

**ANALISA PENGARUH PANAS LAS SMAW TERHADAP  
SIFAT MEKANIK DAN MIKROSTRUKTUR  
SAMBUNGAN BAJA KARBON RENDAH  
DENGAN BAJA KARBON SEDANG**

**SKRIPSI**

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



**Oleh:**

**RAHMADI ANUGRAH  
NPM : 71240911034**

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

## **TUGAS SKRIPSI**

### **ANALISA PENGARUH MASUKAN PANAS LAS SMAW TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN MIKROSTRUKTUR SAMBUNGAN BAJA KARBON RENDAH DENGAN BAJA KARBON SEDANG**

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

**Oleh  
Rahmadi Anugrah  
NPM : 71240911034**

**disetujui oleh :**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

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

**(M Rafiq Yanhar, ST. MT)  
NIDN : 0015127004**

**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**

## **TUGAS SKRIPSI**

### **ANALISA PENGARUH MASUKAN PANAS LAS SMAW TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN MIKROSTRUKTUR SAMBUNGAN BAJA KARBON RENDAH DENGAN BAJA KARBON SEDANG**

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

**Oleh  
Rahmadi Anugrah  
NPM : 71240911034**

**disetujui oleh :**

**Dosen Pembanding I**

**Dosen Pembanding II**

**Dosen Pembanding III**

**(Ir H Abdul Haris Nasution, MT)(Ir Suhardi Napid, MT)(Khairul Suhada, ST. MT)  
NIDN : 0119126401      NIDN : 0119126401      NIDN : 0110098002**

**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 : RAHMADI ANUGRAH

NIM : 71240911034

Prodi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Masukan Panas Las SMAW Terhadap Sifat Mekanik Dan Mikrostruktur Sambungan Baja Karbon Rendah Dengan Baja Karbon Sedang.

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

Rahmadi Anugrah  
NPM : 71240911034

## 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> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	xi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Batasan masalah .....	4
1.4 Rumusan Masalah.....	6
1.5 Tujuan Penelitian .....	6
1.6 Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	9
2.1. Pengelasan .....	9
2.1.1. Klasifikasi cara-cara Pengelasan dan Pemotongan .....	9
2.1.2. SMAW ( <i>Shielded Metal Arc Welding</i> ).....	11
2.1.3. Proses Terjadinya las Listrik SMAW .....	12
2.1.4. Peralatan Las SMAW .....	13
2.1.5. Posisi pada Pengelasan .....	14
2.1.6. Daerah Pengelasan.....	15
2.1.7. Retak Dalam Pengelasan .....	16
2.1.8. Jenin-jenis Retak Las.....	18
2.1.9. Jenis Sambungan Las.....	22
2.1.10. Jenis Elektoda .....	25
2.1.11. Elektroda Berselaput.....	26

