

ANALISA PERBEDAAN TEMPERATUR PADA MATERIAL BAJA KARBON RENDAH S355JO TERHADAP DISTORSI PADA PENGELASAN SMAW

Yofan Miranda dan Abdul Malik Made

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Batam, Jl. Kampus Abulyatama No. 5
Batam Center, Batam, 29464, Indonesia

ABSTRAK

Definisi pengelasan menurut *DIN (Deutsche Industrie Norman)* adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las merupakan sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian spesimen dengan menggunakan material S355JO, elektroda E7018-1 berdiameter 3.2mm dengan posisi pengelasan normal atau 1f temperatur awal yang berbeda-beda. Temperatur awal yang digunakan temperatur suhu kamar, 60°celcius, 100°celcius, 150°celcius. Dalam pelaksanaan penelitian ini menggunakan proses pengelasan *SMAW (Shielded Metal Arc Welding)*. Kemudian diukur angka distorsi yang terjadi pada masing-masing spesimen yang terjadi.

Kata Kunci :*Pengelasan, Temperatur, T joint, Distorsi, SMAW*

1. Pendahuluan

Pengembangan teknologi di bidang konstruksi yang semakin maju tidak dapat dipisahkan dari pengelasan karena mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasi logam. Pembangunan konstruksi dengan logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya bidang rancang bangun karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan yang secara teknis memerlukan ketrampilan yang tinggi bagi pengelasnya agar diperoleh sambungan dengan kualitas baik. Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, sarana transportasi, rel, pipa saluran dan lain sebagainya. Faktor yang mempengaruhi las adalah prosedur pengelasan yaitu suatu perencanaan untuk pelaksanaan penelitian yang meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dan spesifikasi dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut. Faktor produksi pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan (meliputi: pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh . Pengelasan

berdasarkan klasifikasi cara kerja dapat dibagi dalam tiga kelompok yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematrian. Pengelasan cair adalah suatu cara pengelasan dimana benda yang akan disambung dipanaskan sampai mencair dengan sumber energi panas. Cara pengelasan yang paling banyak digunakan adalah pengelasan cair dengan busur (las busur listrik) dan gas. Jenis dari las busur listrik ada 4 yaitu las busur dengan elektroda terbungkus, las busur gas (*TIG, MIG, las busur CO2*), las busur tanpa gas, las busur rendam. Jenis dari las busur elektroda terbungkus salah satunya adalah las *SMAW (Shielding Metal Arc Welding)*. Proses las *SMAW* banyak digunakan dalam bidang konstruksi, perkapalan, fabrikasi, dan pada usaha perbengkelan yang sederhana. Dikarenakan penggunaannya yang mudah, biayanya murah, tidak membutuhkan perawatan tinggi, dan dapat digunakan pada pekerjaan-pekerjaan yang memiliki kualitas tinggi. Disisi lain proses las *SMAW* juga memiliki kekurangan diantaranya proses pekerjaannya lama dibandingkan dengan *FCAW*, dan rentan terjadinya defect pada pengelasan seperti slag inclusion, retak, porosity, dan juga distorsi atau perubahan bentuk pada sambungan las. Distorsi sering dijumpai pada pengelasan. Dikarenakan panas, tarikan las yang kuat

pada saat mengelas dan tidak menjalankan prosedur las yang benar, maka akan sering ditemui perubahan bentuk material pada pengelasan atau disebut dengan distorsi. Pengelasan dengan prosedur yang sesuai akan menghasilkan lasan yang bermutu. Salah satu hal yang harus diperhatikan dalam pengelasan adalah ukuran pengelasan yang ditentukan berdasarkan ketebalan material tersebut. Dari latar belakang di atas maka rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana pengaruh perbedaan temperature material terhadap distorsi dan perbedaan distorsi yang terjadi?.

