

Analisis Pengaruh Jarak Minimum Antar Pengelasan Terhadap Tegangan Sisa pada Material A 106 Gr B Dengan Menggunakan Simulasi Software

Hasan^{1*}, Heroe Poernomo², Mahasin Maulana Ahmad³

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

Program studi D4-Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia²

Email: hasan@student.ppns.ac.id^{1*}, poernomo_heroe@ppns.ac.id^{2*}, mahasinmaulana@ppns.ac.id^{3*}

Abstract - In the industrial world, especially pipe fabrication, there must be a connection process between pipe components. One way to connect these components is by welding. With today's developments, many applications are used to model or simulate the welding that carried out, for example modeling welded joints using Solidworks and also Ansys. In the welding process, the type of weld is something that must be considered and the welding distance is also an important thing that must be considered too. In this case the minimum welding distance between two adjacent welding edges has different standards. Welding in close proximity can affect the material, so it is important to determine the optimal distance that reduces these negative effects. The simulation was carried out by modeling various distances between welds and observing the residual stress distribution and total deformation. Therefore, this research aims to determine the effect of the minimum distance between welding joints on the distribution of welding stress using software. The research object used (test specimen) is a pipe with material A106 Gr B, dimensions outside diameter 610 mm and Thickness 17 mm. The simulation was carried out at 4 variations of distance between welds, namely 2t, 3t, 4t and 5t where t is the Thickness of the test material. From the analysis results, it was found that the maximum residual stress occurred at a welding distance of 2xThickness of 199.98 MPa, this value still meets the yield stress value of the material used, with a maximum deformation of 7.2 mm.

Keyword: welding, distance of welding, residual stress, defomation.

Nomenclature

Q	Heat input(watt)
n	Koefisien efisiensi
U	Tegangan busur(Volt)
I	Arus listrik(Ampere)
q_1	heat flux pada elemen
q_e	heat flux elektroda
A_1	luas permukaan elemen
A_f	luas fluks elektroda
r	jari-jari elektroda
A	Luas area yang dilas
N elemen	Jumlah elemen
t	waktu pengelasan
p	panjang area pengelasan
v	kecepatan pengelasan

1. PENDAHULUAN

Dalam proses pengelasan, jarak *minimum* antar sambungan las biasanya ditentukan sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lapangan atau permintaan dari *owner*, hal ini tidak menutup kemungkinan bahwa sambungan las tersebut saling berdekatan dengan sambungan las lainnya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya jarak antar sambungan pengelasan berpengaruh terhadap tegangan yang terjadi[9]. Dalam kasus ini jarak pengelasan minimum antara dua tepi pengelasan yang berdekatan memiliki *standard* yang berbeda-beda sehingga setiap perusahaan atau proyek memiliki prosedurnya

masing-masing untuk menetapkan jarak minimumnya sendiri, dan terkadang di dalam suatu konstruksi pipa mengharuskan kedua tepi las berdekatan satu sama lain tentu saja hal ini dapat memengaruhi tegangan yang terjadi pada pipa yang telah dilakukan pengelasan berdekatan [9], dan berpotensi memengaruhi struktur material dan struktur hasil pengelasan [7]. Seperti pada jalur 4R81-HS-0007-03 dilakukan sambungan yang berdekatan dan terjadi distorsi pada sambungan tersebut. Adapun jarak *minimum* dari beberapa *standard* yakni $3 \times \text{Thickness pipe}$, $4 \times \text{Thickness pipe}$, $5 \times \text{Thickness pipe}$. Dengan perkembangan zaman sekarang banyak aplikasi yang digunakan untuk permodelan atau mensimulasikan pengelasan yang akan dilakukan, contohnya yakni Solidwork [8] dan juga proses pengelasan pada pipa dapat dilakukan dengan simulasi menggunakan Ansys [12]. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui tegangan yang terjadi pada pipa dengan variasi jarak minimum antar sambungan pengelasan yang berdekatan dengan menggunakan material pipa ASTM 106 Gr B.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jarak *minimum* antar sambungan pengelasan terhadap distribusi tegangan sisa dan distorsi pada sambungan antar pengelasan khususnya pada material ASTM 106 Gr B menggunakan *software* Ansys.

