

**ANALISIS TEMPERATUR, *HOLDING TIME* DAN
KONSENTRASI MEDIA *QUENCHING* POLYVINYL
PYRROLIDONE K-90 TERHADAP KEKERASAN DAN
STRUKTUR MIKRO BAJA ST-41**

SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana S-1**



**EVANDY BRILLIANT PUTRA FATHIKAH
2210816310002**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
2026**

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
ANALISIS TEMPERATUR, HOLDING TIME DAN KONSENTRASI
MEDIA *QUENCHING* POLYVINYL PYRROLIDONE K-90
TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA ST-41

Oleh
Evandy Brilliant Putra Fathikah (2210816310002)

Telah dipertahankan di depan tim penguji pada 14 Juli 2026 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji :

Ketua **Dr. Ir. Rudi Siswanto, S.T., M. Eng.**
NIP.19680607201605108001

Anggota 1 **Ir. Akhmad Syarief, S.T., M.T.**
NIP.197105231999031004

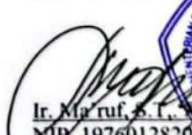
Anggota 2 **Ir. Andy Nugraha, S.T., M.T.**
NIP.198906282022031008

Pembimbing Utama **Ir. Aqli Mursadin, S.T., M.T., Ph.D.**
NIP. 197106111995121001

Banjarbaru, **20 JUL 2026**
diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Dr. Ir. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 197401071998021001

Ketua Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik ULM,

Ir. Ma'ruf, S.T., M.T.
NIP. 197601282008121002

IDENTITAS

JUDUL SKRIPSI:

Analisis Temperatur, *Holding Time*, Dan Konsentrasi Media Quencing Polyvinyl Pyrrolidone K-90 Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja ST-41

Nama Mahasiswa : Evandy Brilliant Putra Fathikah

NIM : 221081631002

KOMITE PEMBIMBING

Pembimbing : Ir. Aqli Mursadin, S.T., M.T., Ph.D., IPU..

KOMITE PENGUJI

Ketua Komite : Dr. Ir.Rudi Siswanto, S.T., M.Eng

Dosen Penguji I : Ir. Akhmad Syarief, S.T., M.T.

Dosen Penguji II : Ir. Andy Nugraha ,ST., M.T.

Waktu dan Tempat Ujian Skripsi

Seminar Proposal : 15 April 2026

Seminar Hasil : 5 Juli 2026

Sidang Akhir : 14 Juli 2026

Tempat : Ruang Rapat PSTM

SK Penguji :

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Evandy Brilliant Putra Fathikah
NIM : 2210816310002
Judul Skripsi : Analisis Suhu, Holding Time Dan Konsentrasi Media quencing Polyvinyl Pyrrolidone K-90 Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja St-41

No	Tanggal	Materi Konsultasi	TTD
1	7 Februari 2026	Konsultasi judul Skripsi	
2	14 Februari 2026	Perbaikan rumusan masalah	
3	24 Februari 2026	Penambahan materi dan jurnal	
4	3 Maret 2026	Perbaikan format dan penulisan	
5	7 Maret 2026	Perbaiki diagram alir penelitian	
6	6 April 2026	Penambahan tabel penelitian	
7	10 April	ACC 1-3	

Banjarbaru,
Dosen Pembimbing



Ir. Aqli Mursadin, S.T., M.T., Ph.D., IPU.
NIP. 97106111995121001

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Evandy Brilliant Putra Fathikah
NIM : 2210816310002
Judul Skripsi : Analisis Temperatur, Holding Time Dan Konsentrasi Media quenching Polyvinyl Pyrrolidone K-90 Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja St 41

No	Tanggal	Materi Konsultasi	TTD
1	13 Juni 2026	Konsultasi BAB 4	
2	18 Juni 2026	Konsul hasil data Penelitian	
3	20 Juni 2026	Konsul data hasil statistik	
4	27 Juni 2026	Konsul data penelitian	
5	28 Juni 2026	Perbaikan penulisan	
6	29 juni 2026	Perbaikan grafik pengujian	
7	30 Juni 2026	ACC 3-5	

Banjarbaru,
Dosen Pembimbing



Ir. Aqli Mursadin, S.T., M.T., Ph.D., IPU.
NIP. 97106111995121001

**ORISINALITAS
PENELITIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Penelitian Skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di perguruan tinggi, terkecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan Skripsi, saya bersedia skripsi dibatalkan, serta di protes sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Banjarbaru, Juni 2026
Mahasiswa

Evandy Brilliant Putra Fathikah

RIWAYAT HIDUP

Evandy Brilliant Putra Fathikah, Lahir di Surabaya, 25 April 2004, Putra Pertama dari Ayah Andik Perasetyo dan Ibu Eva Yulianti. Menyelesaikan Pendidikan di TK Indocement Tarjun (2008-2010), SDN 2 Tarjun (2010- 2016), SMP Luqman Al Hakim (2016-2019), SMA Negeri 1 Kelumpang Hilir (2019-2022). Studi di Program S-1 Teknik Mesin di Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, tahun 2022.

