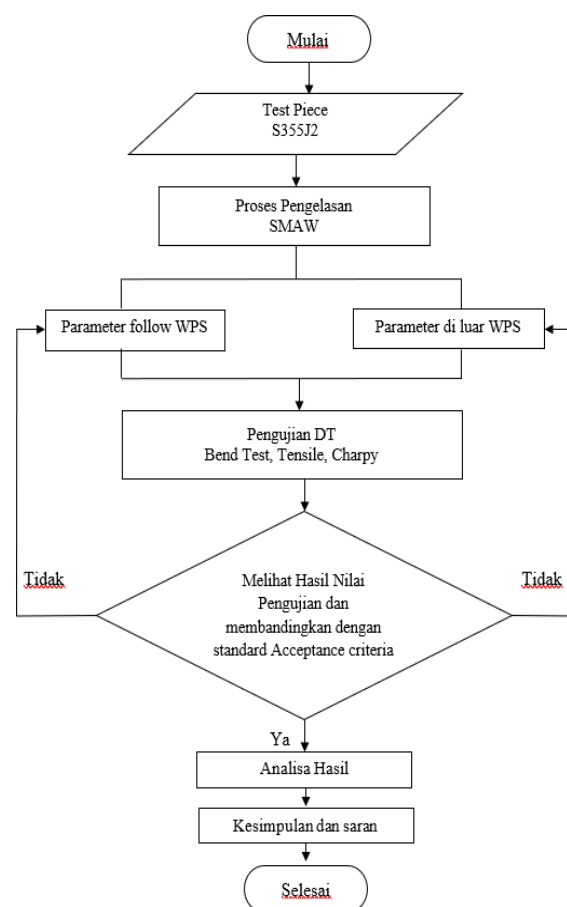
Pada penelitian ini penulis akan melakukan eksperimen terhadap material dengan perbandingan Parameter pengelasan mengikuti WPS dan yang tidak mengikuti WPS.

Plat S335J2 adalah material struktural yang banyak digunakan dalam industri rekayasa dan konstruksi. S335J2 merupakan baja karbon rendah yang mempunyai kekuatan tarik tinggi dan dapat dengan mudah dilas ke baja las lainnya. Untuk ekuivalennya yang rendah karbon, ia memiliki sifat pembentuk dingin yang baik. S simbol untuk Baja Struktural, S355 dengan minimum kekuatan tarik nya adalah 355 N/mm<sup>2</sup>, dan J2 simbol untuk temperature impact test nya yaitu -20.

Material S355J2 dilakukan pengelasan

menggunakan proses SMAW dan dibuatkan *runsheets* parameter nya agar parameter yang terbaca aktual dan akurat. Parameter pengelasan yang digunakan mengikuti parameter WPS akan di record setiap pass nya untuk memastikan parameter tersebut benar dan mengikuti WPS yang telah di tentukan. Mulai dari pengelasan *root pass* menggunakan elektroda, kemudian *hot pass* dan kemudian mengisi *filler passes* dengan *layer-layer* pengelasan sampai pada capping untuk menutup *passes cover*.

## 2. METHODE



Gambar 1. Diagram Alir

Penelitian ini mengkaji perbandingan pengujian destruktif yang terjadi pada spesimen pengelasan. Metode penelitian yang dilakukan adalah metode eksperimental. Beberapa parameter yang diantara nya adalah arus pengelasan (ampere), Voltase pengelasan (voltage), dan Kecepatan laju/ayunan pengelasan (travel speed). Nilai parameter-parameter yang telah diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik dalam

bab berikut nya sehingga memudahkan dalam melihat pengaruh parameter pengelasan terhadap pengujian.

### Rancangan Penelitian

Proses pengambilan data dilakukan dengan setelah semua proses pengelasan selesai sampel test piece akan di simpan selama 48 jam untuk proses selanjutnya DT, range waktu yang digunakan adalah untuk memastikan tidak ada nya delay crack/HICC yang mana biasa nya terjadi di range waktu tersebut.