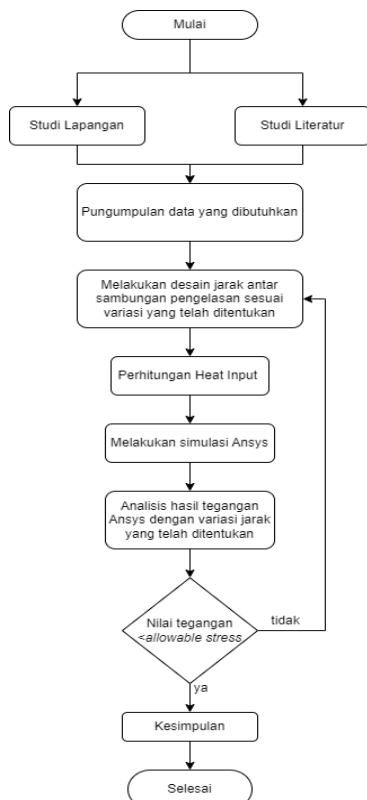
2. METODOLOGI

Finite Element Method (FEM) merupakan metode numerik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam bidang rekayasa seperti geometri, pembebanan dan sifat-sifat dari material yang sangat rumit. Salah satu *software computer finite element* yang digunakan untuk mempermudah perhitungan tersebut adalah *software ANSYS*. Dengan menggunakan elemen dalam Ansys benda yang di modelkan bisa dikategorikan kedalam 2-dimensi atau 3-dimensi dan terdiri dari elemen titik, elemen garis, elemen area dan elemen *solid*. Dan elemen ini dapat dikombinasikan sesuai dengan kebutuhan.

Material yang digunakan pada analisa ini adalah jenis Pipa *Carbon Steel* tipe ASTM 106 Grade B Sch 40 yang biasa digunakan untuk suhu tinggi. material pipa ini merupakan bagian dari spesifikasi ASTM A106, yang mencakup tiga grade baja karbon: A, B, dan C. *Grade B* adalah grade yang paling umum digunakan untuk aplikasi ini. Adapun tabel material *properties* dan *physical propertise* sebagai syarat untuk menjalankan program Ansys.

Tabel 1 Material properties

Pipa ASTM A106	A106 Gr A	A106 Gr B	A106 Gr C
<i>Yield Stress</i> (Mpa)	205	250	275
<i>Tensile Stress</i> (Mpa)	330	415	485



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini yaitu untuk mendapatkan tegangan yang

terjadi pada pipa yang dilakukan sambungan pengelasan yang berdekatan. Dengan mengetahui hal tersebut, maka kesimpulan untuk jarak pengelasan bisa diketahui. Analisis ini dibantu dengan *software Solidworks* untuk pemodelan pengelasan pipa dan Ansys untuk analisis tegangannya.

2.1 Perhitungan Heat Input

a. *Heat input*

$$Q = nUI \tag{1}$$

b. Menghitung *heat flux* elektroda

$$q_e = \frac{Q}{A_f} \tag{2}$$

c. Menghitung luas elemen

$$A_1 = \frac{A}{n \text{ elemen}} \tag{3}$$

d. Menghitung waktu pengelasan

$$t = \frac{p}{v} \tag{4}$$

e. Menghitung luasan *flux* hasil elektroda

$$A_f = b. v. t \tag{5}$$

f. *Heat flux* elemen

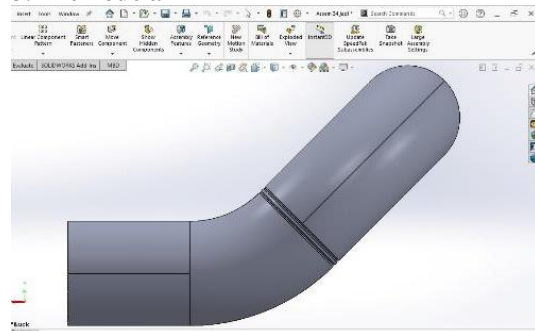
$$q_1 = q_e \frac{A_1}{A_f} \tag{6}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

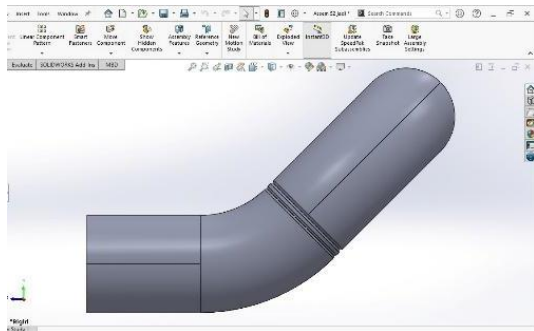
Dalam penelitian ini akan melakukan 4 variasi jarak minimum pengelasan dengan acuan *Thickness* atau tebal material pipa, untuk tebal pipa yang dipakai yakni 17mm sesuai dengan spesifikasi pipa. Variasi jarak yang dipakai yakni $3 \times \text{Thickness}$, $4 \times \text{Thickness}$, $5 \times \text{Thickness}$, $2 \times \text{Thickness}$.

