

SKRIPSI

**PENGARUH PROSES *QUENCHING* DAN *TEMPERING*
TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN DAN
KEAUSAN BAJA *AISI 1045* UNTUK APLIKASI KOMPONEN
*TRACK SHOE***



Intelligentia - Dignitas

AKHID SEPTOAJI

1520621019

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : PENGARUH PROSES *QUENCHING* DAN *TEMPERING* TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN DAN KEAUSAN BAJA AISI 1045 UNTUK APLIKASI KOMPONEN TRACK SHOE

Nama Penyusun : AKHID SEPTOAJI

Nomor Induk Mahasiswa : 1520621019

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dalam sidang Skripsi oleh :

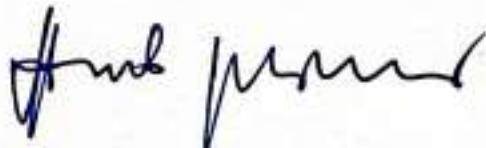
Dosen Pembimbing I,



Dr. Imam Basori, S.T., M.T.

NIP. 197906072008121003

Dosen Pembimbing II,



Dr. Eng. Agung Premono, S.T., M.T.

NIP. 197705012001121002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi S1 Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Jakarta



Dr. Ir. Ragil Sukarno, S.T., M.T.

NIP. 197911022012121001

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : PENGARUH PROSES QUENCHING DAN TEMPERING TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN DAN KEAUSAN BAJA AISI 1045 UNTUK APLIKASI KOMPONEN TRACK SHOE

Nama Penyusun : AKHID SEPTOAJI

NIM : 1520621019

Tanggal Ujian : 6 November 2025

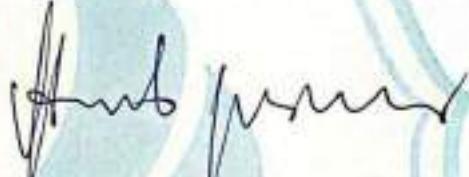
disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



Dr. Imam Basori, S.T., M.T.
NIP. 197906072008121003

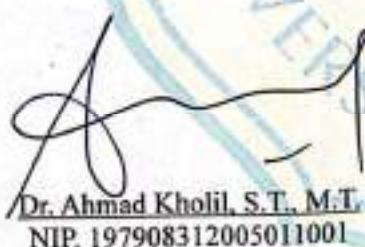
Dosen Pembimbing II



Dr. Eng. Agung Premono, S.T., M.T.
NIP. 197705012001121002

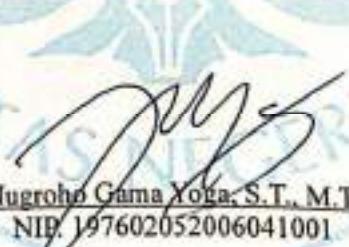
Pengesahan Panitia Ujian Skripsi :

Ketua Sidang



Dr. Ahmad Kholil, S.T., M.T.
NIP. 197908312005011001

Sekretaris Sidang



Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T.
NIP. 197602052006041001

Pengaji Ahli



Bagus Anggraini, S.Pd., M.T.
NIP. 199611092025061004

Mengetahui,

Koordinator Program Studi S1 Teknik Mesin
Fakultas Teknik

Universitas Negeri Jakarta

Dr. Ir. Ragil Sukarno, S.T., M.T., IPM
NIP. 197911022012121001



LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama Penyusun : AKHID SEPTOAJI

NIM : 1520621019

Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/Teknik Mesin

Alamat email : akhid.septoaji@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif atas karya ilmiah :

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (...)

yang berjudul : "Pengaruh Proses Quenching Dan Tempering Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan Dan Keausan Baja AISI 1045 Untuk Aplikasi Komponen Track Shoe"

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 25 November 2025

Yang membuat pernyataan,



Akhid Septoaji
NIM. 1520621019

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Judul Skripsi : PENGARUH PROSES *QUENCHING* DAN *TEMPERING* TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN DAN KEAUSAN BAJA *AISI* 1045 UNTUK APLIKASI KOMPONEN *TRACK SHOE*

Nama Penyusun : AKHID SEPTOAJI

Nomor Induk Mahasiswa : 1520621019

Tempat & Tanggal Lahir : Jakarta, 08 September 2002

Alamat : Jl. Duri Semanan RT 05/01 No 73B, Semanan, Kalideres, Jakarta Barat 11850

