

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

SKRIPSI

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



Oleh:

**AGUNG PRAWIRA
NPM : 71240911035**

**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 TINGGI**

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

Oleh

**Agung Prawira
NPM : 71240911035**

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**

TUGAS SKRIPSI

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

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

Oleh

**Agung Prawira
NPM : 71240911035**

disetujui oleh :

Dosen Pembanding I

Dosen Pembanding II

Dosen Pembanding III

**Ir H Abdul Haris Nasution, MT
NIDN : 0119126401**

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

**Khairul Suhada, ST, MT
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 : AGUNG PRAWIRA

NIM : 71240911035

Prodi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Masukan Panas Las Smaw Terhadap Sifat Mekanik Dan Mikrostruktur Sambungan Baja Karbon Rendah Dengan Baja Karbon Tinggi

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

AGUNG PRAWIRA
NPM : 71240911035

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBARAN KEASLIAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	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
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Landasan Teori.....	8
2.1.1 Klasifikasi Cara-cara Pengelasan dan Pemotongan	8
2.1.2 SMAW (<i>Shielded Metal Arc Welding</i>)	10
2.1.3 Proses Terjadinya Las Listrik SMAW	11
2.1.4 Peralatan Las SMAW	12
2.1.5 Posisi Pada Pengelasan.....	13
2.1.6 Daerah Pengelasan	14
2.1.7 Retak Dalam Pengelasan.....	15
2.1.8 Jenis-jenis Retak Las.....	16
2.1.9 Jenis Sambungan Las	20
2.1.10 Jenis Elektroda	22
2.1.11 Elektroda Berselaput	23
2.1.12 Klasifikasi Elektroda	24

2.2 Baja.....	25
2.2.1. Baja Paduan.....	26
2.3 Sifat Mekanik	28
2.4 Uji Tarik (<i>Tensile Test</i>)	29
2.4.1. Analisa Patahan Hasil Uji Tarik	31
2.5 Uji Mikrostruktur (<i>Metallographic Test</i>)	32
2.6 Uji Kekerasan.....	33
2.7 Kajian Penelitian Terdahulu.....	34
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	37
3.2 Metode Bahan dan Alat.....	37
3.2.1. Bahan.....	38
3.2.2. Alat.....	38
3.3 Metode Pelaksanaan Pengujian	41
3.3.1. Spesimen Uji Tarik.....	41
3.3.2. Proses Pengelasan	42
3.3.3. Proses Pengujian Tarik.....	42
3.3.4. Proses Pengujian Uji Kekerasan	43
3.4 Variabel Yang di Amati	44
3.5 Diagram Alir Penelitian	46
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Data Hasil	47
4.2 Analisa Data dan Pembahasan.....	48
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Cara Pengelasan	9
Gambar 2.2 Klasifikasi Cara Pemotongan	10
Gambar 2.3 Gambar Pencairan Elektroda Stik	10
Gambar 2.4 Las Listrik	12
Gambar 2.5 Pengelasan IG.....	13
Gambar 2.6 Posisi 2G	13
Gambar 2.7 Posisi 3G	13
Gambar 2.8 Posisi 4G	14
Gambar 2.9 Siklus Termal Dalam Las Busur Tangan	15
Gambar 2.10 Retak Dingin	16
Gambar 2.11 Retak Panas	16
Gambar 2.12 Pengaruh Udara Terhadap Kadar Hidrogen Difusi Dalam	18
Gambar 2.13 Retak Lamel	19
Gambar 2.14 Jenis-jenis Kampuh	21
Gambar 2.15 Sambungan Fillet Join.....	22
Gambar 2.16 Sambungan Corner Joint.....	22
Gambar 2.17 Batang Uji Tarik.....	30
Gambar 2.18 Kurva Tegangan-regangan.....	31
Gambar 2.19 Sifat Base Metal Dari Patahan	31
Gambar 2.20 Mikrostruktur Baja Karbon	33
Gambar 3.1 Baja Karbon rendah dan baja karbon tinggi.....	38
Gambar 3.2 Mesin Las SMAW.....	38
Gambar 3.3 Elektroda Las.....	39
Gambar 3.4 Mesin Milling.....	39
Gambar 3.5 Alat Uji Tarik	40
Gambar 3.6 Jangka Sorong (Varnier Caliper).....	40
Gambar 3.7 Mesin Grinda.....	40
Gambar 3.8 Mesin Uji Kekerasan.....	41
Gambar 3.9 Spesimen Uji Tarik ASTM E-8M	41
Gambar 3.10 Spesimen dan Proses Pengelasan	42