Kondisi batas saat proses pengelasan terjadi menggunakan suhu awal yakni suhu ruangan 27°C. Kondisi batas suhu berlaku pada analisa thermal, sedangkan untuk analisa struktural kondisi batas yang diberikan adalah pemberian tumpuan pada dinding dalam pipa dan arah pembebanan pada daerah pengelasan.

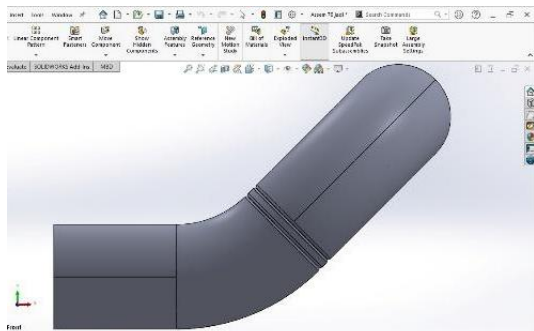
3.1 Pemodelan



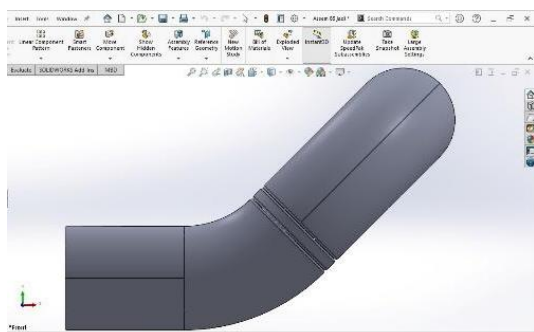
Gambar 3.1. Pemodelan pengelasan jarak $2 \times \text{Thickness}$



Gambar 3.2. Pemodelan pengelasan jarak 3xThickness

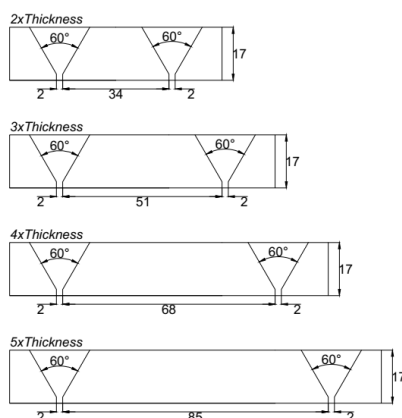


Gambar 3.3. Pemodelan pengelasan jarak 4xThickness



Gambar 3.4. Pemodelan pengelasan jarak 5xThickness

Dengan detail jarak pengelasan seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.5. Detail jarak lasan

3.2 Perhitungan Heat Input

Heat input adalah nilai yang dihitung untuk mensimulasikan pembebanan panas pada saat pengelasan

