



## ANALISIS TRANSFER PANAS MELALUI PENGUKURAN DISTRIBUSI SUHU PADA PROSES PEMANASAN STAINLESS STEEL 304 DENGAN METODE HOT PLATE

Agung Wicaksono<sup>1</sup>, Abdul Choliq<sup>2</sup>, Ihat solihat<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : [agung6850@gmail.com](mailto:agung6850@gmail.com)<sup>1</sup>, [dosen2127@unpam.ac.id](mailto:dosen2127@unpam.ac.id)<sup>2</sup>, [dosen00990@unpam.ac.id](mailto:dosen00990@unpam.ac.id)<sup>3</sup>

Masuk : 20-02-2021

Direvisi : 25-4-2021

Disetujui : 01-05-2021

**Abstract:** Heat transfer or heat transfer is the science to study energy transfer that occurs due to temperature differences between objects or materials. In this research, we want to know the heat transfer in stainless steel which is the medium. And the media is one of the ferrous metals that is widely used in the engineering world after steel. Its main characteristics are light weight (specific gravity = 2.7 g/cm<sup>3</sup>), has high thermal and electrical conductivity. One of the disadvantages of aluminum is its relatively low melting point of only 6600C. And the excess of aluminum is one object that has a temperature distribution value. Therefore, the authors carried out tests by varying the temperature on heating using a Hot Plate and holding heat for 20 minutes. Then the results obtained from these tests, the results of which are calculated by heat transfer by conduction and by convection. Based on the calculation results for heat transfer or heat distribution in the heat treated sample with a temperature of 100 °C which is able to withstand the highest heat in specimen 2 of 0.58927 W / m<sup>2</sup> . K, with the highest conduction and convection heat transfer in sample 2 of 584,82 kW / m<sup>2</sup>. °C. In the second test by increasing the temperature by 200 0C, which is able to withstand the highest heat in specimen 2 of 1535,53 W / m<sup>2</sup> K, with the highest conduction and convection heat transfer in sample 1 of 6,39 kW / m<sup>2</sup>.0C. Then in the third test by heating / increasing the temperature to 300 0C, which is able to withstand the highest heat in specimen 2 of 2583,70 W / m<sup>2</sup>, with the highest conduction and convection heat transfer in sample 1 of 10,735 W / m<sup>2</sup>. 0C

**Keywords:** Stainless steel, Heat treatment, conduction, convection.

**Abstrak:** Perpindahan panas atau transfer panas (*heat transfer*) merupakan ilmu untuk mempelajari perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda atau material. Pada penelitian ini ingin mengetahui perpindahan panas (*heat transfer*), pada stainless steel yang menjadi medianya. Dan media tersebut salah satu logam ferro yang banyak digunakan dalam dunia teknik setelah baja. Karakteristik utamanya adalah ringan (berat jenis = 2,7 g/cm<sup>3</sup>), memiliki konduktivitas panas dan listrik yang tinggi. Salah satu kelemahan aluminium adalah titik leburnya yang relatif rendah hanya 660°C. Dan kelebihan aluminium merupakan salah satu benda yang memiliki nilai distribusi suhu. Maka dari itu penulis melakukan pengujian dengan memvariasikan suhu pada pemanasan dengan menggunakan Hot Plate dan melakukan penahanan panas selama 20 menit. Maka didapatkan hasil dari pengujian tersebut, yang hasilnya dihitung dengan perpindahan panas secara konduksi dan secara konveksi. Berdasarkan pada hasil perhitungan untuk perpindahan panas atau distribusi panas pada sampel yang diperlakukan panas dengan suhu 100 °C yang mampu menahan panas tertinggi pada spesimen 1 sebesar 584,82 W / m<sup>2</sup> . K, dengan perpindahan panas secara konduksi dan secara konveksi tertinggi di sampel 3 sebesar 2,42 W / m<sup>2</sup>.°C. Pada pengujian kedua dengan menaikkan suhu sebesar 200 °C, yang mampu menahan panas tertinggi pada spesimen 3 sebesar 1535,53 W / m<sup>2</sup> K, dengan perpindahan panas secara konduksi dan secara konveksi tertinggi di sampel 1 sebesar 6,39 W / m<sup>2</sup>.°C. Lalu pada pengujian ketiga dengan melakukan pemanasan / penaikan suhu menjadi 300 °C, yang mampu menahan panas tertinggi pada spesimen 2 sebesar 2583,70 W / m<sup>2</sup>, dengan perpindahan panas secara konduksi dan secara konveksi tertinggi di sampel 1 sebesar 10,735 W / m<sup>2</sup>. °C