2.1.12. Klasifikasi Elektroda .....	26
2.2. Baja .....	27
2.2.1. Baja Paduan.....	28
2.3. Sifat Mekanik .....	30
2.4. Uji Tarik .....	32
2.4.1. Analisa Patahan Hasil Uji Tarik.....	34
2.5. Uji Mikrostruktur (Metallographic Test) .....	34
2.6. Uji Kekerasan .....	35
2.7. Kajian Penelitian Terdahulu .....	36
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>39</b>
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	39
3.2. Metode Bahan dan Alat .....	40
3.2.1. Bahan.....	40
3.2.2. Alat.....	40
3.3. Metode Pelaksanaan Pengujian .....	43
3.3.1. Spesimen Uji Tarik .....	43
3.3.2. Proses Pengelasan .....	44
3.3.3. Proses Pengujian Uji Tarik .....	44
3.3.4. Proses Pengujian Uji Kekerasan .....	45
3.4. Variabel Yang di Amati .....	46
3.5. Diagram Alir Penelitian .....	48
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>49</b>
4.1 Data Hasil.....	49
4.2 Analisa Data dan Pembahasan .....	50
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>59</b>
5.1 Kesimpulan .....	59
5.2 Saran.....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>60</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>62</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Cara Pengelasan .....	10
Gambar 2.2 Klasifikasi Cara Pemotongan .....	11
Gambar 2.3 Gambar Pencairan Elektroda Stik .....	12
Gambar 2.4 Las Listrik .....	13
Gambar 2.5 Pengelasan IG.....	14
Gambar 2.6 Posisi 2G .....	14
Gambar 2.7 Posisi 3G .....	15
Gambar 2.8 Posisi 4G .....	15
Gambar 2.9 Siklus Termal Dalam Las Busur Tangan .....	16
Gambar 2.10 Retak Dingin .....	17
Gambar 2.11 Retak Panas .....	18
Gambar 2.12 Pengaruh Udara Terhadap Kadar Hidrogen Difusi Dalam .....	19
Gambar 2.13 Retak Lamel .....	20
Gambar 2.14 Jenis-jenis Kampuh .....	23
Gambar 2.15 Sambungan Fillet Join.....	23
Gambar 2.16 Sambungan Corner Joint.....	24
Gambar 2.17 Penambahan Bahan pada Sambungan.....	24
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 rendah dan baja karbon tinggi.....	40
Gambar 3.2 Mesin Las SMAW.....	41
Gambar 3.3 Elektroda Las.....	41
Gambar 3.4 Mesin Milling .....	41
Gambar 3.5 Alat Uji Tarik .....	42
Gambar 3.6 Jangka Sorong (Varnier Caliper).....	42
Gambar 3.7 Mesin Grinda.....	42
Gambar 3.8 Mesin Uji Kekerasan .....	43

Gambar 3.9 Spesimen Uji Tarik ASTM E-8M .....	43
Gambar 3.10 Spesimen dan Proses Pengelasan .....	44
Gambar 3.11 Spesimen hasil Uji Tarik dan Proses Uji Tarik.....	45
Gambar 3.12 Spesimen dan Proses Uji Kekerasan .....	46
Gambar 3.13 Struktur mikro .....	46
Gambar 3.14 Diagram Alir Proses Penelitian .....	48

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Unsur Kandungan SS 304 .....	30
Tabel 2.2 Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah .....	30
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	39
Tabel 3.2 Format data hasil uji tarik dan uji kekerasan .....	47
Tabel 4.1 Data Pengujian Kuat Tarik .....	49
Tabel 4.2 Data Pengujian Kekerasan.....	49
Tabel 4.3 Data Hasil Perhitungan Tegangan & Regangan .....	55

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Tegangan Kekuatan Luluh.....	56
Grafik 4.2 Tegangan Kekuatan Tarik.....	57
Grafik 4.2 Nilai Kekerasan Rata-rata.....	58

## DAFTAR PUSTAKA

1. Wiryosumarto, H., & Okumura, T. (2008). *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
2. Sugiarto, 2012. *Analisis Cacat Las Hasil Kombinasi Filler Rod dan Elektroda Pada Sambungan Pipa Menggunakan Pengelasan Kombinasi GTAW dan SMAW*
3. Surdia, T., & Saito, S. (1999). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.
4. 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.
5. Hamid, A. (2016). Analisa pengaruh arus pengelasan SMAW pada material baja karbon rendah terhadap kekuatan material hasil sambungan. *Jurnal Teknologi Elektro*, 7(1), 142425.
6. 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).
7. 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.
8. 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.
9. Kou, S. (2003). *Welding Metallurgy*. John Wiley & Sons.
10. Krauss, G. (2015). *Steels: Processing, Structure, and Performance*. ASM International.
11. Masubuchi, K. (2014). *Analysis of Welded Structures: Residual Stresses, Distortion, and Their Consequences*. Elsevier.
12. Suryanto, H. (2017). *Ilmu Bahan Teknik*. Penerbit Andi.

