

**ANALISA MASUKAN PANAS TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN  
MIKROSTRUKTUR SAMBUNGAN SHIELDED METAL ARC  
WELDING PADA BAJA KARBON RENDAH**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana (S1) pada Prodi  
Teknik Mesin Fakultas Teknik UISU**



**Oleh:**

**Rido Fernando Simbolon  
NPM : 71240911019**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2025**

## **TUGAS SKRIPSI**

**ANALISA MASUKAN PANAS TERHADAP SIFAT MEKANIK  
DAN MIKROSTRUKTUR SAMBUNGAN SHIELDED METAL  
ARC WELDING PADA BAJA KARBON RENDAH**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana (S1)  
pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik UISU**

**Oleh  
Rido Fernando Simbolon  
NPM : 71240911019**

**disetujui oleh :**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**(Ahmad Bakhori, ST. MT)  
NIDN : 0127116901**

**(Ir Suhardi Napid, MT)  
NIDN : 0119126401**

**Diketahui Oleh :  
Ketua Program Studi Teknik Mesin**

**Ahmad Bakhori, ST. MT  
NIDN : 0127116901**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2025**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : RIDO FERNANDO SIMBOLON

NIM : 71240911019

Prodi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : **Analisa Masukan Panas Terhadap Sifat Mekanik Dan Mikrostruktur Sambungan Shielded Metal Arc Welding Pada Baja Karbon Rendah**

Dengan ini saya menyatakan bahwa hasil penelitian Skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Skripsi ini merupakan hasil plagiat terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkannya sekaligus bersedia menerima sanksi akademis berdasarkan aturan yang berlaku di Universitas Islam Sumatera Utara.

Medan, Oktober 2025

Meterai

Rido Fernando Simbolon

NPM : 71240911019

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>LEMBARAN KEASLIAN</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah dan Batasan Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah .....	5
1.4 Tujuan Penelitian .....	6
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Kajian Penelitian Terdahulu .....	7
2.2 Landasan Teori .....	10
2.2.1. Klasifikasi cara-cara Pengelasan dan Pemotongan .....	10
2.2.2. SMAW ( <i>Shielded Metal Arc Welding</i> ).....	12
2.2.3. Proses Terjadinya Las Listrik SMAW .....	13
2.2.4.Peralatan Las SMAW .....	14
2.2.5.Posisi pada Pengelasan .....	15
2.2.6.daerah Pengelasan .....	16
2.2.7.Retak Dalam Pengelasan .....	17
2.2.8.Penyebab Retak Lasan.....	20
2.2.9.Jenis Sambungan Las .....	22
2.2.10.Jenis Elektroda.....	25
2.2.11.Elektroda Berselaput .....	26

2.2.12. Klasifikasi Elektroda .....	27
2.3. Baja.....	27
2.3.1. Baja Paduan .....	28
2.4 Sifat Mekanik .....	29
2.5 Uji Tarik .....	31
2.5.1. Uji Tarik ( <i>Tensile Test</i> ) .....	31
2.5.2. Analisa Patahan Hasil Uji Tarik.....	34
2.6. Uji Mikrostruktur (Metallographic Test) .....	35
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>36</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	36
3.2 Metode Alat dan Bahan .....	36
3.2.1 Bahan .....	36
3.2.2 Alat .....	37
3.3 Metode Pelaksanaan Pengujian .....	39
3.4 Variabel yang di Amati .....	41
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	41
3.6 Metode Persiapan Penelitian .....	42
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>43</b>
4.1 Data Hasil.....	43
4.2 Analisa Data dan Pembahasan .....	43
4.3 Uji Mikrostruktur .....	47
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>48</b>
5.1 Kesimpulan .....	48
5.2 Saran .....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>50</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Cara Pengelasan .....	11
Gambar 2.2 Klasifikasi Cara Pemotongan.....	12
Gambar 2.3 Gambar Pencairan Elektroda Stik .....	12
Gambar 2.4 Las Listrik .....	14
Gambar 2.5 Pengelasan IG .....	15
Gambar 2.6 Posisi 2G .....	15
Gambar 2.7 Posisi 3G .....	15
Gambar 2.8 Posisi 4G .....	16
Gambar 2.9 Siklus Termal Dalam Las Busur Tangan .....	17
Gambar 2.10 Retak Dingin .....	18
Gambar 2.11 Retak Panas .....	18
Gambar 2.12 Pengaruh Udara Terhadap Kadar Hidrogen Difusi Dalam .....	20
Gambar 2.13 Retak Lamel .....	22
Gambar 2.14 Jenis-jenis Kampuh .....	23
Gambar 2.15 Sambungan Fillet Join.....	24
Gambar 2.16 Sambungan Corner Joint.....	24
Gambar 2.17 Penambahan Bahan pada Sambunga.....	25
Gambar 2.18 Batang Uji Tarik.....	33
Gambar 2.19 Kurva Tegangan-regangan .....	33
Gambar 2.20 Sifat Base Metal Dari Patahan .....	34
Gambar 2.21 Mikrostruktur Baja Karbon.....	35
Gambar 3.1 Baja Karbon Aisi 1045.....	36
Gambar 3.2 Mesin Las SMAW .....	37
Gambar 3.3 Elektroda Las .....	37
Gambar 3.4 Mesin Milling.....	38
Gambar 3.5 Alat Uji Tarik .....	38

