

## SIMULASI PENGELASAN MENGGUNAKAN MODEL PLAT BAJA AISI 304

Rizki Kurniadi<sup>1</sup> dan Imam Syafa'at<sup>2\*</sup><sup>1</sup>PT Semarang Autocomp Manufacturing Indonesia

Jl. Raya Walisongo Km. 9.8, Tugurejo, Semarang, Tugurejo, Tugu, Kota Semarang, 50182

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim Semarang

Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236

\*Email:imamsyafaat@unwahas.ac.id

## Abstrak

Pengelasan merupakan metode penyambungan yang umum digunakan dalam bidang konstruksi ataupun aplikasi di industri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan memprediksi sebaran panas yang terjadi pada area las dalam bentuk model dengan parameter suhu. Dua buah plat baja yang dimodelkan dengan tambahan area las di tengah untuk menggabungkan kedua buah plat tersebut, kemudian diberikan meshing pada model dan diberikan beban thermal pada area las. Kondisi batas diterapkan dengan suhu awal ruangan 303°K, dengan metode transient analysis pembebanan thermal diberikan kepada daerah las dalam waktu 15 detik untuk kemudian proses cooling sampai detik ke-80. Kontur distribusi panas dapat terlihat hingga mencapai base plate, dari parameter suhu didapatkan suhu terendah yaitu 303° K sedangkan suhu tertinggi yaitu sebesar 2314° K. Simpangan pada parameter suhu di awal sebesar 6 % sedangkan di akhir parameter sebesar 1,6 %. Daerah fusion zone mencapai 2096°K, pada daerah HAZ mencapai 1366°K dan pada base plate mencapai 724°K dengan koefisien konveksi 16,6 (303°K). Jarak sebaran panas dari titik tengah pengelasan sejauh 0,84 m. Kondisi batas dan volume meshing merupakan faktor yang paling menentukan hasil pada saat proses simulasi, selain itu adalah jenis pembebanan akan diberikan ke area, node, element atau line juga sangat menentukan hasil sebaran panas pada model simulasi.

**Kata Kunci :** AISI 304, Distribusi Panas, Simulasi Pengelasan.

## PENDAHULUAN

Dalam industri, teknologi konstruksi merupakan salah satu teknologi yang memiliki andil dalam berbagai sarana dan prasarana kebutuhan manusia. Perkembangannya semakin pesat dan tidak bisa dipisahkan dari teknik pengelasan dalam merancang suatu produk. Metode pengelasan sangat mempengaruhi hasil las. Metode yang digunakan harus sesuai dengan kebutuhan konstruksi. Perancangan unit penghasil asap cair yang terintegrasi dengan pengering kabinet pernah dilakukan oleh (Syafa'at dkk., 2018). Tabung pirolisator yang telah berhasil dirancang dan dibuat (pabrikasi) merupakan jenis pirolisator dengan proses pembakaran biomassa secara langsung di dalam tabung, proses tersebut menggunakan banyak pengelasan dalam pembuatannya.

(Syafa'at dkk., 2018) melakukan penelitian terhadap sambungan las pada baja AISI 304 menggunakan variasi kuat arus 60A, 70A, dan 80A. Dari hasil uji tarik yang dilakukan kuat arus 80A menghasilkan kekuatan tarik yang paling

tinggi yaitu 668,6 Mpa dan mencapai tegangan tarik maksimum sebesar 744,1 Mpa.

Penelitian (Vemanaboina dkk., 2014) dengan membuat sebuah simulasi dua buah plat dengan ukuran 40mm x 150mm x 10mm dengan menggunakan software Ansys. Jenis objek yang disimulasikan adalah jenis plat baja type SUS 304 dengan jenis las TIG (*tungsten inert gas*). Jenis analisa yang digunakan adalah transien thermal sehingga suhu didapatkan pada waktu tertentu. Dari hasil simulasi diperoleh suhu pada daerah *fusion* sebesar 2570° pada daerah HAZ berkisar 1200° pada waktu pengelasan selama 15 detik. Kemudian diperoleh juga sisa tegangan las sebesar 76,90 Mpa.

