



**ANALISIS PENGARUH *TEMPERATURE PRE-HEATING*
PENGELASAN PADA MIKROSTRUKTUR DAN SIFAT MEKANIS
SS 304**

SKRIPSI

**MUHAMAT PURWANTO SAPUTRA
2210311015**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
2026**



**ANALISIS PENGARUH *TEMPERATURE PRE-HEATING*
PENGELASAN PADA MIKROSTRUKTUR DAN SIFAT MEKANIS
SS 304**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik**

**MUHAMAT PURWANTO SAPUTRA
2210311015**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
2026**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

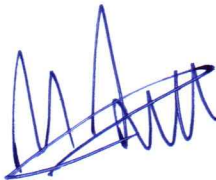
Nama : Muhamat Purwanto Saputra
NIM : 2210311015
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisis Pengaruh *Temperature Pre-Heating*
Pengelasan Pada Mikrostruktur dan Sifat
Mekanis SS 304

Telah berhasil dipertahankan dihadapan para penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Ir. Armansyah, S.T., M.Sc., M.Sc., Ph.D

Penguji Utama



M. Arifudin Lukmana, S.T., M.T.

Penguji Lembaga



Dr. Eng. Riki Hendra Purba, S.T., M.Eng

Penguji III (Pembimbing)



Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah, S.T.,

M.T., IPM

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.

Kepala Program Studi S-1 Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 8 Januari 2026

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Muhamat Purwanto Saputra
NIM : 2210311015
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisis Pengaruh *Temperature Pre-Heating*
Pengelasan Pada Mikrostruktur dan Sifat
Mekanis SS 304

Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis sesuai arahan dari dosen pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Menyetujui,



Dr. Eng. Riki Hendra Purba, S.T.,

M.Eng

Pembimbing I



Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, S.T.,

M.T., IPM., ASEAN Eng.

Pembimbing II

Mengetahui,



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.

Kepala Program Studi S-1 Teknik Mesin

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhamat Purwanto Saputra
NIM : 2210311015
Program Studi : Teknik Mesin

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses dengan ketentuan yang berlaku

Jakarta, 8 Januari 2026

Yang menyatakan,

A handwritten signature in blue ink is written over a yellow 10,000 Rupiah stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text "SEPULUH RIBU RUPIAH", "10000", and "METERAI TEMPEL". A unique serial number "91D8CANX194049164" is printed at the bottom of the stamp.

Muhamat Purwanto Saputra

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Saya yang akan bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhamat Purwanto Saputra
NIM : 2210311015
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“ANALISIS PENGARUH *TEMPERATURE PRE-HEATING* PENGELASAN PADA MIKROSTRUKTUR DAN SIFAT MEKANIS SS 304”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 8 Januari 2026

Yang menyatakan,



Muhamat Purwanto Saputra

ANALISIS PENGARUH *TEMPERATURE PRE-HEATING* PENGELASAN PADA MIKROSTRUKTUR DAN SIFAT MEKANIS SS 304

Muhamat Purwanto Saputra

ABSTRAK

Sistem perpipaan memiliki peranan penting dalam industri untuk mengalirkan fluida, mengingat sistem perpipaan dapat membentang hingga ribuan kilometer maka diperlukan pengelasan disetiap sambungan sistem perpipaan. Penelitian ini mengkaji pengaruh variasi *temperature pre-heating* pengelasan terhadap mikrostruktur dan sifat mekanis SS 304. Spesimen diberikan pemanasan atau *pre-heating* dan tidak *pre-heating* kemudian dilakukan pengelasan, kemudian dilakukan pengamatan mikrostruktur menggunakan *scanning electron microscope* (SEM) dan *optical microscope*, pengujian kekerasan pada daerah *base metal* (BM), *heat affected zone* (HAZ), dan *weld metal* (WM), serta pengujian tarik untuk menentukan nilai *ultimate tensile strength* (UTS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan temperatur *pre-heating* menyebabkan perbesaran ukuran butir akibat efek *annealing* tanpa mengubah fasa, di mana mikrostruktur tetap berupa dendrite austenite. Nilai kekerasan cenderung menurun mulai dari *base metal* hingga daerah *weld metal* seiring kenaikan temperatur *pre-heating*, namun menjadikannya lebih seragam pada *pre-heating* 200°C. Sedangkan nilai *ultimate tensile strength* (UTS) meningkat dan mencapai nilai tertinggi yaitu 624,92 MPa pada *pre-heating* 200°C.