Dan agar tidak meluasnya bahasan yang ada pada penelitian ini, maka penulis membatasi masalah pada :

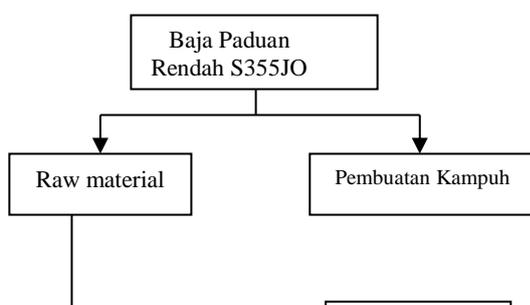
1. Material yang digunakan adalah baja karbon rendah S355JO
2. Ukuran pengelasan mengikuti standar AWS D1.1
3. Proses pengelasan menggunakan las SMAW+DC polaritas terbalik
4. Elektroda yang digunakan E7018-1 dengan diameter 3.2mm
5. Temperatur awal material yang digunakan temperature ambient, 60°C, 100°C, 150°C

Berdasarkan rumusan masalah dan batasan masalah yang ada maka Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kekasaran permukaan metal terhadap hasil pengecatan dengan metode *cross hatch cut adhesion test*. Adapun penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat antara lain :

1. Bagi Pembaca
Bisa mengetahui atau memahami ilmu tentang pengecatan dan dapat menjadi referensi untuk penelitian berikutnya.
2. Bagi penulis
Menambah wawasan tentang *welding* khususnya dalam dunia industri modern saat ini.
3. Bagi perusahaan
 - a. Sebagai pengembangan ilmu dibidang pencegahan korosi khususnya tentang pengelasan dan metode yang sesuai untuk digunakan.
 - b. Sebagai bahan evaluasi tentang pengaruh temperature material terhadap distorsi.

2. Metode Penelitian

- a. Diagram Alir Penelitian
Penyusunan penelitian ini bisa digambarkan melalui diagram alir sebagai berikut



Gambar 1 Flowchart

- b. Alat
Dalam penelitian ini alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Mesin *cutting toss*
2. *Burner*
3. *Drier*
4. *Chipping*
5. Grinda 4"
6. Kabel power
7. Brush

8. Peralatan pengelasan
9. Penggaris
10. Kikir
11. Mesin gerinda
12. Tang temperatur
13. Welding gauge
14. Siku Baja
15. Meteran
16. Kapur besi
17. Batu grinda
18. Busur baja



Gambar 3 : Penyetelan Benda Uji

c. Dimensibenda uji

Spesifikasi benda uji yang digunakan pada eksperimen ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan adalah plat baja karbon rendah S355JO
2. Ketebalan plat 12 mm, panjang 20 mm, lebar 10 mm.
3. Elektroda yang digunakan adalah jenis E7018 dengan diameter 3,2 mm.
4. Posisi pengelasan dengan menggunakan posisi 1f.
5. Temperatur material yang digunakan temperature ambient, 60°C, 100 °C, 150 °C.
6. Kampuh yang digunakan jenis kampuh T *joint*.
7. Bentuk spesimen benda uji mengacu standar JIS Z 2201 1981

d. Proses Pematongandan *Fit Up*

Langkah-langkah yang dilakukan adalah :

1. Membuat Ukuran pada bidang material baja, dengan ukuran panjang 200 mm, lebar 100 mm, dengan ketebalan 10 mm.
2. Pematongan benda uji sesuai dengan ukuran yang ditetapkan.



Gambar 2 : Pematongan Plat untuk benda Uji

3. Pembersihan benda uji terhadap bekas-bekas potongan.
4. Penyetelan benda uji dengan benruk sambungan T.

e. Proses pengelasan

Pada pengelasan ini mengacu kepada standar AWS D1.1 pada table 5.8 Minimum Fillet Weld Sizes yang telah dilampirkan. Untuk mengenai ketebalan las yang digunakan maksimal adalah sesuai dengan ketebalan plat, sebagaimana yang disebutkan pada standard, pada bagian 2.21.6.7 mengenai *Sizes and profile Effects*.