(Nata, 2012) melakukan penelitian dengan membuat sebuah simulasi dua buah plat dengan ukuran 100mm×440mm×10mm dengan menggunakan software Ansys. Jenis objek yang disimulasikan adalah jenis plat baja type SUS 304 dan plat baja 316L dengan jenis las *hybrid*, prosedur permodelan plat dibuat dengan menggunakan *element solid 70*. Dari hasil simulasi diperoleh distribusi suhu sekitar 800°

pada waktu satu detik pertama. Selain itu kontur penyebaran panas juga diperlihatkan dari hasil simulasi tersebut

(Ye dkk., 2015) melakukan penelitian dengan membuat sebuah simulasi dua buah plat dengan menggunakan *software* Abaqus. Plat tersebut menggunakan jenis baja SUS 304, pembuatan model kampuh las dibagi menjadi 3, yaitu kampuh *type* I, kampuh *type* K, dan kampuh *type* V. Hasil simulasi di validasi dengan spesimen yang asli. Dari hasil simulasi dan pengujian spesimen kampuh *type* V memiliki sisa tegangan dan hasil las yang baik dibandingkan *type* yang lainnya. Variabel yang digunakan untuk setting las di spesimen yang asli juga diperhitungkan sehingga hasil simulasi dan hasil pengujian spesimen tidak berbeda jauh.

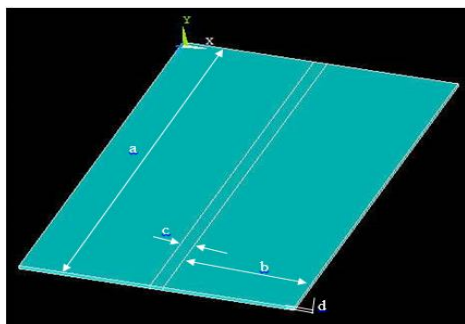
**METODOLOGI**

**Pemodelan Simulasi**

Tahap pertama adalah pembuatan model dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a. Panjang plat = 150 mm
- b. Lebar plat = 40 mm
- c. Lebar daerah las = 4 mm
- d. Tebal plat = 1,2 mm

Komposisi material plat Stainless Steel AISI 304 mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Syafa'at dkk., 2018)Syafa'at, dkk. (2018). Seperti pada Gambar 1 model penelitian di simulasikan.



Gambar 1. Model Simulasi

Tabel 1 Total *Element* dan *node number*

Volume 1		Volume 2		Volume 3	
Node	Elemen t	Node	Elemen t	Node	Elemen t
745.25	900.00	71.15	90.000	745.25	900.00
5	0	5		5	0

Jenis *element* yang digunakan adalah *element solid* 70. Menggunakan *meshing* metode *mapped* dengan jenis *hexahedra* dengan volume

0,2 per line. Berikut ini adalah total proses *meshing* seperti pada Tabel 1.

**Asumsi dalam Finite Elemen Simulasi**

Dalam proses ini ada beberapa asumsi yang digunakan untuk penelitian di antaranya yaitu :

- 1. Kondisi awal suhu pada plat adalah 303°K.
- 2. Konveksi di berikan ke seluruh permukaan kecuali area yang di beri beban panas dan permukaan bagian bawah plat.
- 3. Sifat thermal yaitu konduktivitas, panas spesifik, *density* tergantung suhu.