13. Sutanto, A. (2019). *Pengantar Teknologi Pengelasan*. Graha Ilmu
14. APEM Journal (2014). *Effect of welding variables on mechanical properties of low carbon steel*.
15. Studi Indonesia (2023). *Analisis pengaruh kuat arus pada mikrostruktur, kekerasan, tarik (E7016/E7018) untuk baja karbon rendah*. Ringkasan literatur & sitasi local.
16. **Lippold, J. C. (2015)**. *Welding Metallurgy and Weldability*. John Wiley & Sons.
17. **Kou, S. (2003)**. *Transport Phenomena and Materials Processing*. John Wiley & Sons.
18. Putatunda, S. K. (2001). *Influence of microstructure on fracture toughness of heat affected zone of a high strength steel*. *Journal of Materials Engineering and Performance*.
19. Muthanna, F. T., & Abdulrahman, S. A. (2018). Effect of Welding Current on the Mechanical Properties and Microstructure of AISI 1045 Steel Welded by SMAW Process. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(8), 2129-2134.
20. Raghuvir, Singh, M., & Rajput, S. K. (2021). Mechanical and Microstructural Characterization of Dissimilar Welded Joints of Low Carbon Steel and High Carbon Steel. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 30(4), 2871–2880.
21. Aloraier, A. S., Alawadhi, M. Y., & Almazrouee, A. I. (2020). Microstructure and Hardness of Heat-Affected Zone in Multiple-Layer Welding of Carbon Steel. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, 188, 104218.

Komparasi E6013 vs E7018 pada baja karbon rendah. *Experimentation and comparative study...* (laporan komparatif elektroda).

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

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

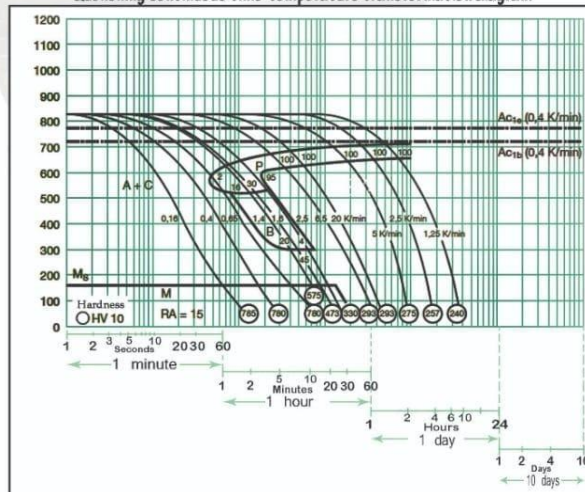
**Applications**

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.

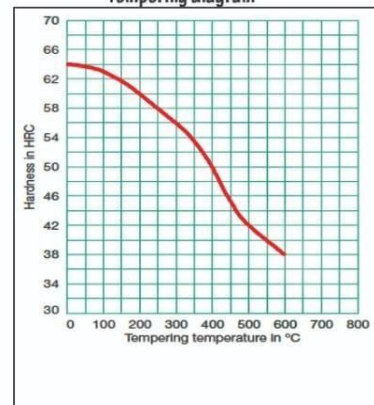
**Physical properties**

<b>Coefficient of thermal expansion at °C</b>	<b>10<sup>-6</sup> m/(m . K)</b>						
	20 - 100	20 - 200	20 - 300	20 - 400	20 - 500	20 - 600	20 - 700
	12.2	13.2	13.8	14.3	14.7	15.0	15.3
<b>Thermal conductivity at °C</b>	<b>W/(m . K)</b>						
	20			350			700
	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

