

# PENGARUH PWHT TERHADAP KEKUATAN IMPACK BAJA ASTM A 106 GRADE B PADA PROSES PENGELASAN SMAW

Husni Hidayatullah<sup>1</sup>, Al fathier<sup>2</sup>, Fakhriza<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Mahasiswa Prodi D-IV Teknologi Rekayasa Manufaktur

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata

Email: 17wahyuagung@gmail.com

## Abstrak

Adapun tujuan penelitian ini untuk mengetahui hasil *annealing* pada proses PWHT dengan *holding time* 10 menit. dengan temperatur (810°C, 830°C, 850°C) pada spesimen uji *impact*. untuk mengetahui jenis patahan dari proses *annealing* pada pengujian *impact*. untuk mengetahui nilai rata-rata energi yang diserap dan nilai rata-rata harga *impact*. proses pengelasan menggunakan pengelasan SMAW, menggunakan elektroda E6010 dan E7018, Pengujian yang dilakukan adalah pengujian *impact*. Hasil pengujian *impact* pada perlakuan Non-PWHT dengan nilai rata-rata energi yang diserap sebesar 186 Joule dan harga *impact* sebesar 4,65 Joule/mm<sup>2</sup>. Hasil pengujian *impact* pada temperature 810°C mendapatkan nilai rata-rata energi yang diserap sebesar 225 Joule dan harga *impact* sebesar 5,62 Joule/mm<sup>2</sup>. Hasil pengujian *impact* pada temperature 830°C mendapatkan nilai rata-rata energi yang diserap sebesar 210 Joule dan harga *impact* sebesar 5,25 Joule/mm. Hasil pengujian *impact* pada temperature 850°C mendapatkan nilai rata-rata energi yang diserap sebesar 225 Joule dan harga *impact* sebesar 5,27 Joule/mm. Dari semua hasil pengujian *impact* maka nilai nilai rata-rata energi yang diserap dan harga *impact* tertinggi terdapat pada temperatur 810°C sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan Non-PWHT.

Kata Kunci : Pengelasan SMAW, Proses PWHT, Pengujian *Impact*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu pengelasan yang sering digunakan dalam dunia pengelasan adalah *shielded metal arc welding* atau pengelasan busur listrik elektroda terbungkus. Baja dengan pengelasan SMAW sangat luas penggunaannya karena lebih praktis dan mudah mengoperasikannya, pengelasan SMAW dapat digunakan untuk segala macam posisi pengelasan dan lebih efisien. Pengelasan memunculkan efek pemanasan setempat dengan temperatur tinggi yang menyebabkan logam mengalami ekspansi termal maupun menyusut saat pendinginan. Hal itu menyebabkan terjadinya tegangan-tegangan pada daerah las, tegangan ini disebut tegangan sisa. Tegangan sisa akibat pengelasan dapat memunculkan retak las dan dapat membahayakan konstruksi yang dilas apabila menerima pembebanan [ 1 ].

Terdapat dua cara untuk membebaskan tegangan sisa, yaitu cara mekanik dan cara termal. Dari kedua cara ini yang paling banyak dilakukan adalah cara termal dengan proses *Post Weld Heat Treatment* (PWHT). Pada proses PWHT, waktu penahanan (*holding time*), suhu pemanasan, dan

laju pendinginan merupakan faktor yang sangat penting. PWHT memiliki banyak fungsi selain menurunkan tegangan sisa, juga meningkatkan ketangguhan di daerah HAZ dan memperbaiki butir-butir kristal suatu material.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh PWHT dalam mengurangi kegetasan, tegangan sisa dan sebagai langkah untuk mengembalikan kondisi struktur material dan juga untuk mengetahui pengaruh *post weld heat treatment* dengan memvariasikan temperatur pemanasan spesimen uji diatas garis temperatur kritis atas (A3) ditambah 50°C maka didapatkan temperatur 810°C dan dinaikan 20°C didapatkan temperatur 830°C dan dinaikan kembali temperatur 20°C maka temperatur menjadi 350°C dengan *holding* 10 menit.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan khusus dari penulisan skripsi ini sebagai berikut:

1. untuk mengetahui hasil *annealing* pada proses PWHT dengan *holding time* 10 menit dengan

temperatur (810°C, 830°C, 850°C) pada spesimen uji impact..