### Pengumpulan Data

Data yang digunakan ialah data yang didokumentasikan pada saat pengujian destruktif dilakukan. Berikut tabulasi awal data dari pengujian yang dilakukan, antara lain; pengujian tarik, pengujian tekuk, pengujian impak.

**Tabel 3.4** Tabulasi data pengujian tarik

| Specimen Number                              | T1 | T2 |
|----------------------------------------------|----|----|
| Measured Thickness (mm)                      |    |    |
| Measured Width (mm)                          |    |    |
| Effective Area (mm <sup>2</sup> )            |    |    |
| Ultimate Tensile Load (kN)                   |    |    |
| Ultimate Tensile Stress (N/mm <sup>2</sup> ) |    |    |
| Location of Failure                          |    |    |
| Type of Failure                              |    |    |

**Tabel 3.5** Tabulasi data pengujian tekuk

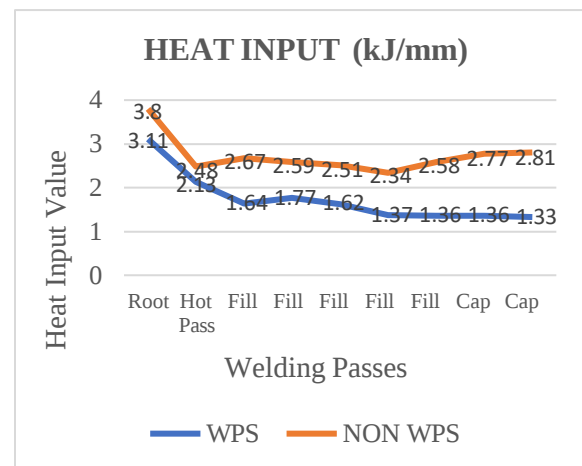
| Specimen Number         | S1 | S2 | S3 | S4 |
|-------------------------|----|----|----|----|
| Measured Thickness (mm) |    |    |    |    |
| Measured Width (mm)     |    |    |    |    |
| Bend Angle              |    |    |    |    |
| Former Diameter (mm)    |    |    |    |    |
| Type of Bend            |    |    |    |    |
| Remark                  |    |    |    |    |

**Tabel 3.6** Tabulasi data pengujian impak

| Specimen Number/ Impact Value          | 1 | 2 | 3 | Average |
|----------------------------------------|---|---|---|---------|
| V-notch position (at weld metal)       |   |   |   |         |
| V-notch position (at fusion line)      |   |   |   |         |
| V-notch position (at fusion line +2mm) |   |   |   |         |
| V-notch position (at fusion line +5mm) |   |   |   |         |

**Gambar 2.** Tabulasi Data Pengujian

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN



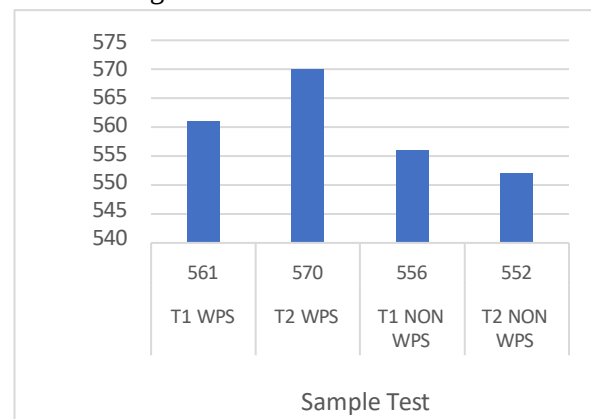
**Gambar 3.** Grafik Nilai Heat Input

Perbandingan hasil Heat Input dapat dilihat pada chart di atas dimana heat input pada parameter di luar WPS lebih tinggi dibandingkan parameter mengikuti WPS. Ini dikarenakan tinggi nya parameter seperti ampere, voltage dan travel speed pada parameter di luar WPS yang membuat heat input lebih tinggi.