Kata kunci : Pengelasan, SS 304, *Pre-heating*, Mikrostruktur, Kekerasan, UTS

EFFECT OF PRE-HEATING TEMPERATURE WELDING ON THE MICROSTRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF SS 304

Muhamat Purwanto Saputra

ABSTRACT

Piping systems play an important role in industry for fluid flow, considering that piping systems can extend for thousands of kilometers, welding is required at every joint in the piping system. This study examines the effect of variations in pre-heating temperature on the microstructure and mechanical properties of SS 304. Specimens were subjected to preheating or no preheating, then welded, followed by microstructure observation using a scanning electron microscope (SEM) and optical microscope, hardness testing on the base metal (BM), heat-affected zone (HAZ), and weld metal (WM), as well as tensile testing to determine the ultimate tensile strength (UTS). The results showed that an increase in preheating temperature caused grain size enlargement due to the annealing effect without changing the phase, where the microstructure remained in the form of austenite dendrites. The hardness value tended to decrease from the base metal to the weld metal area as the preheating temperature increased, but it became more uniform at 200°C preheating. Meanwhile, the ultimate tensile strength (UTS) value increased and reached the highest value of 624,92 MPa at 200°C preheating.

Keyword : *Welding, SS 304, Pre-heating, Microstructure, Hardness, UTS*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan judul ” Analisis Pengaruh *Temperature Pre-Heating* Pengelasan Pada Mikrostruktur dan Sifat Mekanis SS 304”. Sholawat serta salam semoga tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad *shalallahu ‘alaihi wa salam* yang telah memberikan syafaat kepada seluruh umatnya.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.), program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Jakarta. Melalui kata pengantar ini, penulis ingin berterima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyusunan hingga penyelesaian skripsi ini. Adapun seluruh pihak yang dimaksud antara lain:

1. Ayah Djuli Hidayat dan Ibu Dwi Apriani, serta saudara penulis yang senantiasa memberikan doa serta dukungan kepada penulis;
2. Pak’po Eko Aprianto dan Tante Eni Safitri, yang telah membantu biaya kuliah dari awal hingga akhir perkuliahan kepada penulis;
3. Mbah Kakung dan Mbah Putri, yang selalu merawat penulis selama perkuliahan;
4. Ir. Fahrudin, S.T., M.T., Kepala Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta;
5. Dr. Eng. Riki Hendra Purba, S.T., M.Eng., Dosen Pembimbing 1 tugas akhir, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta;
6. Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng., Dosen Pembimbing 2 tugas akhir, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta;
7. Dr. James Julian, S.T., M.T., Dosen Pembimbing Akademik Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta;
8. Seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama masa perkuliahan;

9. Teman-teman *Applied Material Research Group* yang telah memberikan dukungan demi kelancaran penyelesaian proposal skripsi ini;
10. Seluruh teman-teman seperjuangan OPTIMIS'22 yang telah menemani, memberikan dukungan serta doa guna kelancaran penyelesaian proposal skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan akhir ini. Maka dari itu, penulis menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun agar dapat menjadi bahan evaluasi untuk penyusunan artikel ilmiah berikutnya. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memenuhi tanggung jawab sebagai salah satu mahasiswa Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta dan bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengelasan.....	5
2.2 Jenis – Jenis Pengelasan.....	5
2.2.1 Las Busur Pelindung – <i>Shielded Metal Arc Welding</i> (SMAW)	5
2.2.2 Las <i>Gas Metal Inert Gas – Gas Metal Arc Welding</i> (GMAW).....	6
2.3 Jenis – Jenis Sambungan Las	7
2.3.1 <i>Butt Joint</i>	7
2.3.2 <i>Corner Joint</i>	8
2.3.3 <i>T-Joint</i>	8
2.3.4 <i>Lap Joint</i>	9
2.3.5 <i>Edge Joint</i>	9
2.4 Jenis – Jenis Kampuh dan Lapisan Las.....	10

