

**ANALISA PENGARUH MEDIA PENDINGIN PASCA LAS
SMAW TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN
MIKROSTRUKTUR PADA SAMBUNGAN
BAJA KARBON RENDAH**

SKRIPSI

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



Oleh:

**MOHD QORY FITRA AULYA
NPM : 71240911036**

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

TUGAS SKRIPSI

ANALISA PENGARUH MEDIA PENDINGIN PASCA LAS SMAW TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN MIKROSTRUKTUR PADA SAMBUNGAN BAJA KARBON RENDAH

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

**Oleh
Mohd Qory Fitra Aulya
NPM : 71240911036**

disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

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

**(Ir H Abdul Haris Nasution, 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 MEDIA PENDINGIN PASCA LAS SMAW TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN MIKROSTRUKTUR PADA SAMBUNGAN BAJA KARBON RENDAH

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

**Oleh
Mohd Qory Fitra Aulya
NPM : 71240911036**

disetujui oleh :

Dosen Pembanding I

Dosen Pembanding II

Dosen Pembanding III

**(Ir Suhardi Napid, MT) (M. Rafiq Yanhar, ST, MT) (Khairul Suhada, ST, MT)
NIDN : 0119126401 NIDN : 0015127004 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 : MOHD QORY FITRA AULYA

NIM : 71240911036

Prodi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Media Pendingin Pasca Las Smaw Terhadap Sifat Mekanik Dan Mikrostruktur Pada Sambungan 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

Mohd Qory Fitra Aulya

NPM : 71240911036

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBARAN KEASLIAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Rumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian	6
1.6 Manfaat Penelitian	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Kajian Penelitian Terdahulu	8
2.2 Landasan Teori	12
2.2.1 SMAW (<i>Shielded Metal Arc Welding</i>).....	13
2.2.2 Proses Terjadinya Las Listrik SMAW	13
2.2.3 Peralatan Las SMAW	14
2.2.4 Posisi pada Pengelasan	16
2.2.5 Derah Pengelasan	17
2.2.6 Retak dalam Pengelasan	18
2.2.7 Penyebab Retak Las.....	19
2.2.8 Jenis Sambungan Las.....	23
2.2.9 Jenis Elektroda.....	26
2.2.10 Elektroda Berselaput	27

2.2.11 Klasifikasi Elektroda	28
2.3 Baja	28
2.3.1. Baja Paduan	29
2.4 Sifat Mekanik.....	32
2.5 Uji Tarik.....	33
2.5.1 Analisa Patahan Hasil Uji Tarik	34
2.6 Uji Kekerasan	35
2.7 Uji Mikrostruktur (<i>Metallographic Test</i>).....	36
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	38
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	38
3.2 Metode Bahan dan Alat	38
3.2.1 Bahan	39
3.2.2 Alat	39
3.3 Metode Pelaksanaan Pengujian	42
3.3.1 Spesimen Uji Tarik	42
3.3.2 Proses Pengelasan	42
3.3.3 Proses Pengujian Uji Tarik	43
3.3.4 Proses Pengujian Uji Kekerasan.....	43
3.4 Variabel Yang di Amati	45
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	47
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Data Hasil.....	48
4.2 Analisa Data dan Pembahasan	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Pencairan Elektroda Stik	13
Gambar 2.2 Las Listrik	15
Gambar 2.3 Pengelasan IG.....	16
Gambar 2.4 Posisi 2G	16
Gambar 2.5 Posisi 3G	16
Gambar 2.6 Posisi 4G	17
Gambar 2.7 Siklus Termal Dalam Las Busur Tangan	18
Gambar 2.8 Retak Dingin	19
Gambar 2.9 Retak Panas	19
Gambar 2.10 Pengaruh Udara Terhadap Kadar Hidrogen Difusi Dalam	21
Gambar 2.11 Retak Lamel	23
Gambar 2.12 Jenis-jenis Kampuh	24
Gambar 2.13 Sambungan Fillet Join.....	25
Gambar 2.14 Sambungan Corner Joint	25
Gambar 2.15 Penambahan Bahan pada Sambungan.....	26
Gambar 2.16 Sifat Base Metal dari Patahan	34
Gambar 2.17 Skematis Mikrostruktur.....	37
Gambar 3.1 Baja Karbon rendah.....	39
Gambar 3.2 Mesin Las SMAW.....	39
Gambar 3.3 Elektroda Las.....	40
Gambar 3.4 Mesin Milling.....	40
Gambar 3.5 Alat Uji Tarik	41
Gambar 3.6 Jangka Sorong (Varnier Caliper).....	41
Gambar 3.7 Mesin Grinda.....	41
Gambar 3.8 Spesimen Uji Tarik ASTM E-8M	42
Gambar 3.9 Spesimen dan Proses Pengelasan	43
Gambar 3.10 Spesimen hasil Uji Tarik dan Proses Uji Tarik.....	43
Gambar 3.11 Spesimen dan Proses Uji Kekerasan	45