**Nilai Koefisien gabungan Radiasi dan Konveksi**

Untuk menentukan besaran nilai koefisien pada suhu 303 °K digunakan persamaan (1) :

$$h_r = 2,4 \times 10^{-3} \varepsilon T^{1.61} \tag{1}$$

dimana :

- T = Suhu
- $h_r$  = Koefisien Konveksi
- $\varepsilon$  = *Emissivity*

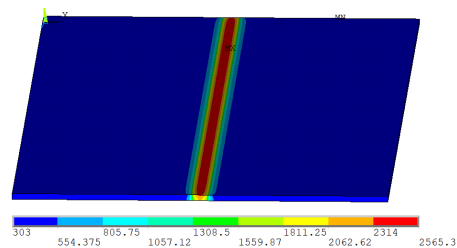
Berikut ini adalah *properties* AISI 304 yang digunakan untuk kondisi batas pada proses simulasi seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 *mechanical properties of AISI 304 steel* (Nata, 2012)

Tensile strength MPa	Yield strengt h MPa	Density kg/m	Melting point °c	Thermal conductivity W/m° K at 100° c	Elong ation %
515	205	8000 <sup>3</sup>	1400-1450	16.2	20 – 40

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Distribusi Panas (DOF Solution)**



Gambar 2. Distribusi panas DOF

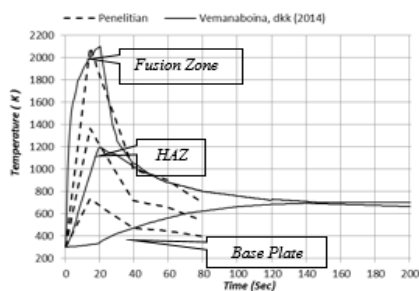
Berikut ini adalah hasil dari sebaran panas dari proses simulasi yang dilakukan. Terlihat pada daerah las suhu mencapai 2314°K sedangkan suhu awal bahan atau *base plate* adalah 303°K. Proses

ini diambil pada step ke 2, yaitu pada waktu 15 detik seperti pada Gambar 2.

Sebaran panas dipengaruhi oleh kondisi batas pada saat pembebanan. Suhu awal di set dengan menu TUNIF untuk menghasilkan suhu 303°K, sedangkan pada area las diberikan pembebanan heat flux untuk menghasilkan suhu 2314 °K.

**Grafik suhu vs waktu**

Pada proses simulasi ini menggunakan transient Analysis, maka selain distribusi panas berupa capture file ada juga grafik distribusi waktu vs suhu. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Vemanaboina, dkk. (2014). Gambar 3.2 menampilkan 3 garis yaitu daerah Fusion Zone, HAZ dan base plate. Pada penelitian yang sekarang dilakukan, grafik yang dimunculkan adalah sampai detik ke 80 dengan sub step ke 15 juga. Seperti pada Gambar 3 berikut ini.

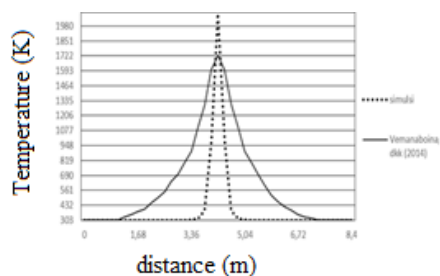


**Gambar 3. Grafik suhu vs waktu**

Pada grafik distribusi milik peneliti dibagi menjadi 5 step, awal mula suhu 303°K didapatkan dengan memberikan perintah TUNIF, kemudian step ke 2 adalah proses pemberian heat flux sampai 15 detik pertama.

**Grafik Distribusi Suhu Arah Melintang**

Untuk melihat seberapa jauh panas menyebar dari titik tengah atau daerah las, maka dapat dilihat pada Gambar 4.