Gambar 3.6 Jangka Sorong (Varnier Caliper) .....	39
Gambar 3.7 Mesin Grinda.....	39
Gambar 3.8 Spesimen Uji Tarik .....	39
Gambar 3.9 Spesimen dan Proses Pengelasan .....	40
Gambar 3.10 Spesimen hasil Uji Tarik dan Hasil Uji Tarik.....	40
Gambar 3.11 Diagram Alir Proses Penelitian.....	41

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Unsur Kandungan SS 304.....	30
Tabel 2.2 Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah.....	30
Tabel 4.1 Data Pengujian Kuat Tarik.....	43

**DAFTAR GRAFIK**

Gambar 4.1 Tegangan Tarik V.S Arus Masuk .....	44
Gambar 4.2 Regangan V.S Arus Masuk .....	45
Gambar 4.3 Modulus Elastis .....	46

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Azwinur, A., Jalil, S. A., & Husna, A. (2017). Pengaruh variasi arus pengelasan terhadap sifat mekanik pada proses pengelasan SMAW. *Jurnal Polimesin*, 15(2), 36-41.
2. Hamid, A. (2016). Analisa pengaruh arus pengelasan SMAW pada material baja karbon rendah terhadap kekuatan material hasil sambungan. *Jurnal Teknologi Elektro*, 7(1), 142425.
3. Bontong, Y. (2016). Analisis Pengaruh Arus Pengelasan Dengan Metode Smaw Dengan Elektroda E7018 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Pada Baja Karbon Rendah. *Journal Dynamic Saint*, 2(1).
4. Endramawan, T., & Sifa, A. (2017). Aplikasi Standar Aws Untuk Menentukan Acceptance Criteria Pada Pengelasan Smaw Menggunakan Nondestructive Test-Ultrasonic Test. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 6(2).
5. Wahyudi, R., Nurdin, N., & Saifuddin, S. (2019). Analisa pengaruh jenis elektroda pada pengelasan SMAW penyambungan baja karbon rendah dengan baja karbon sedang terhadap tensile strenght. *Journal of Welding Technology*, 1(2), 43-47.
6. Khurmi, R. S., & Gupta, J. K. (2010). *A Textbook of Machine Design*. Eurasia Publishing
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2018). *Materials Science and Engineering*: House.
7. Kou, S. (2003). *Welding Metallurgy*. John Wiley & Sons.
8. Krauss, G. (2015). *Steels: Processing, Structure, and Performance*. ASM International.
9. Masubuchi, K. (2014). *Analysis of Welded Structures: Residual Stresses, Distortion, and Their Consequences*. Elsevier.
10. Suryanto, H. (2017). *Ilmu Bahan Teknik*. Penerbit Andi.
11. Sutanto, A. (2019). *Pengantar Teknologi Pengelasan*. Graha Ilmu APEM Journal (2014).
- 12.

## Lampiran. 1

# ® TSS 2842 (90MnCrV8)

**Nearest Standards** DIN 1.2842      AISI O2      BS B02

**Chemical composition** C 0.90 - 0.95 Mn 1.50 - 2.00 Cr 0.20 - 0.40 V 0.10

Heat treatment	soft annealing °C	Duration	cooling	Hardness HB
	680 - 720	3 - 4 hour	furnace	max.220
	stress-relief annealing °C		cooling	
	approx. 650	max. 3 hour	furnace	
	Hardening °C		quenching	hardness after quenching HRC
	790 - 820	3 - 4 hour	oil, or salt bath 180-220°C	63
	Tempering °C	min. 2 hour	100   200   300   400   500   600	
	HRC		63   60   56   50   42   38	

## Applications

Cold Work Tool Steel with Dimensional Stability at Heat Treatment, Medium Toughness, Wear Resistance and suitable for metal cutting industry to be applied at shearing, blanking, stamping, and punching mild steel sheet with thickness approximately 1 mm - 5 mm, small plastic moulds without special specification, plastic mould components, plastic crusher blades, guide pins, bushings, ejector pins, ejector sleeves, chipping knives for paper and wood, and rolling pipe components.