Gambar 3.11 Spesimen hasil Uji Tarik dan Proses Uji Tarik.....	43
Gambar 3.12 Spesimen dan Proses Uji Kekerasan.....	44
Gambar 3.13 Struktur mikro	44
Gambar 3.14 Diagram Alir Proses Penelitian.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Unsur Kandungan SS 304	32
Tabel 2.2 Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah	32
Tabel 3.1 Jadwal Peneilitan.....	37
Tabel 3.2 Format data Pengujian Kuat Tarik	45
Tabel 3.3 Format data Pengujian Kekerasan	45
Tabel 4.1 Data Pengujian Kuat Tarik	47
Tabel 4.2 Data Pengujian Kekerasan	47
Tabel 4.3 Hasil Analisis Data Pengujian Kuat Tarik	53

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Kekuatan luluh sebagai fungsi terhadap arus las.....	53
Grafik 4.2 Kekuatan tarik sebagai fungsi terhadap arus las.....	54
Grafik 4.3 Kekerasan sebagai fungsi terhadap arus las.....	55

DAFTAR PUSTAKA

1. Wiryosumarto, H., & Okumura, T. (2008). *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
2. Surdia, T., & Saito, S. (1999). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.
3. 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.
4. Hamid, A. (2016). Analisa pengaruh arus pengelasan SMAW pada material baja karbon rendah terhadap kekuatan material hasil sambungan. *Jurnal Teknologi Elektro*, 7(1), 142425.
5. 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).
6. 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.
7. 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.
8. Kou, S. (2003). *Welding Metallurgy*. John Wiley & Sons.
9. Krauss, G. (2015). *Steels: Processing, Structure, and Performance*. ASM International.
10. Masubuchi, K. (2014). *Analysis of Welded Structures: Residual Stresses, Distortion, and Their Consequences*. Elsevier.
11. Suryanto, H. (2017). *Ilmu Bahan Teknik*. Penerbit Andi.
12. Sutanto, A. (2019). *Pengantar Teknologi Pengelasan*. Graha Ilmu
13. APEM Journal (2014). *Effect of welding variables on mechanical properties of low carbon steel*.

14. Studi Indonesia (2023). *Analisis pengaruh kuat arus pada mikrostruktur, kekerasan, tarik (E7016/E7018) untuk baja karbon rendah*. Ringkasan literatur & sitasi local.
15. Komparasi E6013 vs E7018 pada baja karbon rendah. *Experimentation and comparative study...* (laporan komparatif elektroda).
16. Sugiarto, 2012. *Analisis Cacat Las Hasil Kombinasi Filler Rod dan Elektroda Pada Sambungan Pipa Menggunakan Pengelasan Kombinasi GTAW dan SMAW*
17. Lippold, J. C. (2015). *Welding Metallurgy and Weldability*. John Wiley & Sons.
18. Kou, S. (2003). *Transport Phenomena and Materials Processing*. John Wiley & Sons
19. 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.
20. 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.
21. 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*.
22. 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.

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

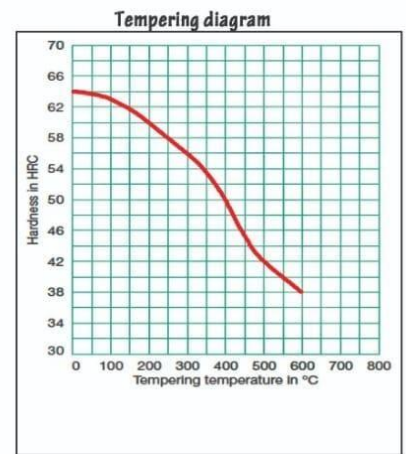
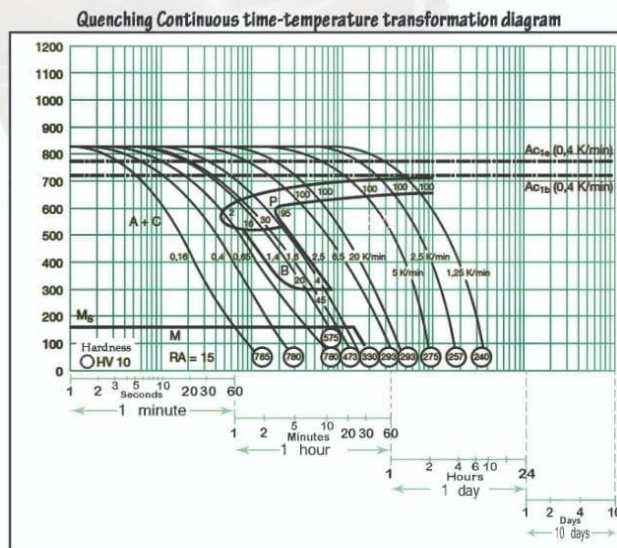
Heat treatment	soft annealing °C	Duration	cooling	Hardness HB
	680 - 720	3 - 4 hour	furnace	max.220
	stress-relief annealing °C		cooling	
	approx. 650	max. 3 hour	furnace	
	Hardening °C		quenching	hardness after quenching HRC
	790 - 820	3 - 4 hour	oil, or salt bath 180-220°C	63
	Tempering °C	min. 2 hour	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	10 ⁻⁶ m/(m . K)						
	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
Thermal conductivity at °C	W/(m . K)						
	20			350			700
	33.0			32.0			31.3