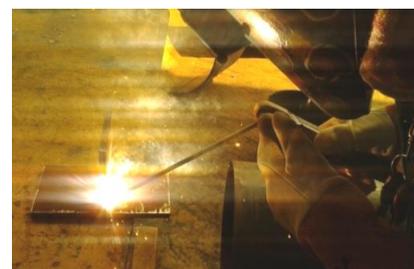
Langkah-langkah yang dilakukan adalah :

1. Mempersiapkan mesin las yang akan digunakan pada saat pengujian
2. Meletakkan benda uji di tempat uji yang sudah di sediakan dengan posisi pengelasan 1f.
3. Menyambungkan kabel *drier* ke kabel las, agar kawat las tetap terjaga panasnya.
4. Mengatur Arus dan Tegangan yang digunakan saat pengelasan, arus yang di gunakan pada pengujian ini pada setiap spesimen sebesar 135 Ampere.



Gambar 4 : Pengaturan Arus

5. Memulai pengelasan dengan membuat 3 *pass* pada kedua sisi dari sambungan T pada benda uji pertama, dengan temperatur *ambient*. Setelah benda uji pertama dilas, kemudian didinginkan dan di bersihkan dari *flux*, spatter dan kotoran yang melekat pada lasan.



Gambar 5 : Pengelasan Benda Uji

6. Memberikan *preheat* pada benda uji kedua dengan *temperature* 60°C



Gambar 6 : Suhu Awal Spesimen 2

7. Mengelas benda uji kedua, dengan memberikan 3 *pass* pada kedua sisi. Ketika selesai kemudian dinginkan dan di bersihkan dari *flux*, *spatter*, dan kotoran yang melekat pada lasan.

8. Memberikan *preheat* pada benda uji ketiga dengan *temperature* 100°C



Gambar 7 : Suhu Awal specimen 3

9. Mengelas benda uji ketiga, dengan memberikan 3 *pass* pada kedua sisi. Ketika selesai kemudian dinginkan dan di bersihkan dari *flux*, *spatter*, dan kotoran yang melekat pada lasan.
10. Memberikan *preheat* pada benda uji keempat dengan *temperature* 150°C



Gambar 8 : Suhu Awal specimen 3

11. Mengelas benda uji keempat, dengan memberikan 3 *pass* pada kedua sisi. Ketika selesai kemudian dinginkan dan di bersihkan dari *flux*, *spatter*, dan kotoran yang melekat pada lasan.
- f. Proses Pengukuran Distorsi
- Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :
1. Menempatkan semua benda uji di meja kerja.
 2. Menggariskan pada titik tengah area bawah lasan.



Gambar 9 : Menggaris Center Plat

3. Mengukur distorsi pada benda uji 1 dengan menggunakan busur baja pada titik 1, titik 2, titik 3.



Gambar 10. Pengukuran Distorsi

4. Mengukur distorsi pada benda uji 2 dengan menggunakan busur baja pada titik 1, titik 2, titik 3.
5. Mengukur distorsi pada benda uji 3 dengan menggunakan busur baja pada titik 1, titik 2, titik 3.
6. Mengukur distorsi pada benda uji 4 dengan menggunakan busur baja pada titik 1, titik 2, titik 3.

3. Tinjauan Pustaka

a. Pengertian las

Definisi pengelasan menurut *DIN (Deutsche Industrie Normen)* adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las merupakan sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas.

Definisi menurut *AWS (American Welding Society)* Proses penyambungan material dengan memanaskan sampai mencapai temperature pengelasan, atau dengan menggunakan tekanan, atau dengan tanpa menggunakan logam pengisi.

Pengelasan dapat diartikan dengan proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas. Pengelasan juga dapat diartikan sebagai ikatan tetap dari benda atau logam yang dipanaskan.

b. Proses Las SMAW

Proses pengelasan *SMAW (Shield Metal Arc Welding)* yang juga disebut Las Busur Listrik adalah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar atau logam induk dan elektroda (bahan pengisi). Panas tersebut dihasilkan oleh lonjakan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan plat yang akan dilas).

c. Elektroda Terbungkus

Pengelasan dengan menggunakan las busur listrik memerlukan kawat las (elektroda) yang terdiri dari satu inti terbuat dari logam yang dilapisi lapisan dari campuran kimia. Fungsi dari elektroda sebagai pembangkit dan sebagai bahan tambah.