2.4.1 Kampuh I (<i>Open Square Butt</i>)	10
2.4.2 Kampuh V (<i>Single V Butt</i>)	10
2.4.3 Kampuh X (<i>Double V Butt</i>)	11
2.4.4 Kampuh U (<i>Single U Butt</i>).....	11
2.4.5 <i>Root Pass</i>	12
2.4.6 <i>Hot Pass</i>	12
2.4.7 <i>Fill Pass</i>	12
2.4.8 <i>Capping or Cover Pass</i>	12
2.5 Faktor – faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Las	13
2.5.1 Cacat Las.....	13
2.5.2 Material dan Elektroda.....	13
2.5.3 Persiapan Sambungan	14
2.5.4 Lingkungan.	14
2.6 Daerah Las Pada Material	14
2.6.1 <i>Weld Metal</i>	14
2.6.2 <i>Heat Affected Zone (HAZ)</i>	15
2.6.3 <i>Base Metal</i>	16
2.7 Pengujian Hasil Kualitas Las	16
2.7.1 Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	16
2.7.2 Uji Tarik.....	17
2.8 Material SS 304.....	17
BAB 3 METODE PENELITIAN	21
3.1 Diagram Alir.....	21
3.2 Waktu Penelitian	22
3.3 Tempat Penelitian.....	22
3.4 Identifikasi Masalah	22
3.5 Studi Literatur	22
3.6 Material yang Digunakan.....	22
3.7 Alat dan Bahan.....	23
3.7.1 Alat.....	23
3.7.2 Bahan	26
3.8 Proses Pengujian	27
3.8.1 Persiapan Material	27
3.8.2 Proses <i>Pre-Heating</i>	27

3.8.3 Proses Pengelasan	28
3.8.4 Pengujian Kekerasan.....	28
3.8.5 Pengujian Tarik	29
3.8.6 Pengujian Mikro Struktur Menggunakan Mikroskop Optik.....	30
3.8.7 Pengujian Mikrostruktur Menggunakan SEM-EDS	30
3.9 Analisis Data	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Mikrostruktur	31
4.2 Kekerasan.....	38
4.3 Kekuatan Tarik	40
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	
RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Teknik Las SMAW	6
Gambar 2. 2. Teknik Las GMAW	7
Gambar 2. 3. <i>Butt Joint</i>	8
Gambar 2. 4. <i>Corner Joint</i>	8
Gambar 2. 5. <i>T-Joint</i>	9
Gambar 2. 6. <i>Lap Joint</i>	9
Gambar 2. 7. <i>Edge Joint</i>	10
Gambar 2. 8. <i>Open Square Butt</i>	10
Gambar 2. 9. <i>Single V Butt</i>	11
Gambar 2. 10. <i>Double V Butt</i>	11
Gambar 2. 11. <i>Single U Butt</i>	11
Gambar 2. 12. Lapisan Dalam Las	13
Gambar 2. 13. Daerah Las	16
Gambar 2. 14. <i>Fe-Ni-Cr ternary phase diagram</i>	19
Gambar 3. 1. Diagram Alir	21
Gambar 3. 2. CNC Milling	23
Gambar 3. 3. <i>Universal Testing Machine</i>	23
Gambar 3. 4. Mesin Las SMAW	24
Gambar 3. 5. Mesin Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	24
Gambar 3. 6. Mikroskop Optik.....	25
Gambar 3. 7. SEM-EDS	25
Gambar 3. 8. Elektroda Las	26
Gambar 3. 9. Plat SS 304.....	26
Gambar 3.10. Design Spesimen Pengelasan	27
Gambar 3.11. Design Spesimen Uji Tarik ASTM E8/E8M.....	27
Gambar 4. 1. Distribusi Unsur Kimia pada Mikrostruktur SS 304 melalui Analisis SEM-EDS.....	31
Gambar 4. 2. Cross Section Spesimen <i>Non Pre-Heating</i>	32
Gambar 4. 3. Cross Section Spesimen <i>Pre-Heating 200°C</i>	32
Gambar 4. 4. Spesimen <i>Non Pre-Heating</i> (a) <i>Base Metal</i> (BM), (b) <i>Heat Affected Zone</i> (HAZ), (c) <i>Weld Metal</i>	32