2. untuk mengetahui jenis patahan dari proses *annealing* pada pengujian *impact*
3. untuk mengetahui nilai rata-rata energi yang diserap dan nilai rata-rata harga impact.

### 1.3 Batasan masalah

Agar penelitian ini sistematis maka ruang lingkup permasalahan perlu dibatasi guna menghindari penambahan masalah yang melebar dan tidak terarah pada permasalahan utama maka perlu adanya batasan-batasan sebagai berikut:

1. Menggunakan elektroda E6010 dan E7018 [ 2 ].
2. Material yang digunakan adalah ASTM A 106 grade B.
3. Menggunakan variasi pemanasan PWHT dengan temperatur 810°C, 830°C, dan 850°C Melewati proses *holding time* selama 10 menit [ 3 ].

## 2 Metodologi Penelitian

### 2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan lebih kurang selama 16 minggu. Adapun tempat dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pengelasan dilakukan di P.T. Medco, Aceh Timur
2. Proses pemotongan material dilakukan di Laboratorium produksi dan Fabrikasi Logam Politeknik Negeri Lhokseumawe.
3. Pengujian PWHT dilakukan di Laboratorium Uji Material Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.
4. Pengujian *Impact* di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe,

### 2.2 Alat dan Bahan

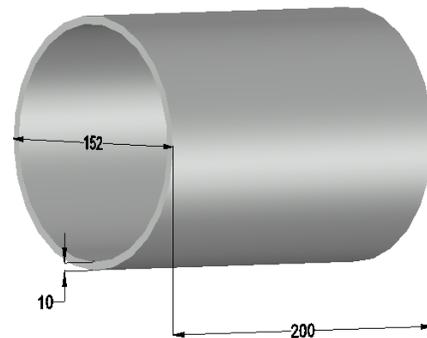
Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian ini seperti pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Alat Dan Bahan

No	Alat	No	Bahan
1.	Mesin las SMAW	1.	Pipa baja ASTM A 106 Gr B
2.	Gerinda tangan	2.	Elektroda E7016& E7018
3.	Kikir		
4.	Mesin uji impact		
5.	Mesin uji PWHT		

### 2.3 Dimensi Benda Uji

1. Bahan yang digunakan adalah baja karbon ASTM A 106 Grade B.
2. Diameter pipa  $\phi$  6 inch, panjang 200 mm, dan tebal 7,11 mm
3. Elektroda yang digunakan E6010 & E7018 [2].
4. Arus yang digunakan adalah 80 - 100 Ampere
5. Kampuh yang digunakan jenis kampuh V terbuka jarak celah 3 mm dan sudut bevel 35°. Seperti Gambar 2.1 dibawah ini.

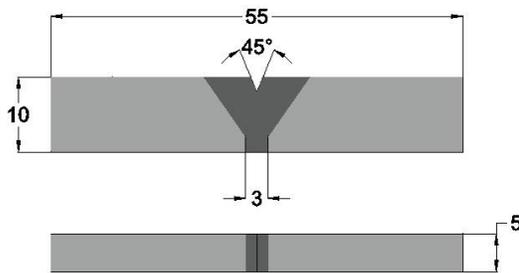


Gambar 2.1 Dimensi baja ASTM A 106 Grade B

### 2.4 Pembuatan Spesimen Uji

Setelah proses pengelasan selesai maka dilanjutkan pembuatan spesimen sesuai ASTM E-23 [ 4 ]. Dan ASME VIII [ 5 ] yang nantinya akan diuji Impact Metode *Charpy* untuk kekuatan las, langkah – langkahnya sebagai berikut:

1. Meratakan alur hasil pengelasan dengan mesin frais.
2. Bahan dipotong – potong dengan ukuran panjang 55 mm dan tebal 5 mm dan pembentukan takik V 2 mm.
3. Membuat gambar pada kertas yang agak tebal atau mal mengacu sesuai dengan ukuran standar ASTM E-23 [ 4 ]. Dan ASME VIII [ 5 ].
4. Gambar atau mal ditempel pada bahan selanjutnya dilakukan pengefraisan sesuai dengan bentuk gambar dengan menggunakan pisau frais diameter 60 mm. seperti Gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 Spesimen ASTM E-23 dan ASME VIII

### 2.3 Proses Pengujian PWHT

1. Menyiapkan spesimen uji sebanyak 9 buah untuk dilakukan proses PWHT dengan *holding time* 10 menit dan 1 buah untuk non PWHT
2. Memasukkan 3 spesimen yang telah dilakukan pengelasan dengan menggunakan elektroda E6010 dan E7018 untuk perlakuan yang pertama kedalam oven pemanas dengan temperature 810°C dan dilakukan *holding time* selama 10 menit. Setelah itu dilakukan proses pendinginan didalam dapur pemanas.
3. Memasukkan 3 spesimen yang telah dilakukan pengelasan dengan menggunakan elektroda E6010 dan E7018 untuk perlakuan yang kedua kedalam oven pemanas dengan temperature 830°C dan dilakukan *holding time* selama 10 menit. Setelah itu dilakukan proses pendinginan didalam dapur pemanas.
4. Memasukkan 3 spesimen yang telah dilakukan pengelasan dengan menggunakan elektroda E6010 dan E7018 untuk perlakuan yang ke tiga kedalam oven pemanas dengan temperature 850°C dan dilakukan *holding time* selama 10 menit. . Setelah itu dilakukan proses pendinginan didalam dapur pemanas

### 2.4 Proses Pengujian impact

1. Dengan menggunakan jangka sorong lakukan pengukuran luas area dibawah takik dari sampel uji. Catat hasil pengukuran didalam lembar data.
2. Hidupkan kompresor dan tunggu tekanan sampai 6 bar.
3. Buka safety guard mesin, siapkan mesin uji, pasang spesimen pada pemegangnya dan Angkat hammer dengan tangan dan pasang kunci.
4. Pastikan jarum penunjuk ke posisi 300 joule.

5. Letakan spesimen yang akan diuji pada tempat dudukan spesimen, atur posisi spesimen dan tutup pengaman mesin (*safety guards*).
6. Tekan tombol yang terletak disafety guards, lalu pendulum memukul spesimen uji.
7. Setelah itu bawa pendulum dengan hati-hati keposisi semula dengan menarik pendulum break secara perlahan.
8. Baca posisi jarum dan baca skala dial, catat hasil pembacaan.
9. Ambil benda uji dan amatilah permukaan patahannya didalam lembar data.
10. Ulangi pengujian untuk sampel-sampel lainnya.

### 2.5 Analisa Data

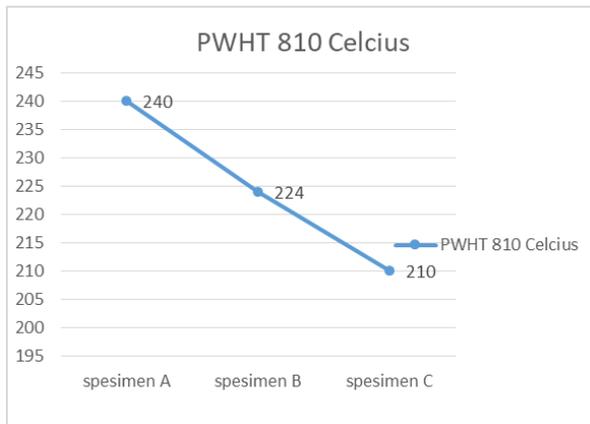
Setelah data diperoleh selanjutnya adalah menganalisa dengan cara mengolah data yang sudah terkumpul. Data dari hasil pengujian dimasukkan kedalam persamaan-persamaan yang ada sehingga diperoleh data yang bersifat kuantitatif, yaitu data yang : Pengaruh PWHT Terhadap Kekuatan Impack Baja ASTM A 106 Grade B Pada Proses Pengelasan SMAW berupa perbandingan persentase dan rata-rata antara data-data yang mengalami variasi temperatur pemanasan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Hasil Pengujian impact