**Kata Kunci :** *Stainless steel, Heat treatment*, konduksi, konveksi.

## PENDAHULUAN

Perpindahan panas atau transfer panas (*heat transfer*) merupakan ilmu untuk mempelajari perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda atau material. Dari termodinamika telah kita ketahui bahwa energi yang pindah itu dinamakan kalor atau panas. Sebagai contoh dari berbagai ragam masalah yang dapat dipecahkan dengan termodinamika dan perpindahan kalor, perhatikanlah peristiwa pendinginan yang berlangsung pada suatu batangan baja panas yang dicelupkan ke dalam air. Dengan termodinamika kita dapat mempelajari suhu keseimbangan akhir dari sistem batangan baja dan air itu. Namun, termodinamika tidak akan dapat menunjukkan kepada kita berapa lama waktu diperlukan untuk mencapai keseimbangan itu atau berapa suhu batangan itu pada saat sebelum tercapainya keseimbangan. (J.P. Holman, 1995)

Perpindahan panas tidak hanya bisa berpindah pada satu bahan baja saja, akan tetapi bisa dengan bahan lain yang masih berjenis *ferrous* atau logam yang mempunyai sifat – sifat istimewa untuk menghantarkan panas. Seperti stainless steel yang merupakan salah satu logam ferro yang banyak digunakan dalam dunia teknik setelah baja. Karakteristik utamanya adalah ringan (berat jenis = 2,7 g/cm<sup>3</sup>), memiliki konduktivitas panas dan listrik yang tinggi. Salah satu kelemahan aluminium adalah titik leburnya yang relatif rendah hanya 660<sup>0</sup>C. Dan kelebihan aluminium merupakan salah satu benda yang memiliki nilai distribusi suhu.

Distribusi suhu merupakan suatu proses perpindahan suhu dari satu bagian ke bagian yang lain. Dalam perpindahan suhu tersebut melalui proses pemanasan pada tingkat suhu yang berbeda, tingkat perbedaan itu itulah yang menjadi target utama dalam penelitian.

Berdasarkan pada latar belakang, maka penulis ingin melakukan studi penelitian ini untuk mendalami distribusi suhu dari obyek yang sudah melalui proses perlakuan panas (*heat treatment*), bisa didefinisikan sebagai suatu kombinasi dari pengendalian pemanasan dan pendinginan pada temperatur dan waktu tertentu untuk menghasilkan logam dengan sifat mekanik yang diinginkan

## METODE

Perpindahan panas atau *heat transfer* adalah perpindahan energi yang terjadi akibat adanya perbedaan suhu di antara dua tempat yang berbeda, dan perpindahan tersebut meliputi proses pemasukan dan pengeluaran panas. Panas atau kalor merupakan energi yang berpindah dari suhu yang tinggi ke suhu yang rendah. Kalor tersebut memiliki satuan internasional (SI) yang disebut joule.

Jika pada suatu benda terdapat gradien suhu (*temperature gradient*), maka menurut pengalaman akan terjadi perpindahan energi dari bagian bersuhu tinggi ke bagian bersuhu yang rendah. Kita katakan bahwa energi berpindah secara konduksi (*conduction*) atau hantaran, dan bahwa laju aliran perpindahan panas itu berbanding dengan gradien suhu normal, jadi dapat disimpulkan bahwa perpindahan secara konduksi adalah perambatan panas yang tidak disertai dengan perpindahan zat perantara, sebagai berikut : (JP. Holman, 1995)

$$\frac{q}{A} \sim \frac{\Delta T}{\Delta x} \dots\dots\dots(2.1)$$

q = Kalor atau panas (joule)  
A = Luas penampang (m<sup>2</sup>)  
ΔT = Selang waktu / suhu (sekon)  
Δx = Panjang (m)

Dengan menggunakan persamaan 2.1 sebagai titik awal, sekarang dapatlah kita menentukan persamaan dasar yang mengatur perpindahan kalor dalam zat padat.