Fluks yang digunakan untuk jenis E7018 adalah serbuk besi dan hydrogen rendah. Jenis ini kadang disebut jenis kapur. Jenis ini menghasilkan sambungan dengan kadar *hydrogen* rendah sehingga kepekaan sambungan terhadap retak sangat rendah, ketangguhannya sangat memuaskan.

d. Pengertian Temperatur dan Preheat

Suhu udara/ temperature adalah keadaan panas atau dinginnya udara. Alat untuk mengukur suhu udara atau derajat panas disebut termometer. Pengukuran biasa dinyatakan dalam skala *Celsius (C)*, *Reamur (R)*, dan *Fahrenheit (F)*. Suhu udara tertinggi di permukaan bumi adalah di daerah tropis (sekitar ekuator) dan makin ke kutub makin dingin.

Definisi preheat menurut *AWS (American Welding Society)* adalah panas yang diberikan kepada logam yang akan dilas untuk mendapatkan dan memelihara *preheat temperature*. Sedangkan

preheat temperature sendiri definisinya adalah suhu dari logam induk (*base metal*) disekitar area yang akan dilas, sebelum pengelasan itu dimulai.

e. Baja Karbon

Baja karbon merupakan salah satu jenis baja paduan yang terdiri atas unsur besi (Fe) dan karbon (C). Dimana besi merupakan unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Dalam proses pembuatan baja akan ditemukan pula penambahan kandungan unsur kimia lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn) dan unsur kimia lainnya sesuai dengan sifat baja yang diinginkan. Baja karbon memiliki kandungan unsur karbon dalam besi sebesar 0,2% hingga 2,14%, dimana kandungan karbon tersebut berfungsi sebagai unsur pengeras dalam struktur baja.

Menurut pendefinisian *ASM handbook vol.1:148 (1993)*, baja karbon dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah persentase komposisi kimia karbon dalam baja yakni sebagai berikut :

1. Baja Karbon Rendah (Low carbon Steel)
2. Baja Karbon Sedang (Medium carbon Steel)
3. Baja Karbon Tinggi (High carbon Steel)

f. Heat Input

Pencairan logam induk dan logam pengisi memerlukan energi yang cukup. Energi yang dihasilkan dalam operasi pengelasan dihasilkan dari bermacam-macam sumber tergantung pada proses pengelasannya. Pada pengelasan busur listrik, sumber energi berasal dari listrik yang diubah menjadi energi panas. Energi panas ini sebenarnya hasil kolaborasi dari arus las, tegangan las dan kecepatan pengelasan. Parameter ketiga yaitu kecepatan pengelasan ikut mempengaruhi energi pengelasan karena proses pemanasannya tidak diam akan tetapi bergerak dengan kecepatan tertentu. Kualitas hasil pengelasan dipengaruhi oleh energi panas yang berarti dipengaruhi tiga parameter yaitu arus las, tegangan las dan kecepatan pengelasan. Hubungan antara ketiga parameter itu menghasilkan energi pengelasan yang sering disebut *heat input*

g. Cacat Pengelasan

Teknik dan prosedur pengelasan yang tidak baik menimbulkan cacat pada hasil pengelasan yang menyebabkan diskontinuitas dalam las. Cacat yang sering dijumpai yaitu [Salmon, 1990]:

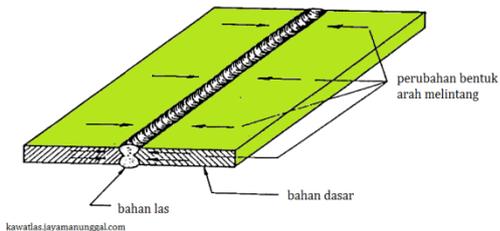
- a. Penetrasi kampuh yang tidak memadai
- b. Peleburan tidak sempurna
- c. Porositas
- d. Peleburan berlebihan
- e. Kemasukan terak
- f. Retak
- g. Distorsi

h. Jenis-Jenis Distorsi

Terdapat tiga jenis utama perubahan bentuk (distorsi) pada pengelasan, yaitu :