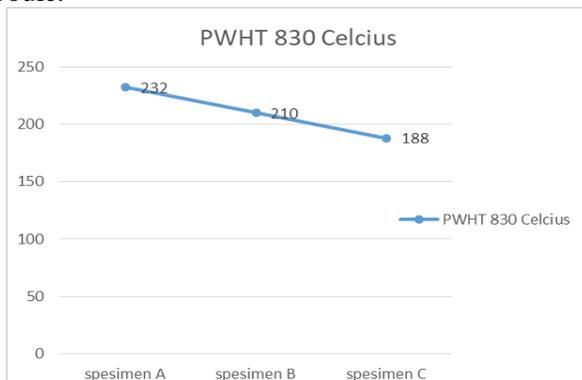
menunjukkan nilai dari hasil pengujian impact pada spesimen yang tidak dilakukan PWHT dan spesimen yang dilakukan variasi temperatur PWHT *temperature* 810°C, 830°C, dan 850°C dengan *holding time* 10 menit. Untuk Non-PWHT nilai energi yang diserap pada spesimen A sebesar 186 Joule. Nilai energi yang diserap untuk spesimen dengan suhu PWHT 810°C, pada specimen A menunjukan nilai energi yang diserap sebesar 240 Joule dan nilai energi yang diserap pada spesimen B sebesar 224 Joule ini menunjukkan adanya penurunan nilai energi yang diserap antara specimen A dan spesimen B sebesar 16 joule, pada spesimen C menunjukan nilai energi yang diserap sebesar 210 Joule ini menunjukkan adanya penurunan nilai energi yang diserap antara specimen B dan spesimen sebesar 14 joule. Nilai energi yang diserap terendah terjadi pada spesimen C sebesar 210 joule dan nilai energi yang diserap tertinggi terjadi pada spesimen A sebesar 240 joule dan nilai rata-rata energi yang diserap sebesar 225 Joule.

### 3.2 Nilai energi yang diserap



Gambar 3.2 grafik energi yang diserap pwht 810 Celcius

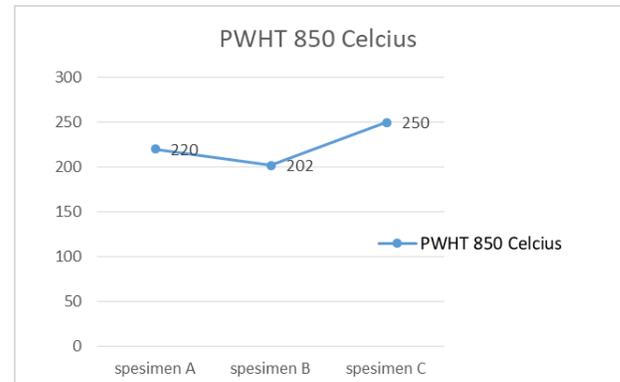
Data dari gambar 3.2 Nilai energi yang diserap untuk spesimen dengan suhu PWHT 810°C, pada spesimen A menunjukan nilai energi yang diserap sebesar 240 Joule dan nilai energi yang diserap pada spesimen B sebesar 224 Joule ini menunjukkan adanya penurunan nilai energi yang diserap antara spesimen A dan spesimen B sebesar 16 joule, pada spesimen C menunjukan nilai energi yang diserap sebesar 210 Joule ini menunjukkan adanya penurunan nilai energi yang diserap antara spesimen B dan spesimen sebesar 14 joule. Nilai energi yang diserap terendah terjadi pada spesimen C sebesar 210 joule dan nilai energi yang diserap tertinggi terjadi pada spesimen A sebesar 240 joule dan nilai rata-rata energi yang diserap sebesar 225 Joule.