### Tempat dan Waktu Penelitian

Dalam proses pengujian dan Waktu penelitian dilakukan selama kurang enam minggu, dilaksanakan di gedung Laboratorium Teknik Mesin dan Teknik Kimia Universitas Pamulang . Pusat perkantoran *Science and Techno*

Park Pamulang Tangerang Selatan, obyek yang diteliti adalah hasil perubahan suhu dari penahanan selama 20 menit, dengan melakukan variasi suhu yang dimulai dari 100 °C, 200 °C dan 300 °C.

Jadwal kegiatan penelitian dan penyusunan

Kegiatan	Bulan September		Bulan Oktober		
	Minggu ke -3	Minggu ke -4	Minggu ke -1	Minggu ke -2	Minggu ke -3
Revisi Bab I, Bab II dan Bab III					
Konsultasi teknik pengambilan data					
Konsultasi Penyusunan Laporan Hasil Pengujian pada Bab IV					
Konsultasi hasil penyusunan bab IV					
Konsultasi Kesimpulan dan Saran pada bab V					
Konsultasi keseluruhan dari Bab I sampai dengan Bab V					

**Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen , data yang di peroleh merupakan proses pengujian pada hasil distribusi suhu yang dilakukan pada sampel yang berbeda dan waktu penahanan yang sama dan proses dilakukan secara bergantian dari setiap kali pengujian. Hasil pengujian ini untuk melihat apakah perbedaan variasi suhu dan penahanan pendinginan sangat berpengaruh.

Penelitian ini dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut:

- a. Mencatat semua data original ( sampel yang berjumlah 3 ) yang ada pada alat penguji tersebut, berupa suhu awal pada benda uji, suhu pada furnace , penahanan sampai waktu yang ditentukan 20 menit.
- b. Pengumpulan informasi melalui studi pustaka berkaitan dengan Perpindahan panas.
- c. Pengukuran data suhu, distribusi dan penahanan setelah melakukan pengujian pada kompor induksi / Hot Plate
- d. Melakukan analisis data, perhitungan dan pengembangan dari variasi suhu .
- e. Penulisan laporan.

**Peralatan dan Bahan**

Ada beberapa alat dan bahan sebagai pendukung dalam penelitian ini yang di gunakan sebagai alat pengujian, antara lain :

1. Spesimen pengujian
2. Termometer, berfungsi untuk mengukur atau mengetahui suhu pada lingkungan dimana alat uji itu berada. Termometer memiliki dua elemen penting:
  - a. Sensor suhu (misalnya bola lampu *termometer merkuri-in-glass* atau sensor digital dalam *termometer inframerah* ) di mana beberapa perubahan terjadi dengan perubahan suhu.
  - b. Beberapa sarana untuk mengubah perubahan ini menjadi nilai numerik (misalnya skala yang terlihat yang ditandai pada termometer merkuri-in-glass atau pembacaan digital pada model inframerah).
3. Furnace / Tungku pemanas

4. Termokopel tipe K, Thermocouple adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung ujungnya sehingga menimbulkan efek “*Thermo;electric*”. Efek *thermos-electric* pada termokopel ini ditemukan oleh seorang fisikawan Estonia bernama Thomas Johann seebeck pada tahun 1821, di mana sebuah logam konduktor yang diberi perbedaan panas secara gradient akan menghasilkan tegangan listrik di antara dua persimpangan (*junction*) ini dinamakan efek “*Seeback*”.  
*Thermocouple* merupakan salah satu jenis sensor suhu yang paling populer dan sering digunakan dalam berbagai rangkaian atau peralatan listrik dan elektronika yang berkaitan dengan suhu (*temperature*) panas.