## Physical properties

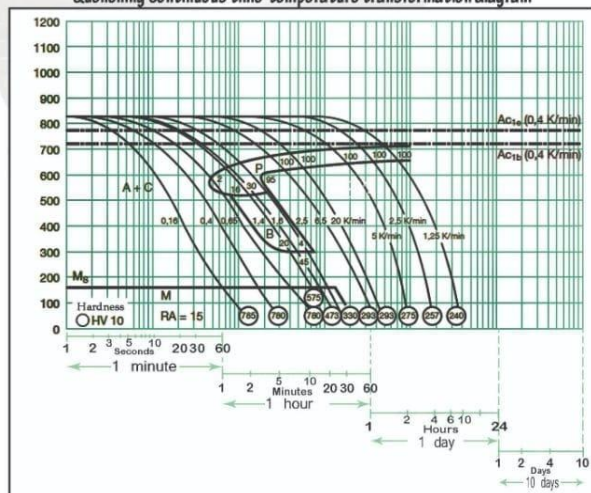
### Coefficient of thermal expansion

at °C	20 - 100	20 - 200	20 - 300	20 - 400	20 - 500	20 - 600	20 - 700
$10^{-6} \text{ m}/(\text{m} \cdot \text{K})$	12.2	13.2	13.8	14.3	14.7	15.0	15.3

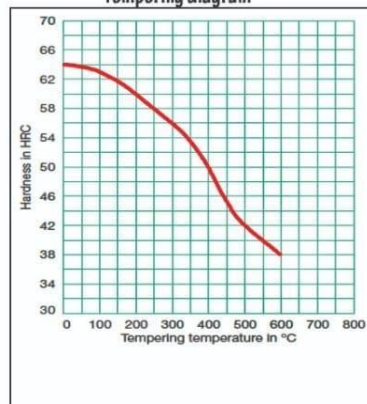
### Thermal conductivity

at °C	20	350	700
$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	33.0	32.0	31.3

Quenching Continuous time-temperature transformation diagram



Tempering diagram



## Lampiran. 2

# ® TPES 6582 (34CrNiMo6)

**Nearest Standards** DIN 1.6582    AISI 4337    BS 817M40

**Chemical composition** C 0.30 - 0.40 Si 0.15 - 0.40 Mn 0.40 - 0.70 P ≤0.035 S ≤0.035 Cr 1.30 - 1.70 Mo 0.15 - 0.30 Ni 1.30 - 1.70

Heat treatment	Soft Annealing °C	Stress-relief Annealing °C	Normalising °C	Hardening °C in oil	Tempering °C
	680 - 720	600 - 650	850 - 880	830 - 860	300 - 550
<b>Duration</b>	3 - 4 hour	2 - 3 hour	3 - 4 hour	3 - 5 hour	min. 2 hour

### Applications

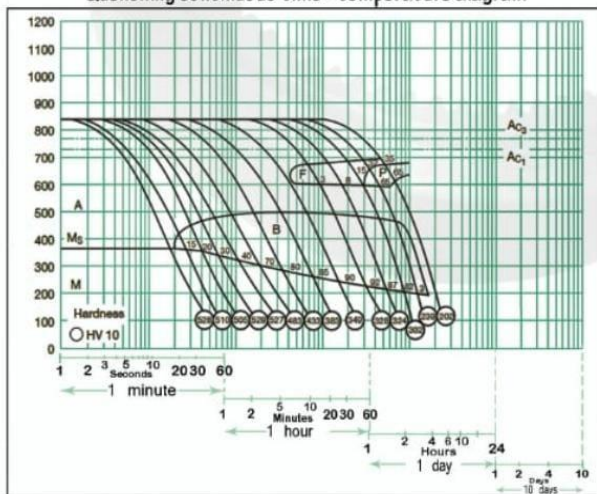
High Grade Engineering Alloy Steel supplied in Hardened and Tempered Condition with Hardness approximately 330 HB, and High Tensile Strength. Therefore, No Further Heat Treatment service are required. It is suitable for Engineering Components, driving shafts, eccentric shafts, cams, camshafts, leadscrews, linear shafts, Palm Oil Components, screw press shafts, thresher shafts, ripple mill shafts, Engineering Gearing Components, bevel gears, worm gears, pinion gears, spur gears, helical gears, Plastic Injections, Blow Mould Components, tie rods, locking rods, plastic screws, and container for inner liner at aluminium extrusion.