Gambar 3.12 Struktur mikro berupa ferit-perlit dengan cacat	45
Gambar 3.13 Diagram Alir Proses Penelitian	47
Gambar 4.1 Grafik Tegangan Kekuatan Luluh	55
Gambar 4.2 Grafik Tegangan Kekuatan Tarik	56
Gambar 4.3 Grafik Nilai Kekerasan Rata-rata	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Unsur Kandungan SS 304	31
Tabel 2.2 Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah.....	32
Tabel 3.1 Format data hasil uji tarik dan uji kekerasan	46
Tabel 4.1 Data Pengujian Kuat Tarik	48
Tabel 4.2 Data Pengujian Kekerasan.....	48
Tabel 4.3 Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan	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. Hasanah, N. (2022). *The effect of cooling media on mechanical properties of welded ST37 steel (SMAW)*. *AIP Conference Proceedings: Advances in Computational and Applied Physics*.
 Penelitian eksperimental yang menganalisis pengaruh variasi media pendingin (air, oli, udara) terhadap kekuatan tarik dan kekerasan baja ST37.
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. *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 802

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

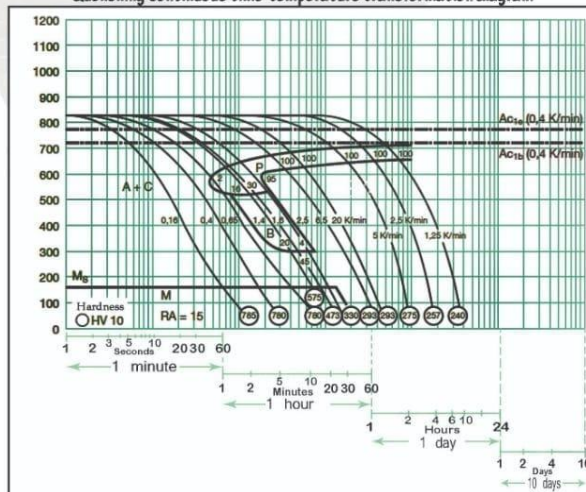
Coefficient of thermal expansion

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

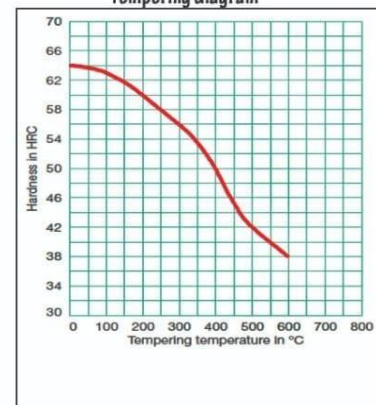
Thermal conductivity

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

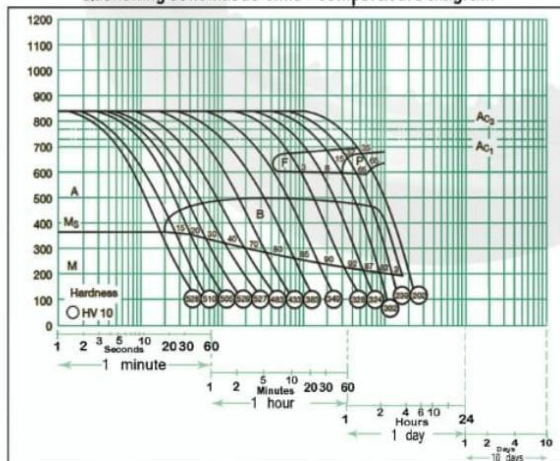
Chemical composition C 0.30 - 0.40 Si 0.15 - 0.40 Mn 0.40 - 0.70 P ≤0.035 S ≤0.035 Cr 1.30 - 1.70 Mo 0.15 - 0.30 Ni 1.30 - 1.70

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
Duration	3 - 4 hour	2 - 3 hour	3 - 4 hour	3 - 5 hour	min. 2 hour