a. Heat input

Hasil perhitungan *heat input* berdasarkan persamaan (1) adalah

$$Q = 750 \text{ watt}$$

b. Menghitung *heat flux* elektroda

Hasil perhitungan *heat flux* elektroda berdasarkan persamaan (2) adalah

$$q_e = 165,87 \text{ watt/mm}^2$$

c. Menghitung luas elemen

Hasil perhitungan luas elemen berdasarkan persamaan (3) adalah

$$A_1 = 466,569 \text{ mm}^2$$

d. Menghitung waktu pengelasan

Hasil perhitungan waktu pengelasan berdasarkan persamaan (4) adalah

$$t = 1126,706 \text{ s}$$

e. Menghitung luasan *flux* hasil elektroda

Hasil perhitungan luasan *flux* hasil elektroda berdasarkan persamaan (5) adalah

$$A_f = 38308 \text{ mm}^2$$

f. Menghitung *heat flux* elemen

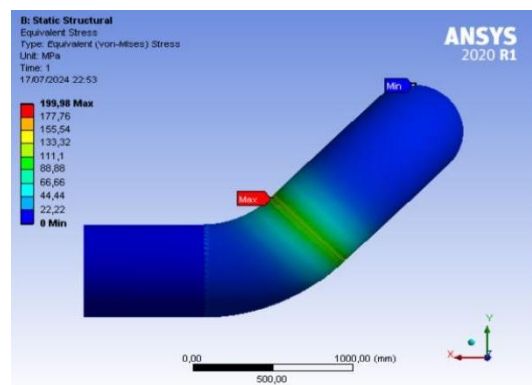
Hasil perhitungan *heat flux* berdasarkan persamaan (6) adalah

$$q_1 = 2,02 \text{ watt/mm}^2$$

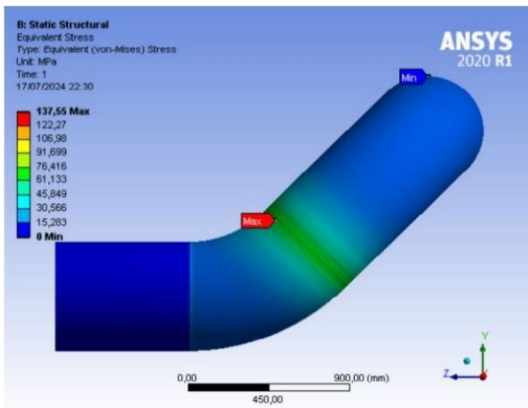
Dari perhitungan diatas diketahui beban *heat flux* yang mengenai elemen adalah sebesar 2,02 watt/mm². Beban *heat flux* ini akan diaplikasikan pada tiap elemen secara *transient*.

3.3 Hasil Tegangan Sisa

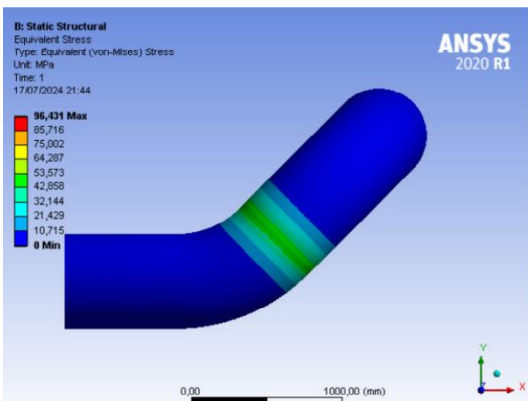
Tegangan sisa yang terjadi didaerah dekat pengelasan merupakan tegangan tarik dan memiliki nilai tegangan terbesar. Sedangkan daerah yang jauh dengan lasan maka nilainya akan semakin kecil. Untuk hasil tegangan sisa dari semua variasi jarak pengelasan bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



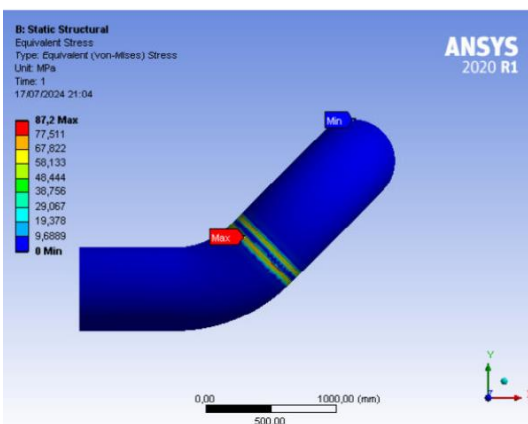
Gambar 3.5. Hasil tegangan sisa jarak 2xThickness



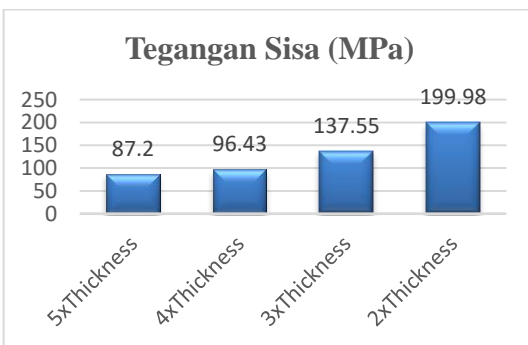
Gambar 3.6. Hasil tegangan sisa jarak 3xThickness