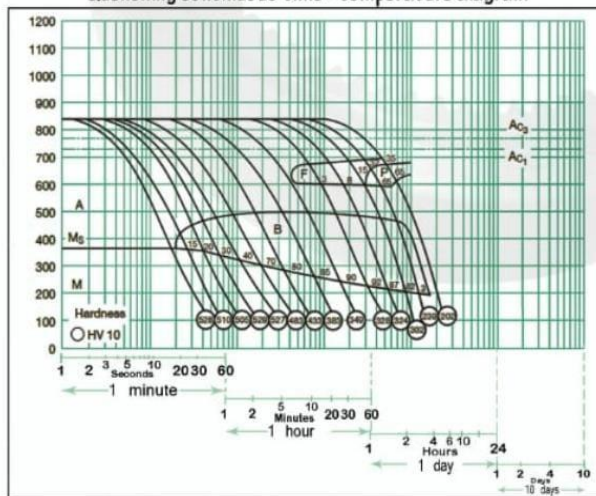
Heat treatment	Soft Annealing °C	Stress-relief Annealing °C	Normalising °C	Hardening °C in oil	Tempering °C
	680 - 720	600 - 650	850 - 880	830 - 860	300 - 550
Duration	3 - 4 hour	2 - 3 hour	3 - 4 hour	3 - 5 hour	min. 2 hour

**Applications**

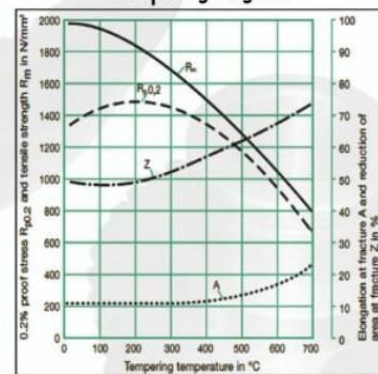
High Grade Engineering Alloy Steel supplied in Hardened and Tempered Condition with Hardness approximately 330 HB, and High Tensile Strength. Therefore, No Further Heat Treatment service are required. It is suitable for Engineering Components, driving shafts, eccentric shafts, cams, camshafts, leadscrews, 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 $R_p 0.2$	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