Gambar 3.3 grafik energi yang diserap pwht 830 Celcius

Data dari gambar 3.3 Nilai energi yang diserap untuk spesimen dengan suhu PWHT 830°C, pada spesimen A menunjukan nilai energi yang diserap sebesar 232 Joule dan nilai energi yang diserap pada spesimen B sebesar 210 Joule ini menunjukkan adanya penurunan nilai energi yang

diserap antara spesimen A dan spesimen B sebesar 22 joule, pada spesimen C menunjukan nilai energi yang diserap sebesar 188 Joule ini menunjukkan adanya penurunan nilai energi yang diserap antara spesimen B dan spesimen C sebesar 22 joule. Nilai energi yang diserap paling terendah terjadi pada spesimen C sebesar 188 joule dan nilai energi yang diserap tertinggi terjadi pada spesimen A sebesar 232 joule dan nilai rata-rata energi yang diserap sebesar 210 Joule.

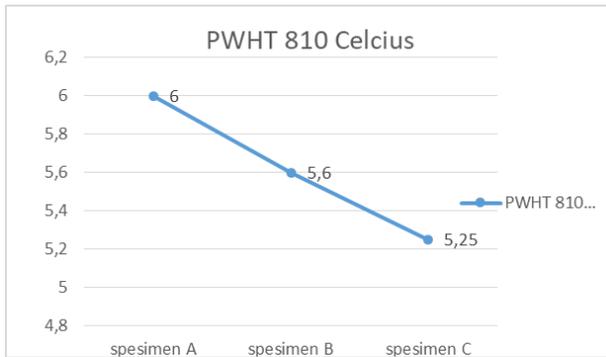


Gambar 3.4 grafik energi yang diserap pwht 830 Celcius

Data dari gambar 3.4 Nilai energi yang diserap untuk spesimen dengan suhu PWHT 850°C, pada spesimen A menunjukan nilai energi yang diserap sebesar 220 Joule dan nilai energi yang diserap pada spesimen B sebesar 202 Joule ini menunjukkan adanya penurunan nilai energi yang diserap antara spesimen A dan spesimen B sebesar 18 joule, pada spesimen C menunjukan nilai energi yang diserap sebesar 250 Joule ini menunjukkan adanya peningkatan nilai energi yang diserap antara spesimen B dan spesimen C sebesar 48 joule. Nilai energi yang diserap terendah terjadi pada spesimen B sebesar 202 joule dan nilai energi yang diserap tertinggi terjadi pada spesimen C sebesar 250 joule dan nilai rata-rata energi yang diserap sebesar 211 Joule.

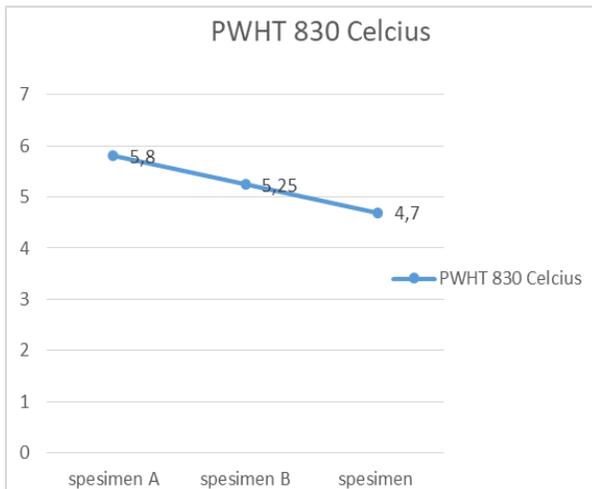
Dilihat dari hasil pengujian impact yang dilakukan bahwa variasi suhu temperatur PWHT sangat berpengaruh pada nilai impact, PWHT dengan suhu yang terendah lebih besar harga impactnya dibandingkan dengan suhu PWHT tertinggi. Jadi semakin kecil suhu yang diberikan maka material semakin ulet.