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

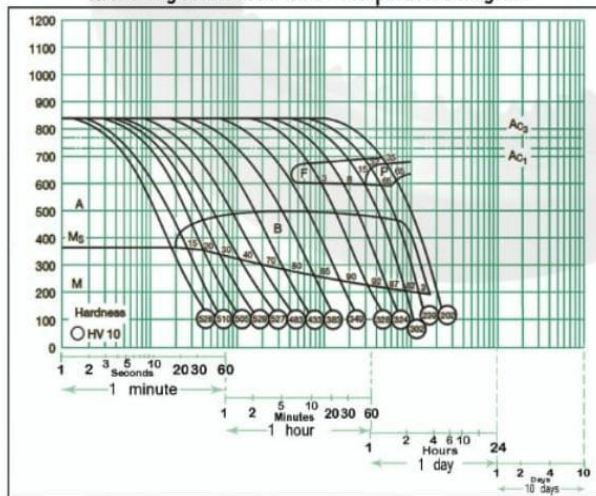
Heat treatment	Soft Annealing °C	Stress-relief Annealing °C	Normalising °C	Hardening °C in oil	Tempering °C
	680 - 720	600 - 650	850 - 880	830 - 860	300 - 550
Duration	3 - 4 hour	2 - 3 hour	3 - 4 hour	3 - 5 hour	min. 2 hour

Applications

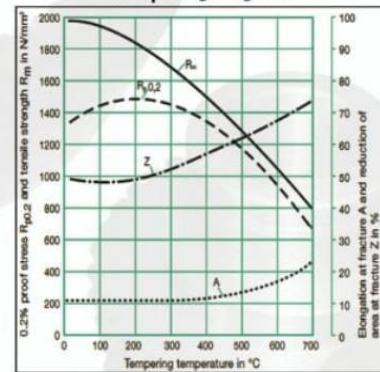
High Grade Engineering Alloy Steel supplied in Hardened and Tempered Condition with Hardness approximately 330 HB, and High Tensile Strength. Therefore, No Further Heat Treatment service are required. It is suitable for Engineering Components, driving shafts, eccentric shafts, cams, camshafts, leadscrews, 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 $R_{p0.2}$	Tensile strength R_m	Elongation A_5 ($L_0 = 5 d_0$)	Reduction of area Z	Impact Energy K_u
	mm	N/mm ² min.	N/mm ²	% 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