1. Distorsi Arah Melintang

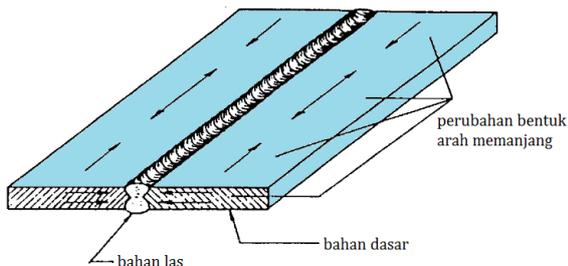
Adalah jika mengelas salah satu ujung, dan sisi yang lain akan bertambah panjang akibat pemuaian. Kemudian saat pendinginan, sisi logam akan saling menarik satu sama lain.



Gambar 11: Distorsi Arah Melintang

2. Distorsi Arah Memanjang

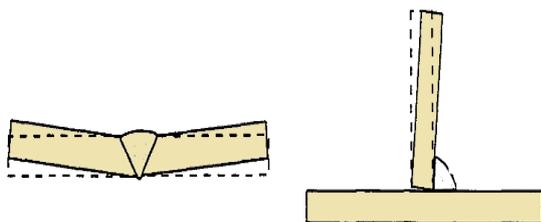
Apabila hasil las berkontraksi dan kemudian memendek sepanjang garis pengelasan setelah pendinginan.



Gambar 12: Distorsi arah memanjang

3. Distorsi Sudut

Jika sudut dari benda yang dilas berubah akibat kontraksi lebih besar pada permukaan pengelasan karena jumlah hasil pengelasan yang lebih banyak.



Gambar 13 : Distorsi sudut

4. Hasil dan Pembahasan

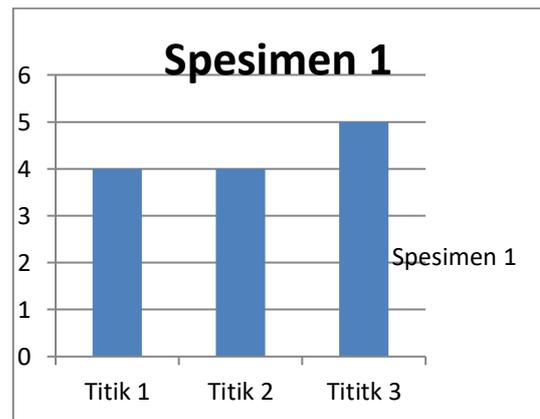
Pengukuran distorsi yang terjadi pada masing-masing spesimen diukur dengan busur baja dengan satuan derajat.

1. Spesimen Temperatur Awal Ambient (suhu kamar)

Tabel 1. Hasil Pengukuran Distorsi Pada Spesimen 1

Posisi	Besar Distorsi
Titik 1	4°
Titik 2	4°
Titik 3	5°
Rata-rata	4.33°

Data pengukuran dari tabel 1 dimasukan besaran distorsi dalam bentuk diagram seperti dibawah ini :



Gambar 14 : Grafik Distorsi Spesimen 1

Nilai distorsi pada titik 1 sebesar 4°, pada titik 2 sebesar 4°, dan pada titik 3 sebesar 5°. Jadi nilai rata-rata distorsi pada specimen 1 dengan temperatur awal suhu kamar sebesar 4.33°.