### 3.3 Nilai Harga Impact



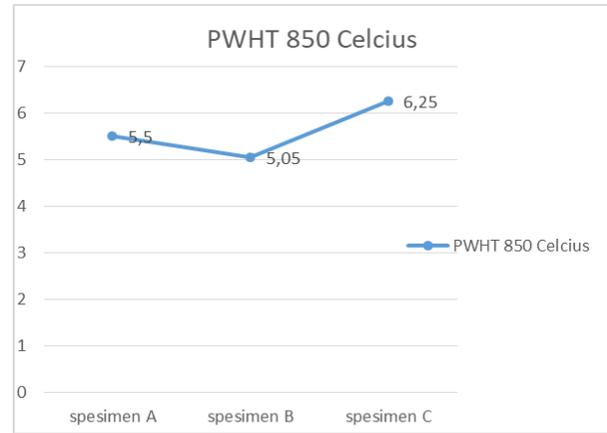
Gambar 3.5 grafik nilai harga impact 810 Celcius

Data dari gambar 3.5 Pada pwht 810 °C menghasilkan nilai harga impact pada spesimen A sebesar 6,00 Joule/mm<sup>2</sup>, spesimen B nilai harga impact sebesar 5,60 Joule/mm<sup>2</sup>, dan pada spesimen C nilai harga impact sebesar 5,25 Joule/mm<sup>2</sup>. maka didapatkan nilai rata-rata harga impact pada suhu 810 °C sebesar 5,62 Joule/mm<sup>2</sup>.



Gambar 3.6 grafik nilai harga impact 830 Celcius

Data dari gambar 3.6 Pada suhu pwht 830 °C menghasilkan nilai harga impact pada spesimen A sebesar 5,80 Joule/mm<sup>2</sup>, spesimen B nilai harga impact sebesar 5,25 Joule/mm<sup>2</sup>, dan pada spesimen C nilai harga impact sebesar 4,70 Joule/mm<sup>2</sup>. maka didapatkan nilai rata-rata harga impact pada suhu 830 °C sebesar 5,25 Joule/mm<sup>2</sup>.

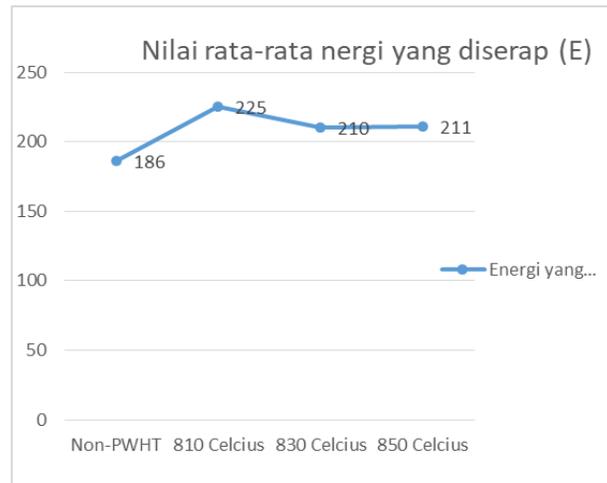


Gambar 3.7 grafik nilai harga impact 850 Celcius

Data dari gambar 3.7 Pada suhu pwht 850 °C menghasilkan nilai harga impact pada spesimen A sebesar 5,50 Joule/mm<sup>2</sup>, spesimen B nilai harga impact sebesar 5,05 Joule/mm<sup>2</sup>, dan pada spesimen C nilai harga impact sebesar 6,25 Joule/mm<sup>2</sup>. maka didapatkan nilai rata-rata harga impact pada suhu 850 °C sebesar 5,27 Joule/mm<sup>2</sup>.

Selanjutnya dari gambar di atas dapat dilihat bahwa pada spesimen Non-PWHT menghasilkan nilai harga impact sebesar 4,65 Joule/mm<sup>2</sup>.