### Pengujian Tensile Test

**Gambar 4.** Diagram Kekuatan Tarik

Dari diagram diatas, keempat spesimen pada hasil mengikuti WPS maupun di luar WPS mendapatkan nilai kekuatan tarik yang tidak terlalu signifikan perbedaannya. Berdasarkan standard acceptance criteria AWS D1.1 yaitu nilai kekuatan tarik lasan setidaknya harus sama dengan minimum kekuatan tarik



material. Untuk tensile strength requirement pada material S355J2 adalah 470 – 630 MPa dimana hasil spesimen baik mengikuti WPS

yaitu 561 MPa dan 570 MPa, dan di luar WPS yaitu 556 MPa dan 552 MPa telah mencapai dan melewati minimum kekuatan tarik nya sehingga spesimen dinyatakan lolos uji/ accepted.

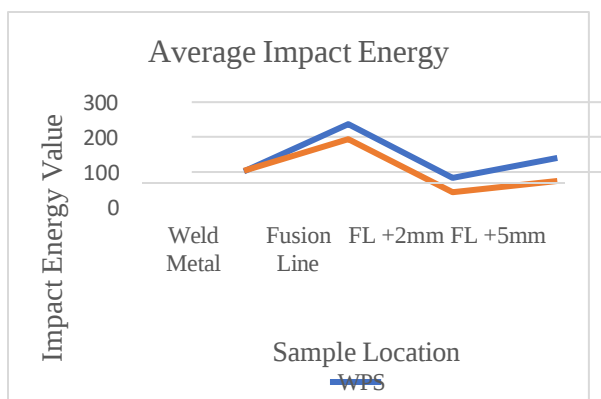
### Pengujian Bending Test

| Sample  |              | Bend Angle | Observation                            |
|---------|--------------|------------|----------------------------------------|
| WPS     | Side Bend #1 | 180°       | No indication/ discontinuity observed. |
|         | Side Bend #2 | 180°       | No indication/ discontinuity observed. |
|         | Side Bend #3 | 180°       | No indication/ discontinuity observed. |
|         | Side Bend #4 | 180°       | No indication/ discontinuity observed. |
| NON WPS | Side Bend #1 | 180°       | No indication/ discontinuity observed. |
|         | Side Bend #2 | 180°       | No indication/ discontinuity observed. |
|         | Side Bend #3 | 180°       | No indication/ discontinuity observed. |
|         | Side Bend #4 | 180°       | No indication/ discontinuity observed. |

**Tabel 1.** Data Hasil Pengujian Bending

Dari hasil pengujian bending pada spesimen WPS maupun di luar WPS tidak ditemukan cacat / defect pada observasi sambungan pengelasan, sehingga spesimen dinyatakan lolos uji/ accepted.

### Pengujian Impact Test



**Gambar 5.** Diagram Average Impact energy

Pada hasil pengujian mengikuti WPS, masing-masing spesimen telah memenuhi standard *acceptance criteria* dan dinyatakan pass/ lulus uji sedangkan pada hasil pengujian tidak mengikuti WPS mengalami penurunan nilai impact nya. Hal ini dapat disebabkan karena proses pengelasan dengan parameter diluar wps yang menyebabkan heat input terlalu tinggi sehingga nilai impact (J) berkurang, dikarenakan heat input yang tinggi menghasilkan ketangguhan material yang rendah (Low toughness), sehingga hasil *impact value* pada spesimen tidak mengikuti WPS

memiliki nilai average value yang kurang dari 50J pada FL +2MM dan single value kurang dari 35J pada FL+2MM dan FL+5MM yang disimpulkan bahwa pengujian impact tidak lolos/ failed.