Banjarbaru, Juni 2026

Mahasiswa

Evandy Brilliant Putra Fathikah

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah rabbil ‘alamin, segala puji bagi Allah Subhanahu wa Ta‘ala atas segala rahmat, karunia, serta kasih sayang-Nya sehingga penulis dengan izin-Nya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Temperatur, *Holding Time*, Dan Konsentrasi Media Quenching Polyvinyl Pyrrolidone K-90 Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja ST-41” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, bantuan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak dan Ibunda tercinta, Bapak Andik Perasetyo dan Eva Yulianti, atas doa, kasih sayang, dukungan moral, motivasi, serta dukungan material yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ahmad, S.E., M.Si., selaku Rektor Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Iphan Fitriani Radam, S.T., M.T., IPU., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
4. Bapak Dr. Mahmud, S.T., M.T., selaku Wakil Dekan I Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
5. Bapak Ir. Ma’ruf, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat sekaligus Dosen Penguji I, atas arahan, bimbingan, dan masukan selama penulis menempuh studi hingga penyusunan skripsi.
6. Bapak Ir. Andy Nugraha, S.T., M.T., selaku Koordinator Skripsi Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
7. Bapak Ir. Akhmad Syarief, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik, atas bimbingan dan arahan selama penulis menempuh pendidikan S-1 ini.

8. Bapak Ir. Aqli Mursadin, S.T., M.T., Ph.D., IPU., selaku Dosen Pembimbing Skripsi, atas bimbingan, arahan, masukan, serta kesabaran dalam membimbing penulis selama penyusunan skripsi.
9. Seluruh dosen, tenaga kependidikan, dan staf Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat atas ilmu, bimbingan, dan pelayanan yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan.
10. Rekan-rekan Wasaka Robotik atas bantuan, dukungan, serta pengalaman dan pengetahuan yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan.
11. Sahabat-sahabat penulis dan anggota grub mabar, atas bantuan, dukungan, motivasi, dan kebersamaan selama proses penyusunan skripsi.
12. Terima kasih kepada ADO dan utaiite lainnya yang telah memberikan semangat dengan lagu-lagu yang di bawakan kepada penulis selama proses penyusunan Skripsi.
13. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2022 beserta seluruh kakak tingkat dan adik tingkat Program Studi S-1 Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat atas dukungan, motivasi, dan semangat yang diberikan kepada penulis.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang Teknik Mesin.

Banjarbaru, Juni 2026

Mahasiswa

Evandy Brilliant Putra Fathikah

RINGKASAN

Baja ST-41 banyak diaplikasikan sebagai komponen mesin industri, namun memiliki kekerasan awal yang relatif rendah. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh temperatur austenitisasi (750 °C, 850 °C), *holding time* (0, 60, 120 menit), dan konsentrasi media *quenching* Polyvinyl Pyrrolidone (PVP) K-90 (5%, 10%) terhadap kekerasan Vickers serta struktur mikro baja ST-41. Metode penelitian yang diterapkan adalah eksperimen faktorial $2 \times 3 \times 2$ menggunakan 36 spesimen. Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan *portable hardness tester* skala Vickers, sedangkan fasa struktur mikro diuji melalui mikroskop optik pasca-pengetsaan Nital 2%. Data dianalisis secara statistik menggunakan analisis ragam (ANOVA). Hasil menunjukkan perlakuan panas *quenching* berhasil meningkatkan kekerasan baja dibandingkan material mentah (93 HV). Kekerasan tertinggi sebesar 126 HV dicapai pada temperatur 850 °C, *holding time* 120 menit, dan konsentrasi PVP K-90 5%. Sebaliknya, kekerasan terendah sebesar 102,33 HV diperoleh pada temperatur 750 °C, *holding time* 120 menit, dan konsentrasi PVP K-90 10%. Temperatur 850 °C memicu pembentukan austenit penuh, sementara konsentrasi PVP K-90 yang lebih rendah (5%) mempercepat laju pendinginan sehingga meningkatkan kekerasan. Struktur mikro seluruh variasi didominasi fasa Ferrit dan Pearlit. ANOVA membuktikan temperatur dan konsentrasi PVP K-90 berpengaruh signifikan terhadap kekerasan, sedangkan *holding time* tidak berpengaruh signifikan ($p = 0,2715 > 0,05$).