### 3.4 Nilai Rata Rata Energi Yang Diserap E

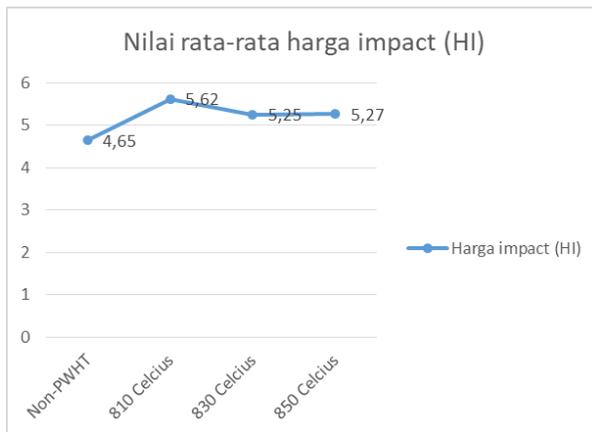


Gambar 3.8 grafik nilai rata-rata energi yang diserap

Data dari Gambar grafik 3.8 diatas merupakan gabungan nilai rata-rata energi yang di serap hasil dari perlakuan tanpa PWHT, PWHT 810°C, 830°C, dan 850°C . Nilai rata-rata energi yang di serap tertinggi terjadi pada spesimen yang

dilakukan PWHT pada temperature 810°C yakni sebesar 225 Joule. Nilai rata-rata energi yang diserap terendah terjadi pada spesimen tanpa dilakukan PWHT sebesar 186 Joule. Dari gambar grafik diatas dapat diketahui bahwa PWHT sangat berpengaruh terhadap nilai energi yang diserap pada suatu material hasil lasan. Nilai tertinggi dari energi yang diserap terdapat pada temperatur PWHT 810°C dan spesimen Non-PWHT adalah nilai terendah. terhadap nilai energi yang diserap.

### 3.5 Nilai Rata Rata Harga Impact

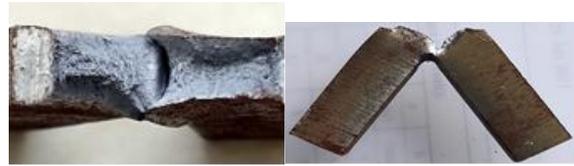


Gambar 3.9 grafik nilai rata-rata harga impact

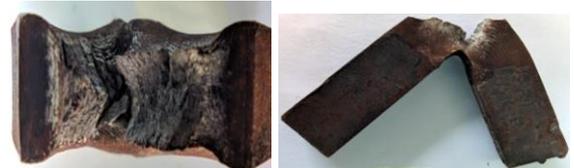
Data dari gambar grafik 3.9 diatas merupakan gabungan nilai rata-rata harga impact hasil dari perlakuan tanpa PWHT, PWHT 810°C, 830°C, dan 850°C . Nilai rata-rata harga impact yang tertinggi terjadi pada spesimen yang dilakukan PWHT pada temperature 810°C yakni sebesar 5,62 Joule/mm<sup>2</sup>. Nilai rata-rata harga impact terendah terjadi pada spesimen tanpa dilakukan PWHT sebesar 4,65 Joule/mm<sup>2</sup>. Dari gambar grafik diatas dapat diketahui bahwa PWHT sangat berpengaruh terhadap nilai rata-rata harga impact pada suatu material hasil lasan. Nilai tertinggi dari nilai rata-rata harga impact terdapat pada temperatur PWHT 810°C dan spesimen Non-PWHT adalah nilai terendah. terhadap nilai rata-rata harga impact.

### 3.6 Metologi Patah

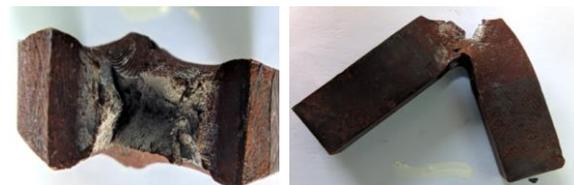
Adapun jenis-jenis patahan spesimen setelah pengujian impact dengan temperature 310°C dan 330 °C dan 350 °C dan Non PWHT dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.10 patahan non PWHT



Gambar 3.11 patahan PWHT 810°C



Gambar 3.12 patahan PWHT 830°C



Gambar 3.13 patahan PWHT 850°C

Pada gambar diatas terdapat empat spesimen uji yaitu satu spesimen tanpa PWHT dan tiga spesimen dengan proses PWHT, jenis patahan dari hasil uji impact yaitu pada proses PWHT terjadi patah ulet, sedangkan pada spesimen tanpa proses PWHT terjadi patahan getas.