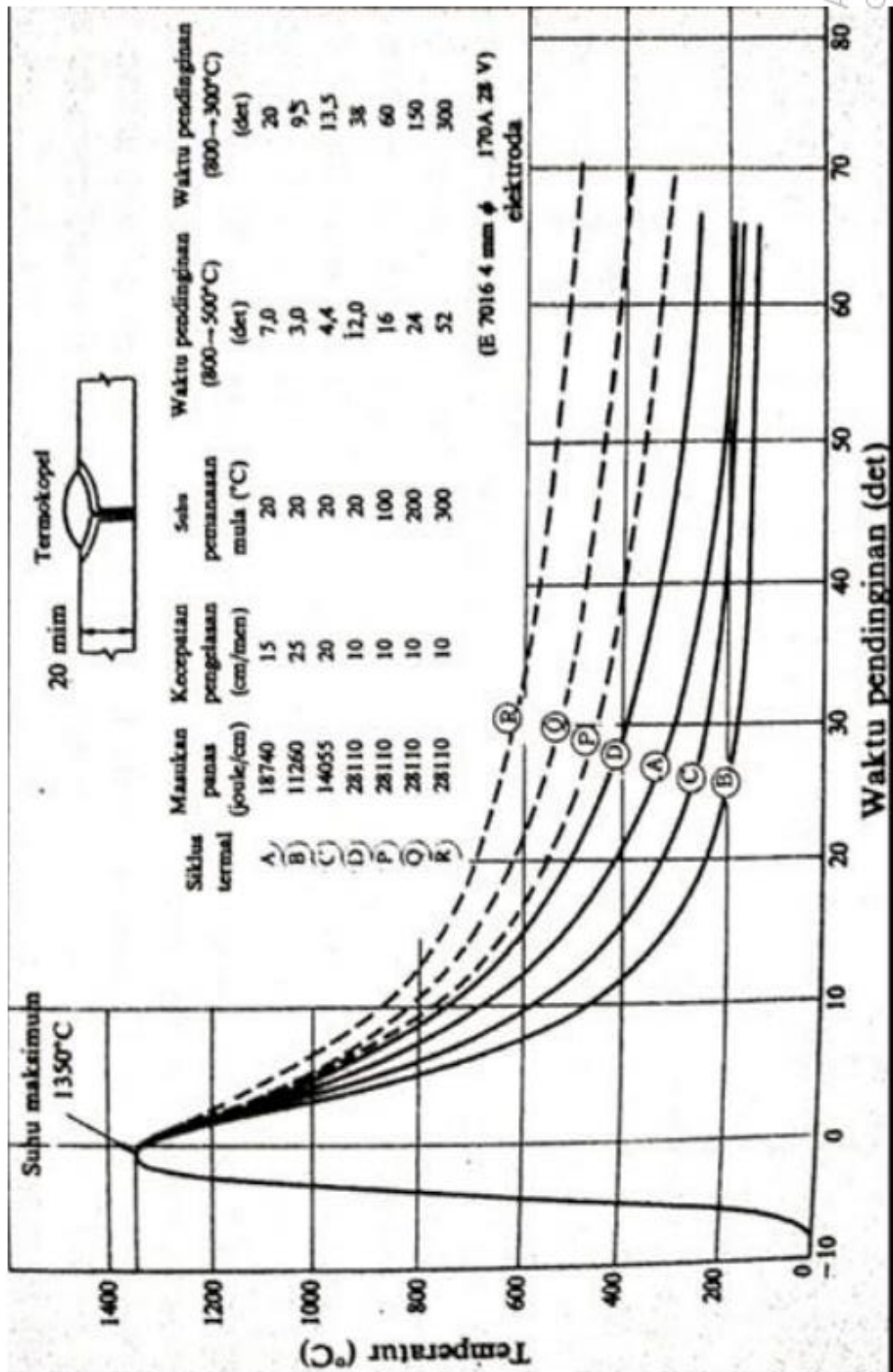
Tempering diagram



Lampiran. 3

AISI - 1045								
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>Application : Transmissions parts, pins, fasteners of medium strength also for hand and cutting tools etc.</p>								
<p>Mechanical properties :</p>								
		Heat treatment condition	Diameter	Yield point	Tensile strength	Elongation L ₀ 5 d ₀	Reduction of area	Notch Impact value
Heat treatment condition	Hardness HB 30		mm	N/mm ² min.	N/mm ²	% min.	% min.	J ^o 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 HRC			
		800 - 830		water	55			
		Tempering °C		530 670				

Lampiran. 4



Lampiran. 5

DATA PENGUJIAN KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN

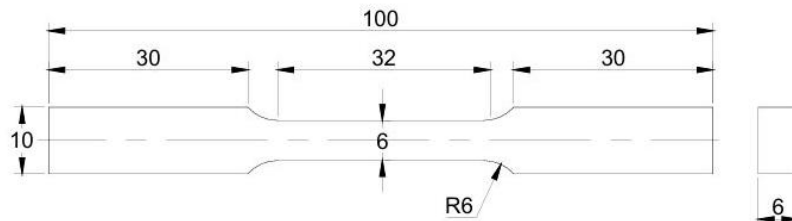
NAMA : Agung Prawira

NPM : 71240911035

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

DOSEN PEMBIMBING : - Ahmad Bakhori, ST, MT

- Ir. Suhardi Napid, MT



1. Data Pengujian Kuat Tarik

No.	Spesimen	Jenis Kampuh	Arus (A)	Media Pendingin	L ₀ (mm)	L ₁ (mm)	b (mm)	d (mm)	F _s (kgf)	F _{Max} (kgf)
1.	Rendah-Tinggi	Double Vee Groove	60	Udara	100	100,7	6	6	120	890
2.			80		100	100,4	6	6	90	1235
3.			100		100	100,2	6	6	105	835

2. Data Pengujian Kekerasan

No.	Spesimen	Jenis Kampuh	Arus (A)	Media Pendingin	Hasil Uji Kekerasan (HRC)			
					A	B	C	Rata-rata
1.	Rendah-Tinggi	Double Vee Groove	60	Udara	48	52,3	69	56,4
2.			80		75,4	76	70,3	73,9
3.			100		80,9	85,1	82,8	82,9

Medan, 04-10-2025

M. Fatih Abdillah

Ass. Lab. Material Test PTKI Medan