Kata kunci: Baja ST-41, *Quenching*, PVP K-90, Temperatur Austenitisasi, *Holding Time*, Kekerasan, Struktur Mikro

SUMMARY

ST-41 steel is widely utilized for industrial machine components, yet it exhibits relatively low initial hardness. This study aims to analyze the effects of austenitizing temperature (750 °C, 850 °C), holding time (0, 60, 120 minutes), and Polyvinyl Pyrrolidone (PVP) K-90 quenching media concentration (5%, 10%) regarding overall Vickers hardness properties alongside microstructural formation in ST-41 steel. This research method employed a $2 \times 3 \times 2$ factorial experimental design with 36 specimens. Hardness was measured using a portable Vickers tester, while microstructural phases were examined via optical microscopy following 2% Nital etching. Data were statistically evaluated using Analysis of Variance (ANOVA). The results revealed that quenching effectively enhanced steel hardness compared to the raw material (93 HV). The peak hardness of 126 HV was achieved at 850 °C, a 120-minute holding time, and 5% PVP K-90. Conversely, the lowest hardness of 102.33 HV was recorded at 750 °C, 120 minutes, and 10% PVP K-90. Heating to 850 °C induced full austenitization, whereas the lower PVP K-90 concentration (5%) accelerated the cooling rate, thereby boosting hardness. Microstructures across all variations were predominantly composed of Ferrite and Pearlite phases. ANOVA confirmed that temperature and PVP K-90 concentration significantly influenced hardness, whereas holding time showed no statistically significant effect ($p = 0.2715 > 0.05$)

Keywords: *ST-41 Steel, Quenching, PVP K-90, Austenitizing Temperature, Holding Time, Hardness, Microstructure*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Analisis Temperatur, *Holding Time*, Dan Konsentrasi Media Quencing Polyvinyl Pyrrolidone K-90 Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja ST-41” dapat disusun dan diselesaikan dengan baik.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menghadapi berbagai kendala. Namun, berkat doa, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak dan Ibunda tercinta serta seluruh keluarga atas doa, kasih sayang, serta dukungan moral dan material.
2. Bapak Ir. Ma'ruf, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat sekaligus Dosen Penguji I, atas arahan dan bimbingan selama proses studi dan penyusunan skripsi.
3. Bapak Ir. Aqli Mursadin, S.T., M.T., Ph.D., IPU., selaku Dosen Pembimbing Skripsi, atas bimbingan, arahan, dan motivasi selama penyusunan skripsi.
4. Seluruh dosen, tenaga kependidikan, serta rekan-rekan mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan penelitian selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang konversi energi.

Banjarbaru, Juni 2026

Mahasiswa

Evandy Brilliant Putra Fathikah

DAFTAR PUSTAKA

SKRIPSI.....	i
IDENTITAS.....	iii
LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI.....	iv
LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI.....	v
ORISINALITAS	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	viii
RINGKASAN	x
<i>SUMMARY</i>	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR PUSTAKA	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Larutan Polimer.....	7
2.2.1 Polyvinyl Pyrrolidone (PVP)	7
2.2.2 Polyalkylene glycol (PAG)	8
2.2.3 Polyethylene Glycol (PEG).....	8
2.3 Baja	9
2.4 Baja ST 41.....	10
2.5 Perlakuan panas (<i>Heat treatment</i>).....	11
2.5.1 Diagram Fasa Fe-C	12
2.5.2 Austenite	13
2.5.3 Ferrite atau besi Alfa (α)	14
2.5.4 Pearlit	14