## 4. PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada parameter pengelasan WPS dan diluar WPS terhadap pengujian tarik, bending, dan impact proses SMAW pada material S355J2 adalah sebagai berikut:

1. Pengelasan mengikuti WPS menghasilkan lebih banyak layer/pass yaitu sebanyak 13 layer/pass dengan heat input lebih kecil di dibandingkan dengan test piece 2 dimana heat input lebih besar.
2. Pengelasan dengan parameter diluar WPS menghasilkan layer/pass lebih sedikit yaitu sebanyak 9 pass dapat disimpulkan kecepatan pengerjaan nya lebih cepat dibandingkan dengan test piece 1 (high productivity).
3. Hasil pengujian DT (Tensile Test, Bend Test, Charpy Test) mendapatkan hasil accepted pada test piece 1 dengan nilai UTS 570 N/mm pada tensile test, No discontinuity pada bend test, dan dengan nilai rata-rata di atas 50J pada charpy test, oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa parameter pengelasan mengikuti WPS menghasilkan kualitas yang baik pada mechanical test nya.
4. Hasil pengujian DT (Tensile Test, Bend Test, Charpy Test) pada test piece 2 mendapatkan hasil failed pada charpy test dengan nilai rata-rata kurang dari 50J yang berlokasi di area FL+2 dan nilai single value kurang dari 35J pada area FL+2 dan FL+5, hal ini menunjukkan heat input yang tinggi berpengaruh pada ketangguhan hasil pengelasan (Low toughness) yang menyebabkan hasil failed pada saat charpy test.

### Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan ada beberapa saran, agar penelitian selanjutnya yang sejenis dapat menghasilkan data yang lebih baik, antara lain :

1. Melakukan pengujian DT yang lain seperti

macro dan micro untuk dapat membandingkan hasil struktur micro dari kedua sample.

2. Melakukan pengujian DT yang lain seperti hardness test untuk mengetahui hasil kekerasan dari kedua sample.

technology.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad, Nely, Mufarida, Kosjoko. 2019 “Pengaruh Penerapan WPS Al6005 Tipe Butt joint terhadap kekuatan sambungan las Al 6061. Jurnal Fakultas Teknik.
- [2] Ikhsan Kholis . 2015 . “ Pengujian Mekanik Pada Kualifikasi WPS/PQR SMAW Welding pipa API 5L X42 Berdasarkan API 1104” Forum teknologi.
- [3] Indah Purmayanti, Kurniawati Oktarina. 2020 “Aplikasi WPS dengan bevel 300 untuk pengelasan konstruksi kapal tanker 3500 LTDWHN.309 pada uji bending di PT. Daya Radar Utama Unit III Lampung” Distilasi , Vol.5
- [4] Izzatul, Syarul, Amalina, Abdul, Ghalib. 2012. “The Effect of Gas Metal Arc Welding process on different welding parameters”. 40450 Selangor.
- [5] Riyadi, F., & Setyawan, D. (2011). Analisa mechanical dan metallurgical pengelasan baja karbon A36 dengan metode SMAW. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [6] Rudi Suhradi Rachmat, Lydia Anggraini, Wandesmoni Sihotang, Kei Ameyama. “Analysis of Welding Procedure Specifications for steel line pipe material” SINERGI Vol.26 .2022 . doi : 10.22441/sinergi.2022.3.002
- [7] Syaripuddin, Imam Basori, Yunata Mandala Putra, 2014. “Pengaruh Jenis Kampuh Las Terhadap Kekuatan Tarik Baja Paduan Rendah (ASTM A36) Menggunakan Las Smaw”. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta Jl. Rawamangun Muka, Jakarta Timur
- [8] S.P. Tewari, Ankur Gupta, Jyoti Prakash. 2010. “ Effect of Welding Parameters on the weldability of Material” International Journal of Engineering Science and technology.
- [9] The staff of Hobart Institute of Welding Technology . 2010 . “Destructive Testing Methods”. Hobart institute of welding