Dengan ini saya menyatakan Bawa :

1. Skripsi yang berjudul "Pengaruh Proses *Quenching* Dan *Tempering* Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan Dan Keausan Baja *AISI* 1045 Untuk Aplikasi Komponen *Track Shoe*"
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 01 November 2025

Yang membuat pernyataan,



NIM. 1520621019

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah Tuhan Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT Tuhan Maha Kuasa yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Diantara banyak nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Skripsi yang berjudul “**PENGARUH PROSES QUENCHING DAN TEMPERING TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN DAN KEAUSAN BAJA AISI 1045 UNTUK APLIKASI KOMPONEN TRACK SHOE**” dengan baik serta tepat pada waktunya dan juga sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang terlibat untuk membantu, membimbing, memberi petunjuk, dan dukungan dalam melaksanakan proses penyusunan Skripsi ini, oleh karena itu penulis mengucapkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada :

1. Bapak Dr. Imam Basori, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak pengetahuan, arahan, bimbingan, dan motivasi kepada penulis selama proses skripsi.
2. Bapak Dr. Eng. Agung Premono, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak pengetahuan, arahan, bimbingan, dan motivasi kepada penulis selama proses skripsi.
3. Bapak Dr. Ir. Ragil Sukarno, M.T. selaku Koordinator Program Studi dan juga seluruh Dosen Pengajar di S1 Teknik Mesin, yang telah meluangkan waktu untuk memberikan ilmu dan pengalaman yang sangat berharga kepada penulis selama masa perkuliahan sampai skripsi ini.
4. Ibu Sutini selaku Orangtua penulis yang selalu memberikan Motivasi, Semangat, Doa yang tulus, Nasihat, serta dukungan moral maupun material selama menyelesaikan masa perkuliahan sampai akhir penyusunan skripsi.
5. Seluruh Staf administrasi, dan Seluruh Laboran yang ada di Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bantuan kepada penulis selama masa perkuliahan sampai skripsi ini.

6. Muhamma Ali Husain yang telah meminjamkan semua jenis alat yang dimilikinya untuk membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini serta mengantarkan pengujian spesimen dan juga Khoirul Anam yang turut mengantarkan pengujian spesimen.
7. Hendi, Reza, Radite yang telah membersamai penulis dalam masa penyelesaian rangkaian skripsi ini
8. Teman-teman seperjuangan S1 Teknik Mesin angkatan 2021 yang telah berbagi semangat, keluh kesah, ilmu dan pengalaman, serta banyak membantu penulis selama masa perkuliahan hingga masa penyusunan skripsi.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah memberikan dukungan dalam menyelesaikan proses penulisan Skripsi ini

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dalam menambah pengetahuan dan informasi mengenai hal yang dibahas dalam skripsi ini serta dapat sedikit berkontribusi dalam perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Mesin. Penulis memohon maaf karena menyadari terdapat banyak kesalahan dan kekurangan dalam penyusunan Skripsi ini karena keterbatasan ilmu dan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Akhir kata penulis berdoa semoga Allah SWT Tuhan yang maha kuasa senantiasa melimpahkan segala hal baik yang dimiliki-Nya kepada kita semua makhluk ciptaan-Nya.

Jakarta, 8 September 2025



Aknid Septoaji

NIM. 1520621019

Intelligentia - Dignitas

**PENGARUH PROSES *QUENCHING* DAN *TEMPERING*
TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN DAN
KEAUSAN BAJA *AISI 1045* UNTUK APLIKASI KOMPONEN
*TRACK SHOE***

Akhid Septoaji

Dosen Pembimbing : Dr. Imam Basori, M.T. & Dr. Eng. Agung Premono, M.T.