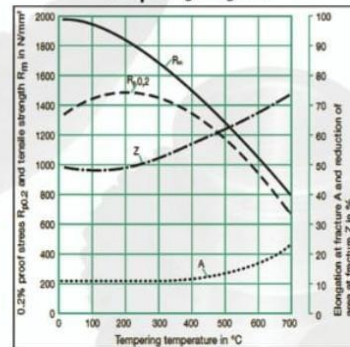
Applications High Grade Engineering Alloy Steel supplied in Hardened and Tempered Condition with Hardness approximately 330 HB, and High Tensile Strength. Therefore, No Futher Heat Treatment service are required. It is suitable for Engineering Components, driving shafts, eccentric shafts, cams, camshafts,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



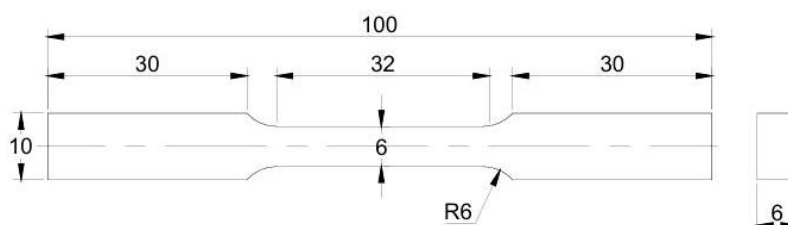
Lampiran 3

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					
Application : Transmissions parts, pins, fasteners of medium strength also for hand and cutting tools etc.								
Mechanical properties :								
		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 ⁰ 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

DATA PENGUJIAN KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN

NAMA : Mohd Qory Fitra Aulya
 NPM : 71240911036
 JUDUL : Analisa Pengaruh Media Pendingin Pasca Las SMAW Terhadap Sifat Mekanik dan Mikrostruktur Pada Sambungan Baja Karbon Rendah.
 DOSEN PEMBIMBING : - Ahmad Bakhori, ST, MT
 - Ir H Abdul Haris Nasution, MT



1. Data Pengujian Kuat Tarik

No.	Spesimen	Jenis Kampuh	Arus (A)	Media Pendingin	L0 (mm)	L1 (mm)	A ₀ (mm ²)	A ₁ (mm ²)	F _s (kgf)	F _{max} (kgf)
1.	Baja	Double	80	Udara	100	100,7	36	33,64	110	820
2.	Karbon	Vee		Oli	100	101,3	36	32,49	141	1080
3.	Rendah	Groove		Air	100	101,2	36	33,06	117	930

2. Data Pengujian Kekerasan

No.	Spesimen	Jenis Kampuh	Arus (A)	Media Pendingin	A	B	C	Rata-rata
1.	Baja	Double Vee Groove	80	Udara	70	73,5	69,8	71,1
2.	Karbon			Oli	96,7	95	105,2	98,9
3.	Rendah			Air	92,2	89,7	90	90,6

Medan, 04-10-2025

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