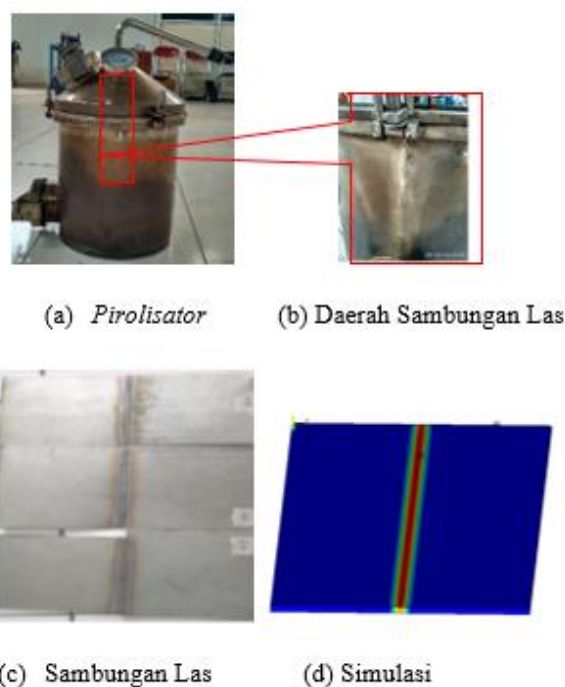


**Gambar 4. Grafik distribusi arah melintang**

Pada grafik di atas juga menunjukkan perbedaan sebaran panas dalam bentuk grafik melintang. Terlihat pada titik tengah atau puncak adalah pada jarak 4,2 m dari posisi koordinat X,Y = 0. Pada grafik penelitian panas tersebar sejauh 0,84 m, sedangkan pada model validasi sejauh 3,3 m dari titik tengah.

**Aplikasi untuk Pirolisator**

Simulasi yang telah dilakukan dapat diaplikasikan untuk memprediksi sebaran panas pada sambungan las pada pirolisator. Seperti pada Gambar 5.



**Gambar 5. Aplikasi Simulasi**

Gambar 5 (a) adalah gambar pirolisator milik Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim Semarang menggunakan material stainless steel 304. Gambar 5 (b) adalah daerah sambungan las dengan menggunakan jenis las TIG. Gambar 5 (c) adalah sampel penelitian yang dilakukan oleh Syafa'at, dkk. (2018). Penelitian (Syafa'at dkk., 2018) adalah untuk mengetahui kekuatan sambungan las tersebut dengan beberapa variasi kuat arus. Gambar 5 (d) adalah simulasi pengelasan dengan metode transient analysis, dengan adanya simulasi ini dapat melengkapi penelitian tersebut yaitu memprediksi sebaran panas saat terjadi proses pengelasan dan juga mengetahui kondisi temperatur pada daerah tertentu.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Adapun hasil yang diperoleh pada simulasi ini adalah sebagai berikut:

Dari hasil simulasi kontur distribusi panas dapat terlihat hingga mencapai *base plate*, dari parameter suhu didapatkan suhu terendah yaitu 303° K sedangkan suhu tertinggi yaitu sebesar 2314° K. Simpangan pada parameter suhu di awal sebesar 6 % sedangkan di akhir parameter sebesar 1,6 %. Temperatur pada detik ke 15 pada daerah *fusion zone* mencapai 2096°K, pada daerah *HAZ* mencapai 1366°K dan pada *base plate* mencapai 724°K dengan koefisien konveksi 16,6 (303°K).

Jarak sebaran panas dari titik tengah pengelasan sejauh 0,84 m. Hal ini dipengaruhi oleh konduktivitas *thermal* bahan dan koefisien konveksi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Nata, S. B. A. (2012). *Finite element simulation of hybrid welding process for welding 304 austenitic stainless steel plate*. Citeseer. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.671.3219>
- Syafa'at, I., Purwanto, H., Ilhamudin, M., & ... (2018). Analisa Kekuatan Sambungan Las Argon pada Stainless Steel 304 Menggunakan Variasi Kuat Arus. *MAJALAH ILMIAH ...* <https://www.ojs2.unwahas.ac.id/index.php/MOMENTUM/article/view/2512>
- Vemanaboina, H., Akella, S., & Buddu, R. K. (2014). Welding process simulation model for temperature and residual stress analysis. *Procedia materials science*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211812814005008>
- Ye, Y., Cai, J., Jiang, X., Dai, D., & Deng, D. (2015). Influence of groove type on welding-induced residual stress, deformation and width of sensitization region in a SUS304 steel butt welded joint. *Advances in Engineering Software*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965997815000605>