ABSTRAK

Baja merupakan salah satu paduan logam yang banyak digunakan serta peran berperan penting dalam berbagai macam industri seperti otomotif, pertambangan, konstruksi, dan manufaktur karena memiliki berbagai sifat mekanik yang berguna seperti kekerasan, keausan, serta mudah dimodifikasi sesuai penggunaannya melalui proses perlakuan panas. Pada penelitian ini membahas *hardening* proses *quenching* dengan waktu tahan 30 dan 60 menit dengan media air serta di lanjutkan proses *tempering* dengan variasi waktu tahan 30 dan 60 menit dengan material baja *AISI 1045*. Hasilnya proses *quenching* menghasilkan struktur martensit dengan morfologi jarum halus dan padat. Semakin lama waktu tahan, struktur *martensit* yang terbentuk menjadi lebih homogen dan rapat. Proses *tempering* setelah *quenching* yang dilakukan menyebabkan perubahan martensit menjadi *tempered martensit*. Semakin lama waktu *tempering*, semakin banyak karbon berdifusi keluar dari *martensit* dan membentuk karbida halus. Hasil pengujian kekerasan *AISI 1045* meningkat tajam setelah proses *quenching*, dari sekitar 205 HVN menjadi 603 HVN dan 669 HVN. Setelah proses *tempering*, kekerasan pada tiap spesimen menurun hingga kisaran 536–575 HVN. Hasil pengujian keausan QH30 menurun menjadi $4,4760317 \times 10^{-7}$ mm³/mm setelah proses *quenching*, lanjut menurun pada QH30-TH30 namun meningkat setelah *tempering* pada QH30-TH60. Pada QH60 menjadi $3,7468183 \times 10^{-7}$ mm³/mm, lalu QH60-TH30 dan QH60-TH60 terus meningkat setelah semakin lama waktu *tempering*. Berdasarkan hasil pengamatan dan pengujian dapat disimpulkan bahwa perlakuan panas *quenching* dan *tempering* baja *AISI 1045* dengan variasi waktu tahan dapat memberikan pengaruh terhadap struktur mikro, nilai kekerasan, dan nilai laju keausan.

Kata kunci : Baja, Kekerasan, Keausan, *Quenching*, Struktur mikro, *Tempering*

**THE EFFECT OF QUENCHING AND TEMPERING
PROCESSES ON THE MICROSTRUCTURE, HARDNESS, AND
WEAR OF AISI 1045 STEEL FOR
TRACK SHOE COMPONENT**

Akhid Septoaji

Supervisor : Dr. Imam Basori, M.T. & Dr. Eng. Agung Premono, M.T.

ABSTRACT

Steel is one of the most widely used metal alloys and plays an important role in various industries such as automotive, mining, construction, and manufacturing due to its advantageous mechanical properties, including hardness, wear resistance, and its ability to be modified through heat treatment processes. This study examines the hardening process of quenching with waktu tahans of 30 and 60 minutes using water as the quenching medium, followed by tempering with waktu tahans of 30 and 60 minutes on AISI 1045 steel. The quenching process resulted in the formation of martensitic microstructures with fine and dense needle-like morphology. Longer waktu tahans produced a more uniform and refined martensit structure. Subsequent tempering transformed the martensit into tempered martensit. Increasing the tempering duration promoted greater carbon diffusion out of martensit, leading to the formation of fine carbides. The hardness of AISI 1045 increased significantly after quenching, from approximately 205 HVN to 603 HVN and 669 HVN. After tempering, the hardness decreased to the range of 536–575 HVN. The wear test results show that the wear rate of the QH30 specimen decreased to 4.4760317×10^{-7} mm³/mm after quenching, further decreased in QH30-TH30, but increased after tempering at QH30-TH60. In the QH60 specimen, the wear rate decreased to 3.7468183×10^{-7} mm³/mm, while QH60-TH30 and QH60-TH60 experienced increased wear rates with longer tempering durations. Based on the observations and test results, it can be concluded that the quenching and tempering heat treatment with varying waktu tahans significantly influences the microstructure, hardness, and wear resistance of AISI 1045 steel.

Keywords: Hardness, Microstructure, Quenching, Steel, Tempering, Wear.

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Rumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Baja.....	5
2.1.1 Klasifikasi Baja.....	5
2.1.2 Standarisasi Baja <i>AISI</i>	6
2.1.3 Baja <i>AISI</i> 1045	7
2.2 Perlakuan Panas.....	8
2.2.1 <i>Quenching</i>	9