### Teknik pengambilan data

Ada beberapa teknik dalam pengumpulan data , diantaranya :

1. Menyiapkan bahan uji yang mempunyai dimensi 2 cm x 10 cm, yang mana bahan tersebut sudah dibubut tengah berdiameter 22 mm.
2. Menyiapkan *Hot Plate*
3. Menyiapkan Termokopel sebagai pengukur suhu pada benda uji.
4. Mengukur suhu ruangan yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar udara yang mengalir menggunakan pengukur suhu dan kecepatan angin android. (waktu dilakukan pengambilan data kecepatan anggi sekitar 9,2 m/s)
5. Menyiapkan bahan untuk dipanaskan pada hotplate.
6. Untuk mengetahui tingkat pemanasan dan penahanan, dengan mengamati langsung hasil dari pengujian atau eksperimen menyimpulkan serta menentukan hasil dari penelitian yang baik.
7. Suhu ruangan dari awal dan akhir pada setiap kali pengujian diukur dengan menggunakan *thermometer*.

### Pengolahan Data

Data kuantitatif yang diperoleh dari hasil pengujian dianalisis untuk menentukan hasil penelitian yang baik diperoleh dari buku – buku referensi dari sumber lain yang relevan dengan penelitian ini, kemudian data tersebut dituangkan dalam bentuk tabel dan grafik.

Serangkaian percobaan dilakukan pada *stainless steel 304* dan *furnace* sebagai alat penguji. Untuk mengidentifikasi efek dari berbagai parameter yang mempengaruhi efisiensi terhadap respon output pada hail pengujian terhadap distribusi suhu.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian

Setelah melakukan penelitian, pengukuran dan data yang dihasilkan ini merupakan hasil dari pengujian terhadap distribusi panas pada logam stainless steel 304 dengan melakukan variasi waktu pemanasan 100<sup>0</sup>, 200<sup>0</sup> dan 300<sup>0</sup> dan didinginkan selama 20 menit dalam ruang pengujian, dengan suhu ruangan 30<sup>0</sup> dan kecepatan angin 9,2 km/jam.

### Pembahasan hasil perhitungan perpindahan panas secara konduksi

Melihat hasil dari perhitungan yang sudah dilakukan bahwa dapat dijelaskan nilai dari perpindahan panas tersebut. Nilai perpindahan panas yang diawali dari pengambilan data yang tertera pada tabel 4.1 dan dilakukan analisa melalui perhitungan, ditampilkan di tabel . ( Proses perhitungan terdapat pada lampiran)

Pemanasan benda uji (°C)	Hasil perhitungan distribusi suhu  (W / m <sup>2</sup> . K )
--------------------------	--

	1	2	3
100	584,82	581,24	582,45
200	1534,33	1523,25	1535,53
300	2581,29	2583,70	2557,82

Perhitungan hasil pengujian dengan menggunakan perpindahan secara konveksi. Berdasarkan pada tabel 4.1 hasil rata – rata pengujian, maka akan dilakukan perhitungan secara konveksi.

Titik pengambilan distribusi suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	Sampel	Jumlah benda uji ( $^{\circ}\text{C}$ )		
		1	2	3
100	Stainless Steel	<b>51.4</b>	<b>51.7</b>	<b>51.6</b>
200		<b>72.5</b>	<b>72.2</b>	<b>72.4</b>
300		<b>85.5</b>	<b>85.3</b>	<b>85.4</b>

**Pembahasan hasil perhitungan perpindahan secara konveksi**

Melihat hasil dari perhitungan yang sudah dilakukan bahwa dapat dijelaskan nilai dari perpindahan panas tersebut. Nilai perpindahan panas yang diawali dari pengambilan data yang tertera pada tabel 4.1 dan dilakukan analisa melalui perhitungan. (terlampir pada lampiran )Maka hasilnya :