2.5.5	Martensite.....	14
2.5.6	Pembentukan Martensite.....	15
2.5.7	Pembentukan Ferrit dan Pearlite.....	16
2.5.8	Cementite	16
2.5.9	Bainite	16
2.5.10	Struktur Kristal Logam atau Baja	17
2.5.11	Pengaruh unsur paduan pada baja	18
2.6	Anealing	19
2.7	Hardening	20
2.8	Normalizing.....	21
2.9	Holding Time	21
2.10	Tempering	22
2.11	<i>Quenching</i>	22
2.12	Transformasi Pendinginan Kontinu	24
2.13	Kekerasan.....	25
2.14	Faktor-faktor yang mempengaruhi Kekerasan.....	26
2.15	Metode Pengujian Kekerasan.....	27
2.16	Pengujian Brinell.....	28
2.17	Pengujian Vickers	29
2.18	Pengujian Rockwell	30
2.19	Metode leeb	31
2.20	Metallography	34
2.20.1	Tahapan Preparasi Spesimen Metalografi.....	35
BAB III METODE PENELITIAN.....		37
3.1	Metode Penelitian.....	37
3.2	Waktu dan tempat	37
3.3.	Bahan yang di gunakan	38
3.4	Alat yang di gunakan.....	38
3.5	Variabel Penelitian	39
3.5.1	Tabel rancangan eksperimen	40
3.6	Diagram alir	43
3.7	Prosedur pengerjaan	44
3.8	Gambar Benda kerja.....	47
BAB IV		48

HASIL DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1 Data hasil penelitian.....	48
4.2 Nilai Kekerasan Baja ST-41.....	48
4.2.1 Diagram Batang Nilai Kekerasan.....	50
4.5 Analisis Struktur mikro	51
4.5.1 Struktur Mikro baja st 41	51
4.5.2 Struktur mikro Spesimen A2.....	52
4.5.3 Struktur mikro Spesimen A4.....	53
4.5.4 Struktur mikro Spesimen B1	54
4.5.5 Struktur mikro Spesimen B4.....	55
4.5.6 Struktur mikro Spesimen C1	57
4.5.7 Struktur mikro Spesimen C4.....	58
4.5.8 Struktur mikro Spesimen D3.....	59
4.5.9 Struktur mikro Spesimen D6.....	60
4.5.10 Struktur mikro Spesimen F1	61
4.5.11 Struktur mikro Spesimen F5	62
4.5.12 Struktur mikro Spesimen G3.....	64
4.5.13 Struktur mikro Spesimen G6.....	65
4.6 Pembahasan Analisis Statistis (ANOVA).....	66
4.6.1 Analisis ANOVA Pada Nilai Kekerasan (<i>Hardness</i>).....	66
4.7 Pembahasan.....	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran.....	74
Daftar Pustaka	75
LAMPIRAN.....	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Perlakuan Panas	12
Gambar 2.2 diagram fasa Fe-C	13
Gambar 2.3 Struktur mikro Pearlit.....	14
Gambar 2.4 Struktur martensit pada baja.....	15
Gambar 2.5 Diagram proses annealing	19
Gambar 2.6 Proses quencing.....	23
Gambar 2.7 Diagram Continuous Cooling Transformation Diagram.....	24
Gambar 2.8 Alat uji Brinell	29
Gambar 2.9 Alat uji kekerasan Vickers	30
Gambar 2.10 Alat uji Rockwell	31
Gambar 2.11 Prinsip Uji Kekerasan Leeb	31
Gambar 2.12 SNDWAY SW-6200.....	32
Gambar 4.1 Spesimen Pengujian	48
Gambar 4.2 Struktur mikro ST-41	52
Gambar 4.3 Struktur mikro Spesimen A2 setelah dilakukan Perlakuan Panas.....	53
Gambar 4.4 Struktur mikro Spesimen A4 setelah dilakukan Perlakuan Panas.....	54
Gambar 4.5 Struktur mikro Spesimen B1 setelah dilakukan Perlakuan Panas	55
Gambar 4.6 Struktur mikro Spesimen B4 setelah dilakukan Perlakuan Panas.....	56
Gambar 4.7 Struktur mikro Spesimen C1 setelah dilakukan Perlakuan Panas	57
Gambar 4.8 Struktur mikro Spesimen C4 setelah dilakukan Perlakuan Panas	58
Gambar 4.9 Struktur mikro Spesimen D3 setelah dilakukan Perlakuan Panas.....	59
Gambar 4.10 Struktur mikro Spesimen D6 setelah dilakukan Perlakuan Panas.....	60
Gambar 4.11 Struktur mikro Spesimen F1 setelah dilakukan Perlakuan Panas	61
Gambar 4.12 Struktur mikro Spesimen F5 setelah dilakukan Perlakuan Panas	63
Gambar 4.13 Struktur Mikro Spesimen G3 Setelah Dilakukan Perlakuan Panas.....	64
Gambar 4.14 Struktur mikro Spesimen G6 setelah dilakukan Perlakuan Panas.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Holding time	21
Tabel 3.1 timeline penelitian.....	38
Tabel 3.2 tabel rancangan eksperimen	40
Tabel 4.1 Data hasil pengujian kekerasan (Vickers).....	48