### Mechanical properties

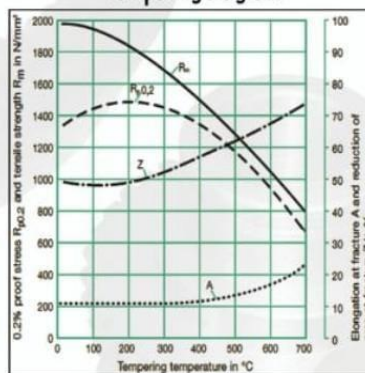
in Quenched and Tempered Condition

Diameter	0.2 Yield Point $R_{p0.2}$	Tensile strength $R_m$	Elongation $A_5$ ( $L_0 = 5 d_0$ )	Reduction of area Z	Impact Energy $K_u$
mm	N/mm <sup>2</sup> min.	N/mm <sup>2</sup>	% min.	% min.	J min.
≤ 16	1000	1200 - 1400	9	40	35
> 16 - 40	900	1100 - 1300	10	45	45
> 40 - 100	800	1000 - 1200	11	50	45
> 100 - 160	700	900 - 1100	12	55	45
> 160 - 250	600	800 - 950	13	55	45
> 250 - 500	540	750 - 900	14	-	45
> 500 - 1000	490	700 - 850	15	-	40

Quenching continuous time - temperature diagram



Tempering diagram



## Lampiran. 3

<b>AISI - 1045</b>								
CHEMICAL COMPOSITION (TYPICAL ANALYSIS IN %)		C	Si	Mn				
		0,45	0,30	0,60				
NEAREST STANDARD SPECIFICATION		AISI	1045					
		DIN	CK 45					
		JIS	S 45 C					
<p><b>Application :</b> Transmissions parts, pins, fasteners of medium strength also for hand and cutting tools etc.</p>								
<p><b>Mechanical properties :</b></p>								
		Heat treatment condition	Diameter	Yield point	Tensile strength	Elongation L <sub>0</sub> 5 d <sub>0</sub>	Reduction of area	Notch Impact value
Heat treatment condition	Hardness HB 30	mm	N/mm <sup>2</sup> min.	N/mm <sup>2</sup>	% min.	% min.	J <sup>o</sup> min.	
Soft annealed G	207 max	normalized.N	16 - 100	330	580 - 750	17	40	14
		Hardened and tempered V	16	500	700 - 850	14	35	16
			16 - 40	430	650 - 800	16	40	16
			40 - 100	370	630 - 780	17	45	16
<p>● ISO V notch</p>								
HEAT TREATMENT DATA		HARDNESS - 207 HB						
		HOT Forming °C			cooling			
		1050 800			slow, 2.g.in furnace			
		Soft Annealing °C			cooling			
		680 710			furnace			
		Hardening from °C		in	Hardness after Quenching			
		800 - 830		water	HRC			
					55			
		Tempering °C		530 670				

## Lampiran. 4

### DATA PENGUJIAN KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN

NAMA : Rido Fernando Simbolon

NPM : 71240911019

JUDUL : Analisa Pengaruh Masukan Panas Las SMAW Terhadap Sifat Mekanik dan Mikrostruktur Sambungan Baja Karbon Sedang dengan Baja Karbon Tinggi

DOSEN PEMBIMBING : 1. Ahmad Bakhori, ST. MT

2. Ir. Suhardi Napid, MT

#### 1. Data Pengujian Kuat Tarik

No	Kode Speimen	Lebar (mm)	Tebal (mm)	F <sub>y</sub>	F <sub>u</sub>	$\sigma_y$	$\sigma_u$	$\varepsilon$	E (modulus elastis)
				(N)	(N)	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(%)	(N/mm <sup>2</sup> )
1	60 A	14.00	6.10	38400	73000	374.35	660.33	6.48	101.9
2	80 A	14.00	6.10	50200	65600	465.93	608.87	5.71	106.6
3	100 A	14.00	6.10	61200	71600	587.77	687.65	6.01	114.4
<b>Rata-rata :</b>						<b>476.01</b>	<b>652.28</b>	<b>6.06</b>	<b>107.6</b>

Medan, 04-10-2025

M. Fatih Abdillah

Ass. Lab. Material Test PTKI Medan