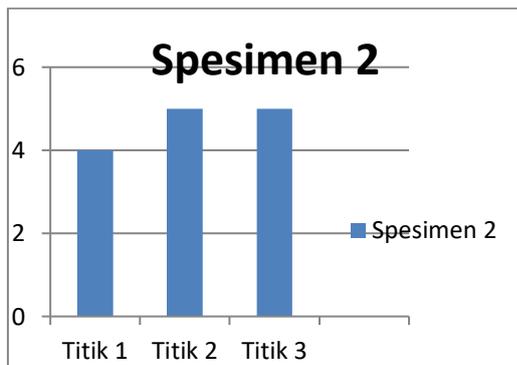
Gambar 15 : Spesimen Dengan Temperatur Awal Ambient

2. Spesimen dengan Temperatur Awal 60°C

Tabel 2. Hasil Pengukuran Distorsi Pada Spesimen 2

Posisi	Besar Distorsi
Titik 1	4°
Titik 2	5°
Titik 3	5°
Rata-rata	4.66°

Data pengukuran dari table 4-2 dimasukan besaran distorsi dalam bentuk diagram seperti dibawah ini :



Gambar 16 : Grafik Distorsi Spesimen 2

Nilai distorsi pada titik 1 sebesar 4°, pada titik 2 sebesar 5°, dan pada titik 3 sebesar 5°. Jadi nilai rata-rata distorsi pada specimen 1 dengan temperatur awal suhu kamar sebesar 4.66°.



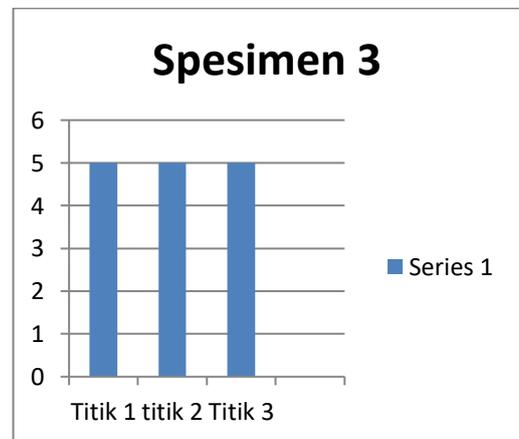
Gambar 17 : Spesimen Dengan Temperatur Awal 60°C

3. Spesimen dengan Temperatur Awal 100°C

Tabel3. Hasil Pengukuran Distorsi Pada Spesimen 3

Posisi Titik	Besar Distorsi
Titik 1	5°
Titik 2	5°
Titik 3	5°
Rata-rata	5°

Data pengukuran dari table 4-2 dimasukan besaran distorsi dalam bentuk diagram seperti dibawah ini :



Gambar 18 : Grafik Distorsi Spesimen 3

Nilai distorsi pada titik 1 sebesar 5°, pada titik 2 sebesar 5°, dan pada titik 3 sebesar 5°. Jadi nilai rata-rata distorsi pada specimen 1 dengan temperatur awal suhu kamar sebesar 5°.



Gambar 19 : Spesimen Dengan Temperatur Awal 100°C

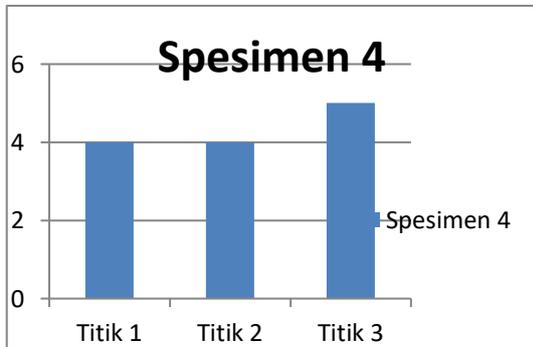
4. Spesimen Dengan Temperatur Awal 150 °C

Tabel 4. Hasil Pengukuran Distorsi Pada Spesimen 4

Posisi Titik	Besar Distorsi
Titik 1	4°
Titik 2	4°
Titik 3	5°
Rata-rata	4.33°

(Sumber : PT. Profab Indonesia, 2015)

Data pengukuran dari table 4-4 dimasukan besaran distorsi dalam bentuk diagram seperti dibawah ini :



Gambar 20 : Grafik Distorsi Spesimen 4

Nilai distorsi pada titik 1 sebesar 4°, pada titik 2 sebesar 4°, dan pada titik 3 sebesar 5°. Jadi nilai rata-rata distorsi pada specimen 1 dengan temperatur awal suhu kamar sebesar 4.33°.