Pemanasan benda uji ( $^{\circ}\text{C}$ )	Hasil perhitungan distribusi suhu ( $\text{J} / \text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$ )		
	1	2	3
100	2,1384	2,415	2,42
200	6,375	6,39	6,38
300	10,275	10,735	10,73

**KESIMPULAN**

Berdasarkan pada hasil perhitungan untuk perpindahan panas atau distribusi panas pada sampel yang diperlakukan panas dengan suhu  $100^{\circ}\text{C}$  yang mampu menahan panas tertinggi pada spesimen 1 sebesar  $584,82 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ , dengan perpindahan panas secara konduksi dan secara konveksi tertinggi di sampel 3 sebesar  $2,42 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$ . Pada pengujian kedua dengan menaikkan suhu sebesar  $200^{\circ}\text{C}$ , yang mampu menahan panas tertinggi pada spesimen

3 sebesar  $1535,53 \text{ W / m}^2 \text{ K}$ , dengan perpindahan panas secara konduksi dan secara konveksi tertinggi di sampel 2 sebesar  $6,39 \text{ W / m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ . Lalu pada pengujian ketiga dengan melakukan pemanasan / penaikan suhu menjadi  $300 \text{ }^\circ\text{C}$ , yang mampu menahan panas tertinggi pada spesimen 2 sebesar  $2583,70 \text{ W / m}^2$ , dengan perpindahan panas secara konduksi dan secara konveksi tertinggi di sampel 2 sebesar  $10,735 \text{ W / m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ .

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sulaiman Salangka. 1997. Sains Kimia berdasarkan kurikulum 1994. Poliyama Widya Pustaka. Jakarta.
  - [2] Widodo , R., 2012. Paduan CuZn (Kuningan), Staf Pengajar Program Studi Teknik Pengecoran Logam POLMAN Bandung
  - [3] *ASM Handbook Vol 15: Casting. 9<sup>th</sup> Edition. ASM International. (1998)*
  - [4] *Brunhuber; Giesserei Lexikon. Edisi 14. Fachverlag Schiele & Schoen GmbH. Berlin. (1988)*
  - [5] *Schumann; Metallographie. VEB Deutsche Verlag fur Grundstoffindustrie. Leipzig. (1983)*
  - [6] [file:///C:/Users/Humas/Downloads/adoc.pub\\_85cu-15zn-cu-30-zn-cu-40-zn.pdf](file:///C:/Users/Humas/Downloads/adoc.pub_85cu-15zn-cu-30-zn-cu-40-zn.pdf)
  - [7] B.J.M Beuner, B.SAnwir/Matondang, “ *Pengetahuan Bahan*“, 3<sup>rd</sup> edition., (Jakarta :Bhrata Karya Aksara, 1980).
  - [8] Drs. Edih Supardi, “Pengujian Logam” Bab V, VI, XII, XIII, Angkasa, Bandung 1996.
  - [9] Drs. Syamsul Arifin, “Ilmu Logam” (Jakarta :Ghalia Indonesia, 1977).
  - [10] Emira Eldina Ihsan, Gusdikal Candra, Nandi Firdaus, Setri Delvia Sari, Ananda Putra, “Jurnal Aluminium” Universitas Negeri Padang, Indonesia.
  - [11] Koswara, Engkos dan Hardi Sudjana. (1999), Pengujian Logam. Bandung, Humaniora Utama Press.
  - [12] Prof. Ir. Tata Surdia Ms. Met.E, dan Prof. Dr, Shinroku Saito, “Pengetahuan Bahan Teknik”, PT. Praditya Paramita, Jakarta 2005.
  - [13] Riza Sani. (2013). Teknik Penyambungan Logam. Jakarta : Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Pendidik.
  - [14] Sukaini, dkk. (2013), Teknik Las SMAW. Jakarta : Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Pendidik.
  - [15] Tabor, “ *The Hardness of Metals* “, 1<sup>st</sup> edition ., (New York : Oxford University Press, 1951).
- Wiriyosumarto, Harsono dan Okumura. (2000). Teknologi Pengelasan Logam