2.2.2 <i>Tempering</i>	9
2.2.3 Diagram fasa Fe-C	10
2.2.4 Struktur Mikro	11
2.2.5 CCT Diagram and TTT Diagram.....	14
2.3 Sifat Mekanik Material.....	15
2.3.1 Sifat Mekanik <i>AISI 1045</i>	16
2.4 <i>Track shoe</i>	16
2.4.1 Prinsip kerja <i>Track shoe</i>	17
2.4.2 Jenis <i>Track shoe</i>	19
2.4.3 Masalah <i>Track shoe</i>	21
2.4.4 Variabel Pengaruh <i>Track shoe</i>	23
2.4.5 Nilai kekerasan <i>Track shoe</i>	24
2.5 Penelitian Relevan.....	25
2.6 Kerangka Berpikir.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Waktu dan tempat Penelitian.....	28
3.2 Metode Penelitian.....	28
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	29
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	31
3.5 Teknik Pengumpulan Data	32
3.5.1 Studi Literatur	32
3.5.2 Persiapan Penelitian	32
3.5.3 Persiapan Pembuatan Spesimen.....	33
3.5.4 Pengujian komposisi	33
3.5.5 Proses Pembuatan Spesimen.....	33
3.5.6 Proses Perlakuan Panas.....	34

3.5.7 Pengujian Kekerasan.....	34
3.5.8 Pengujian Struktur Metalografi.....	35
3.5.9 Pengujian Keausan.....	36
3.6 Teknik Analisa Data	37
3.6.1 Rekapitulasi Data Hasil Pengujian.....	37
3.6.2 Analisis data Hasil.....	37
BAB IV PEMBAHASAN.....	38
4.1 Hasil Pengujian Komposisi	38
4.2 Hasil Pengujian Struktur Mikro	38
4.3 Hasil Pengujian Kekerasan.....	44
4.4 Hasil Pengujian Keausan.....	48
BAB V PENUTUP	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi kimia baja <i>AISI 1045</i>	7
Tabel 2.2	Sifat fisik <i>AISI 1045</i>	16
Tabel 2.3	Berbagai tipe <i>track shoe</i>	19
Tabel 2.4	Tabel hubungan beberapa faktor pada <i>track shoe</i>	24
Tabel 2.5	Kekerasan <i>Track shoe</i> dari beberapa merek	24
Tabel 3.1	Rincian Sampel	32
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Komposisi	38
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Kekerasan	44
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Aus	48