Gambar 4. 5. Spesimen <i>Pre-Heating</i> 100°C (a) <i>Base Metal</i> (BM), (b) <i>Heat Affected Zone</i> (HAZ), (c) <i>Weld Metal</i>	33
Gambar 4. 6. Spesimen <i>Pre-Heating</i> 150°C (a) <i>Base Metal</i> (BM), (b) <i>Heat Affected Zone</i> (HAZ), (c) <i>Weld Metal</i>	33
Gambar 4. 7. Spesimen <i>Pre-Heating</i> 200°C (a) <i>Base Metal</i> (BM), (b) <i>Heat Affected Zone</i> (HAZ), (c) <i>Weld Metal</i>	33
Gambar 4. 8. Hasil Uji SEM.....	34
Gambar 4. 9. SEM Spesimen <i>Non Pre-Heating</i> Daerah <i>Base Metal</i>	34
Gambar 4. 10. SEM Spesimen <i>Non Pre-Heating</i> Daerah HAZ	35
Gambar 4. 11. SEM Spesimen <i>Non Pre-Heating</i> Daerah <i>Weld Metal</i>	35
Gambar 4. 12. SEM Mikrostruktur <i>Non Pre-Heating</i>	36
Gambar 4. 13. SEM Spesimen <i>Pre-Heating</i> 200°C Daerah <i>Base Metal</i>	36
Gambar 4. 14. SEM Spesimen <i>Pre-Heating</i> 200°C Daerah HAZ.....	37
Gambar 4. 15. SEM Spesimen <i>Pre-Heating</i> 200°C Daerah <i>Weld Metal</i>	37
Gambar 4. 16. SEM Mikrostruktur <i>Pre-Heating</i> 200°C.....	38
Gambar 4. 17. Hasil Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	39
Gambar 4. 18. (a) <i>Non Pre-heating</i> , (b) <i>Pre-heating</i> 100°C, (c) <i>Pre-heating</i> 150°C, dan (d) <i>Pre-heating</i> 200°C	40
Gambar 4. 19. (a) spesimen <i>non pre-heating</i> , (b) spesimen <i>pre-heating</i> 100°C, (c) spesimen <i>pre-heating</i> 150°C, dan (d) spesimen <i>pre-heating</i> 200°C	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Komposisi kimia material SS 304	18
Tabel 3. 1. Pengujian Kekerasan	29
Tabel 4. 1. Hasil Uji SEM Ukuran Butir SS 304	38
Tabel 4. 2. Hasil Uji Kekerasan Pada Material SS 304	40
Tabel 4. 3. Hasil Uji Tarik	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses *Pre-Heating* dan Pengelasan Material

Lampiran 2. Proses Pembuatan Spesimen Uji Tarik Standar ASTM E8/E8M

Lampiran 3. Spesimen Uji Kekerasan *Vickers*

Lampiran 4. Ukuran *Grain* pada SS 304

Lampiran 5. Hasil Pengujian Kekerasan pada SS 304

Lampiran 6. Hasil Pengujian Tarik pada SS 304