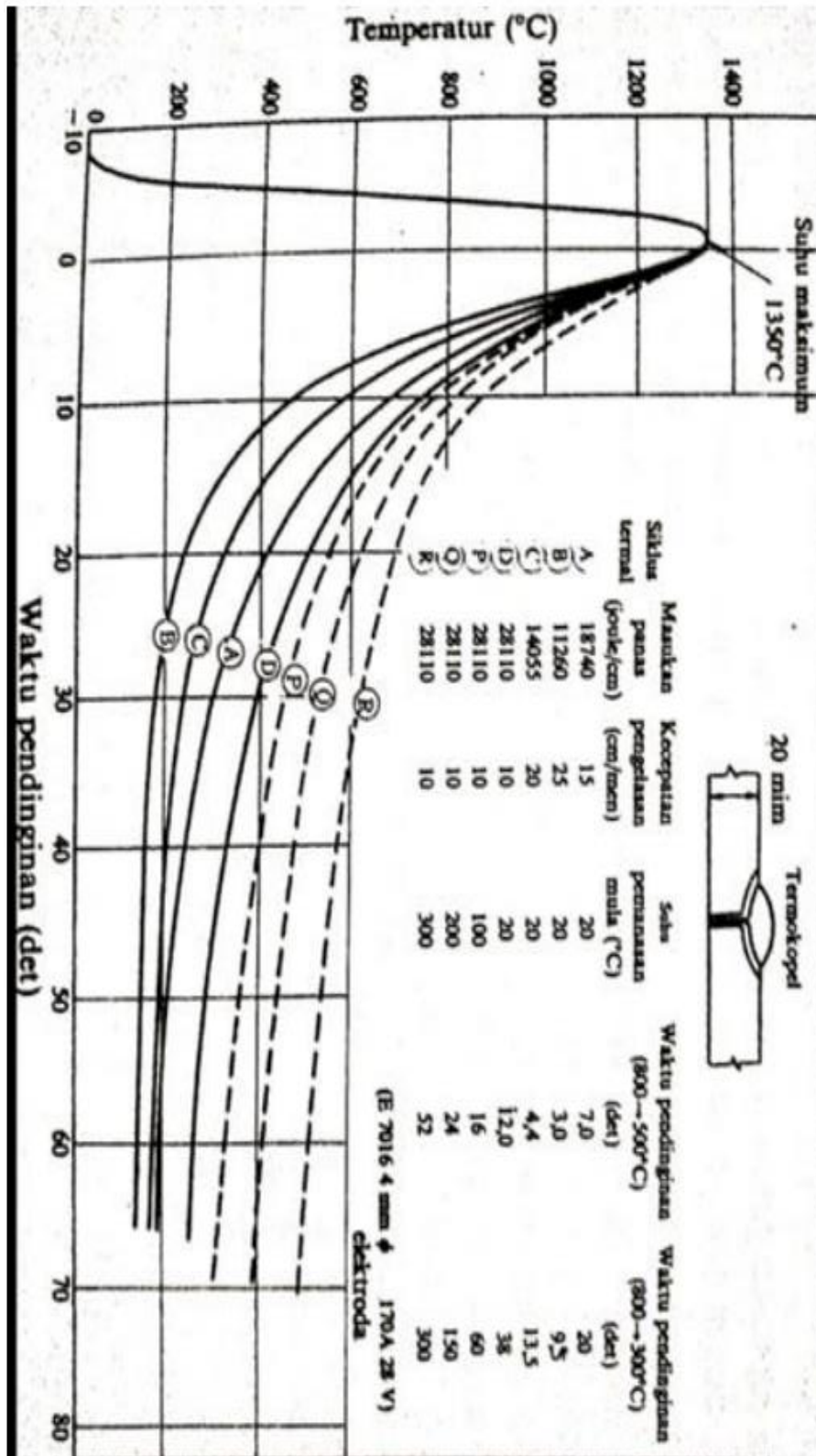
Tempering diagram



## 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					
<b>Application</b> : Transmissions parts, pins, fasteners of medium strength also for hand and cutting tools etc.								
<b>Mechanical properties :</b>								
		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
● ISO V notch								
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 HRC			
		800 - 830		water	55			
		Tempering °C		530 670				

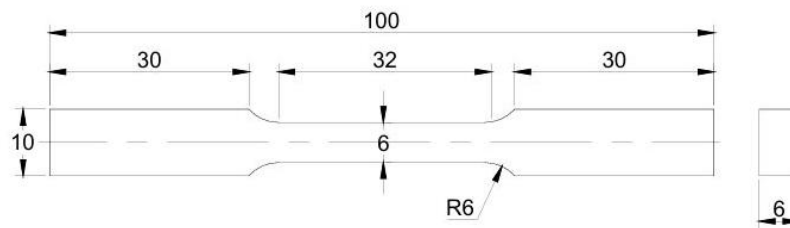
Lampiran-4



## Lampiran. 5

## DATA PENGUJIAN KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN

NAMA : Rahmadi Anugrah  
 NPM : 71240911034  
 JUDUL : Analisa Pengaruh Masukan Panas Las SMAW Terhadap Sifat Mekanik dan Mikrostruktur Sambungan Baja Karbon Rendah dengan Baja Karbon Sedang  
 DOSEN PEMBIMBING : - Ahmad Bakhori, ST, MT  
 - M. Rafiq Yanhar, ST, MT



## 1. Data Pengujian Kuat Tarik

No.	Spesimen	Jenis Kampuh	Arus (A)	Media Pendingin	L <sub>0</sub> (mm)	L <sub>1</sub> (mm)	A <sub>0</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>1</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>s</sub> (kgf)	F <sub>Max</sub> (kgf)
1.	Rendah - Sedang	Double Vee Groove	60	Udara	100	101.7	36	26,52	100	584
2.			80		100	101.2	36	28,62	90	1130
3.			100		100	100.8	36	30,8	110	875

## 2. Data Pengujian Kekerasan

No.	Spesimen	Jenis Kampuh	Arus (A)	Media Pendingin	Hasil Uji Kekerasan (HRC)			
					A	B	C	Rata-rata
1.	Rendah - Sedang	Double Vee Groove	60	Udara	95	92	94,7	93,9
2.			80		86	73,4	95,2	84,8
3.			100		93,4	91,7	70,8	85,3

Medan, 04-10-2025

M. Fatih Abdillah  
Ass. Lab. Material Test PTKI Medan