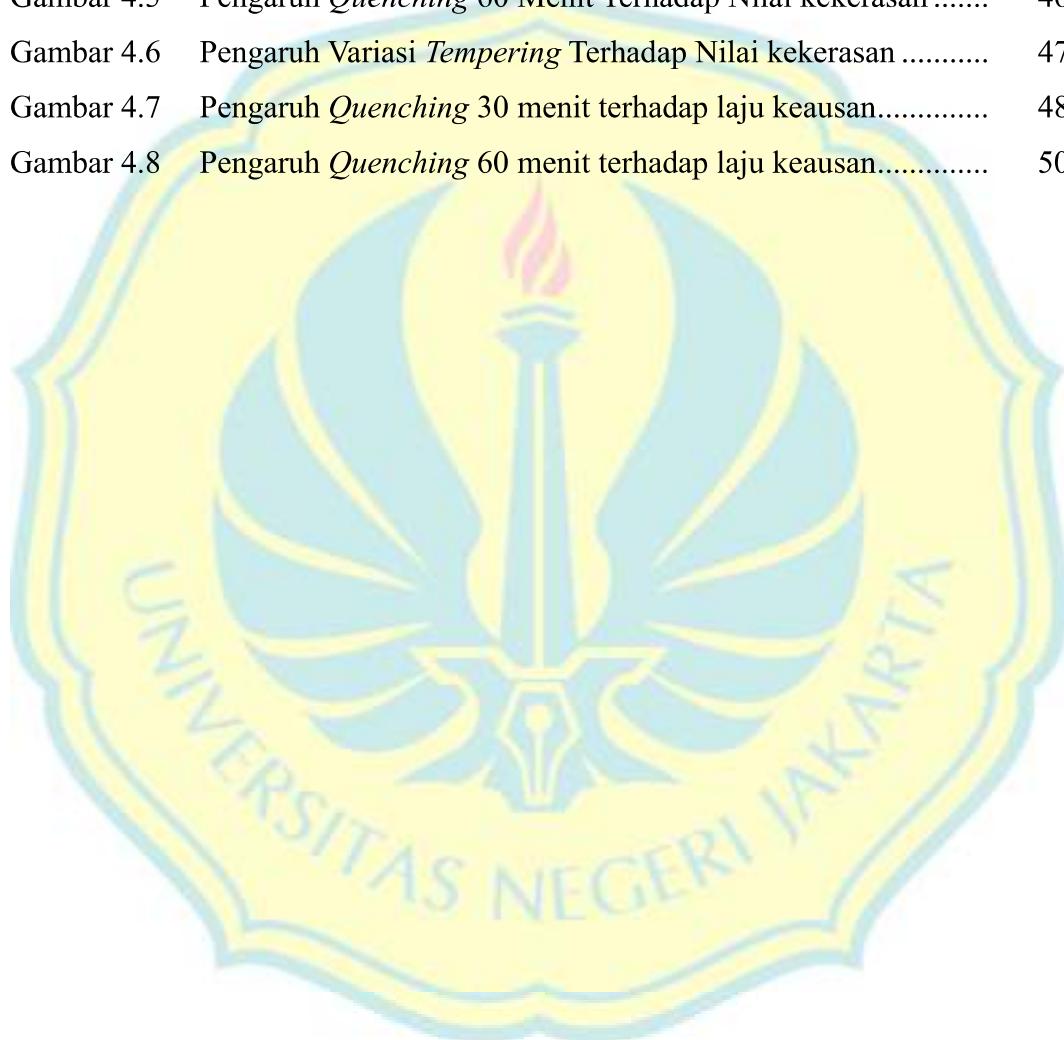


Intelligentia - Dignitas

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Klasifikasi jenis baja.....	5
Gambar 2.2	Diagram <i>Quench-Temper</i>	8
Gambar 2.3	Diagram fasa baja Sumber : (Callister & Rethwisch, 2015) ...	10
Gambar 2.4	Struktur mikro fasa austenite.....	11
Gambar 2.5	Struktur mikro fasa ferit	12
Gambar 2.6	Struktur mikro fasa pearlite	12
Gambar 2.7	Struktur mikro fasa bainite	13
Gambar 2.8	Struktur mikro fasa martensit	13
Gambar 2.9	Struktur mikro fasa sementit	14
Gambar 2.10	Diagram Continuous Cooling Transformation	14
Gambar 2.11	Diagram <i>Time Transformation Temperature</i>	15
Gambar 2.12	Komponen <i>undercarriage</i> Alat berat.....	17
Gambar 2.13	<i>Track shoe</i> di tanah	18
Gambar 2.14	<i>Undercarriage</i> siklus maju.....	19
Gambar 2.15	Keausan <i>grouser</i>	21
Gambar 2.16	Keausan pelat.....	21
Gambar 2.17	Pembengkokan <i>Track shoe</i>	22
Gambar 2.18	Baut terlepas pada <i>track shoe</i>	22
Gambar 2.19	Patahan Tepi	23
Gambar 3.1	Alat yang digunakan dalam penelitian	29
Gambar 3.2	Bahan yang digunakan dalam penelitian.....	30
Gambar 3.3	Diagram alir penelitian	31
Gambar 3.4	Dimensi spesimen.....	33
Gambar 3.5	Rangkaian proses pembuatan spesimen	33
Gambar 3.6	Kurva Proses Perlakuan Panas	34
Gambar 3.7	Titik Indentasi <i>Vickers</i>	34
Gambar 3.8	Proses Pengujian keras	35
Gambar 3.9	Proses pengujian struktur mikro.....	35
Gambar 3.10	Alat uji keausan	36
Gambar 3.11	Skema Pengujian Aus	36
Gambar 4.1	Struktur Mikro <i>AISI 1045</i> Tanpa Perlakuan Panas	38

Gambar 4.2	Struktur Mikro <i>AISI 1045</i> Setelah Perlakuan Panas (Perbesaran 50x)	40
Gambar 4.3	Struktur Mikro <i>AISI 1045</i> Setelah Perlakuan Panas (Perbesaran 100x).....	41
Gambar 4.4	Pengaruh <i>Quenching</i> 30 Menit Terhadap Nilai kekerasan	45
Gambar 4.5	Pengaruh <i>Quenching</i> 60 Menit Terhadap Nilai kekerasan	46
Gambar 4.6	Pengaruh Variasi <i>Tempering</i> Terhadap Nilai kekerasan	47
Gambar 4.7	Pengaruh <i>Quenching</i> 30 menit terhadap laju keausan.....	48
Gambar 4.8	Pengaruh <i>Quenching</i> 60 menit terhadap laju keausan.....	50



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Pengujian Aus	56
Lampiran 2	Hasil Pengujian Komposisi	57
Lampiran 3	Proses Perlakuan Panas	58



Intelligentia - Dignitas