Gambar 3.7. Hasil tegangan sisa jarak 4xThickness



Gambar 3.8. Hasil tegangan sisa jarak 5xThickness



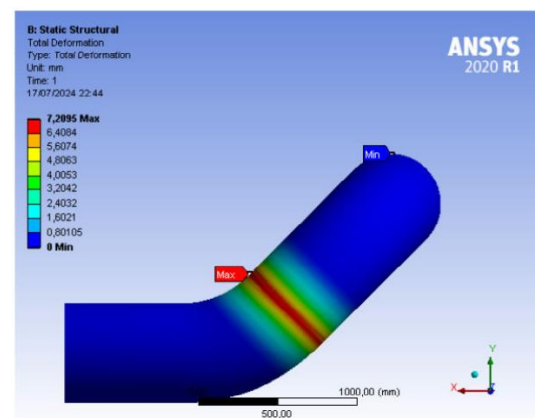
Gambar 3.9 Perbandingan hasil tegangan sisa

Dilihat dari gambar 3.5 – 3.8 tegangan sisa diperoleh dari *equivalent stress* hasil dari

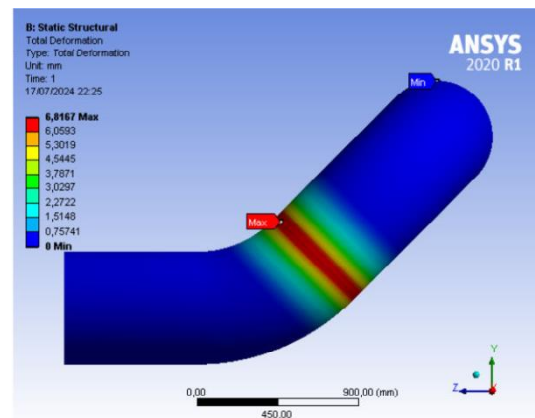
simulasi. Dari gambar menunjukkan bahwa tegangan sisa yang terjadi pada pipa berhubungan erat dengan jarak antar pengelasan. Semakin dekat jarak pengelasan, semakin besar tegangan sisa yang terjadi. Hasil tegangan sisa maksimum terjadi pada jarak pengelasan 2xThickness atau 34 mm sebesar 199,98 MPa. Tegangan tersebut masih *allowable* terhadap nilai *yield stress* material yang digunakan.

3.4 Hasil Total Deformasi

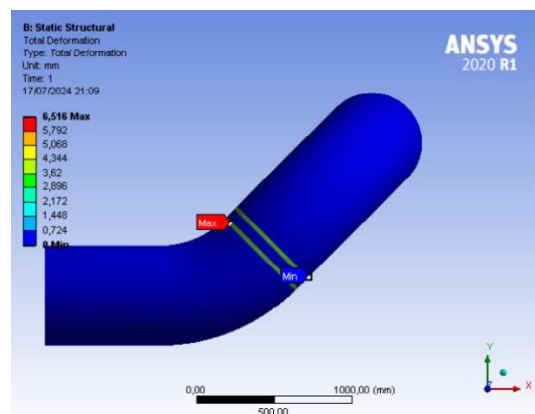
Dari hasil analisa deformasi didapatkan total deformasi terbesar berada didekat daerah lasan. Sebagai contoh pada gambar berikut ini ditampilkan total deformasi pada gambar 3.6 dibawah.



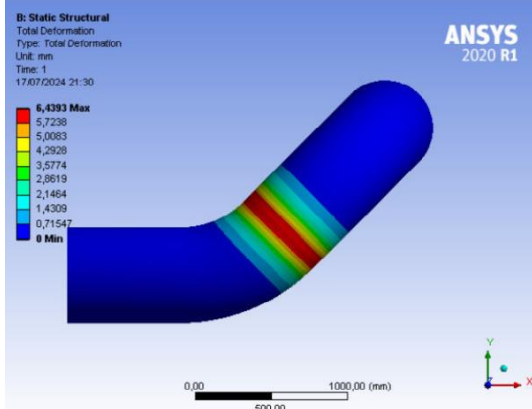
Gambar 3.10. Hasil total deformasi jarak 2xThickness