Ciri-ciri patahan getas yang terdapat pada spesimen tanpa PWHT yaitu dengan ditandainya permukaannya terlihat berbentuk granular, berkilat dan memantulkan cahaya.. Bidang patahan relatif tegak lurus terhadap tegangan tarik. Tidak ada reduksi luas penampang patahan, akibat adanya tegangan multiaksial.

Selanjutnya ciri- ciri patahan ulet yang terdapat pada spesimen dengan perlakuan PWHT yaitu dengan ditandainya terdapat reduksi luas penampang patahan, akibat tegangan uniaksial. Permukaan patahannya terdapat garis-garis benang serabut (*fibrosa*), berserat menyerap cahaya, dan penampilan.

## 2. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat penulis berikan pada hasil penelitian pengaruh waktu penahanan temperatur proses perlakuan panas pasca pengelasan terhadap sifat mekanik pada sambungan las material ASTM 106 GRADE B adalah sebagai berikut.

1. Hasil pengujian impact pada perlakuan Non-PWHT dengan nilai rata-rata energi yang diserap sebesar 186 Joule dan harga impact sebesar 4,65 Joule/mm<sup>2</sup>.
2. Hasil pengujian impact pada temperature 810°C mendapatkan nilai rata-rata energi yang diserap sebesar 225 Joule dan harga impact sebesar 5,62 Joule/mm<sup>2</sup>.
3. Hasil pengujian impact pada temperature 830°C mendapatkan nilai rata-rata energi yang diserap sebesar 210 Joule dan harga impact sebesar 5,25 Joule/mm
4. Hasil pengujian impact pada temperature 850°C mendapatkan nilai rata-rata energi yang diserap sebesar 225 Joule dan harga impact sebesar 5,27 Joule/mm
5. Dari semua hasil pengujian impact maka nilai nilai rata-rata energi yang diserap dan harga impact tertinggi terdapat pada temperatur 810°C sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan Non-PWHT.
6. Dari Keempat spesimen uji yaitu satu spesimen tanpa PWHT dan tiga spesimen dengan proses PWHT, jenis patahan dari hasil uji impact yaitu pada proses PWHT terjadi patah ulet, sedangkan pada spesimen tanpa proses PWHT terjadi patahan getas.

## 5. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan agar memperoleh hasil yang maksimal, maka penulis menyarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut antara lain, yaitu :

1. Dari 3 variasi temperature PWHT yang dilakukan pada penelitian ini, maka pada suhu 810°C adalah suhu yang di rekomendasikan untuk dipergunakan di lapangan
2. Dari hasil penelitian ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan pengujian yang berbeda sehingga mendapatkan hasil yang maksimal.

3. Untuk melihat patahan yang lebih jelas bisa digunakan dengan metode sem.

## 6. Daftar Pustaka

- [ 1 ] Ananda, T. F. (2010). Pengaruh Proses Post Weld Heat Treatment Pada Hasil Pengelasan Smaw Terhadap Ketangguhan Baja Karbon Rendah . *Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.*
- [ 2 ] M. Z. Mawahib, S. Jokosisworo, and H. Yudo, "Pengujian Tarik Dan Impak Pada Pengerjaan Pengelasan SMAW Dengan Mesin Genset Menggunakan Diameter Elektroda Yang Berbeda," *Kapal*, vol. 14, no. 1, p. 26, 2017
- [ 3 ] Muhammad Femi Imanudin Purba, A. F. (2017). pengaruh variasi temperatur PWHT dan tanpa PWHT terhadap sifat kekerasan baja ASTM A grade B pada proses pengelasan SMAW. *Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe.*
- [ 4 ] ASTM International Standard E-23, Standart Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials.
- [ 5 ] Mechanical Testing and Evaluation was published in 2000 as Volume 8 of the ASM Handbook. The Volume was prepared under the direction of the ASM Handbook Committee.