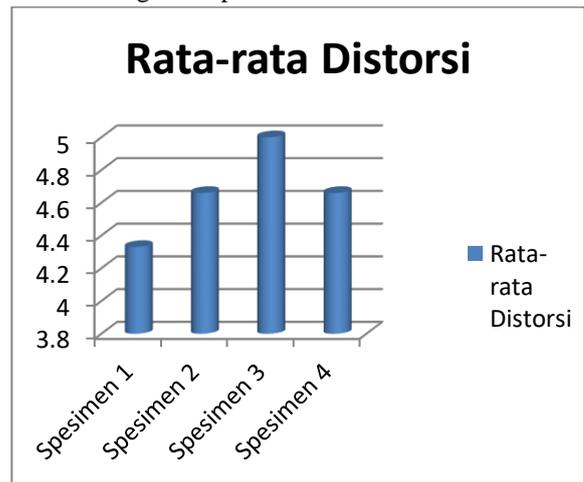
Gambar 21 : Spesimen Dengan Temperatur Awal 150°C

Dari hasil yang didapat dari spesimen, spesimen 2, spesimen 3, dan spesimen 4, ditemukan rata-rata distorsi yang dimasukan kedalam table 4-5 berikut.

Tabel 5. Rata-rata distorsi padastiap specimen.

Spesimen	Besar Distorsi
Spesimen 1	4.33°
Spesimen 2	4.66°
Spesimen 3	5°
Spesimen 4	4.33°

Dari data tabel diatas dimasukan kedalam bentuk diagram seperti dibawah ini:



Gambar 22. Diagram Hasil Rata-rata Distorsi

Dari diagram diatas menunjukan nilai distorsi pada spesimen 1, spesimen 2, spesimen 3, dan spesimen 4. Distorsi yang tertinggi dari data tersebut ialah yang terjadi pada spesimen 3 yang mencapai 5°C

5. Kesimpulan

Dari data yang diperoleh dalam penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa perbedaan temperatur material menghasilkandistorsi

yang berbeda-beda ketidakteraturan proses pengelasan. Parameter yang menentukan terjadinya distorsi diantaranya, ketebalan material, dan panas yang diberikan kepada material. Pada pengujian ini distorsi yang tertinggi dialami oleh spesimen 3, dengan nilai distorsi 5° dengan pemberian preheat sebesar 100°C. Sedangkan spesimen 1 nilai distorsinya 4.33°, kemudian spesimen 2 nilai distorsinya 4.66°, dan terakhir spesimen 4 dengan nilai distorsinya 4.66°

Daftar pustaka

Dany, D.K.W, (2014), **Pengelasan**,

(<http://danidwikw.wordpress.com/2010/04/10/pengelasan-welding/> dikutip pada 3 November 2014 jam 00.10)

Agam, (2009), Definisi Pengelasan,

(<http://agamweld.blogspot.com/2009/06/pendahuluan-definisi-pengelasan-menurut.html> dikutip pada 20 Oktober 2014 jam 17.35)

David, J. (2013), Jenis-Jenis Pengelasan,

<http://www.pengelasan.com/2015/01/pengelasan-saw-submerged-arc-welding.html> dikutip

pada 25 Mei 2015 jam 20.00)

Widayat, B. (2013), *Preheat*,

http://bangkitwidayat.blogspot.com/2010/04/pa-yang-harus-diketahui-oleh-welding_5989.html dikutip pada 20 Mei 2015 jam 20.15)

Marwanto, A. (2007) *Shield Metal Arc Welding*, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta

Wiryosumarto, H, Okimura, T. (1996) **Teknologi Pengelasan Logam**, Pradnya Paramita, Jakarta

Wibowo, H, (2011), **Materi Kuliah Pengujian Las**, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta

Santoso Joko, 2006, Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Las SMAW Dengan Elektoda E7018, Tugas Akhir Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang. Semarang