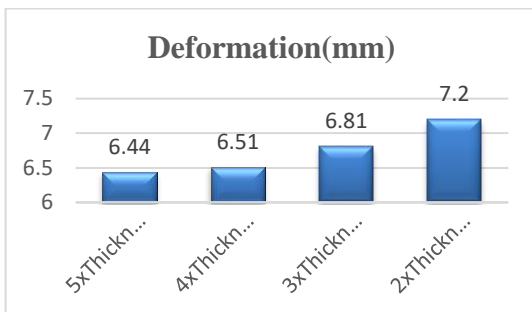
Gambar 3.11. Hasil total deformasi jarak 3xThickness



Gambar 3.12. Hasil total deformasi jarak 4xThickness



Gambar 3.13. Hasil total deformasi jarak 5xThickness



Gambar 3.14 Perbandingan Hasil Deformasi

Deformasi total juga dipengaruhi oleh jarak pengelasan. Pengelasan dengan jarak yang lebih dekat menghasilkan deformasi yang lebih besar dibandingkan dengan jarak yang lebih jauh. Dari hasil simulasi didapatkan nilai deformasi terbesar terjadi pada jarak 2xThickness atau 34 mm sebesar 7,2 mm.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi Ansys maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tegangan sisa maksimum 137,55 MPa dan deformasi terbesar 6,81 mm terjadi pada jarak pengelasan 51 mm (3xThickness).
2. Tegangan sisa maksimum 96,43 MPa dan deformasi terbesar 6,51 mm terjadi pada jarak pengelasan 68 mm (4xThickness).
3. Tegangan sisa maksimum 87,2 MPa dan deformasi terbesar 6,44 mm terjadi pada jarak pengelasan 85 mm (5xThickness).
4. Tegangan sisa maksimum 199,98 MPa dan deformasi terbesar 7,2 mm terjadi pada jarak pengelasan 34 mm (2xThickness).
5. Analisis menunjukkan bahwa jarak pengelasan 3xThickness, 4xThickness, 5xThickness, dan 2xThickness masih allowable karena tegangan sisa di bawah yield stress material 240 MPa.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] ASME SECTION IX. (2013). ASME Boiler and Pressure Vessel Code An International

Code, Qualification Standard for Welding, Brazing, and Fusing Procedure.

[2] ARAMCO SAES-W-012 (2013). Welding Requirement for Pipelines, Document Responsibility: Welding Standards Committee.

[3] Andika, Awang Dwi. 2009. “Penentuan Welding Sequence Terbaik Pada Pengelasan Sambungan T Pada Sistem Perpipaan Kapal Menggunakan Metode Elemen Hingga”. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

[4] ANSYS. 2010. “ANSYS Manual”. Release 12, ANSYS Inc.

[5] Bayu, IF., (2017). Analisa Pengaruh Tegangan Sisa Dan Perubahan Distorsi Pada Pengelasan Struktur Pressure Vessels Pt. Petrokimia Gresik Dengan Variasi Welding Sequence Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga.

[6] BS 4515-1 British Standards (2009). Specification for Welding of Steel Pipelines on Land and Offshore.

[7] Cangkat, MR., Nugroho, NY., Hardianto, D., (2019). Distribusi Tegangan Pada Sambungan Pengelasan Bushing Dan Stern Tube Dengan Variasi Bevel Menggunakan Metode Elemen Hingga.

[8] Griskevicius, P., Urbas, M., Capas, V., Kozlovas, A. (2011). Modeling Of Welded Connections in SolidWorks Simulation.

[9] Huda, N. (2014). Pengaruh Jarak Antar Pengelasan Terhadap Distribusi Tegangan Pada Material SA 213 T22 Dengan Menggunakan Software Ansys.

[10] Jang, G.C., Chang, K.H., Lee, C.H. 2007. “Characteristic of The Residual Stress Distribution in Welded Tubular T-joints”. Journal of Mechanical Science and Technology.

[11] Ma’arif, S. (2020). Distribusi Tegangan pada Sambungan Las Dissimilar antara ASTM A36 Steel dan AISI 304 dengan Solidworks.

[12] Putra, AM., Sutrimo (2020). Pengaruh Parameter Pengelasan Proses Gtaw pada Pipa Baja HSLA API 51 X70 dengan Simulasi Menggunakan Ansys.

[13] Wiryosumarto, Harsono., Okumura, Toshie. 1996. Teknologi Pengelasan Logam. PT Pradnya Paramita: Jakarta.