

**ANALISA PENGARUH TEMPERATUR
TEMPERING TERHADAP KEKUATAN TARIK,
STRUKTUR KRISTAL, DAN KEKERASAN
PADA BAJA NAK 80**

SKRIPSI

Oleh:

DAVID KRISTIAN

NIM : 2051057009



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2024**

**ANALISA PENGARUH TEMPERATUR
TEMPERING TERHADAP KEKUATAN TARIK,
STRUKTUR KRISTAL, DAN KEKERASAN
PADA BAJA NAK 80**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Kristen Indonesia

Oleh:

DAVID KRISTIAN

2051057009



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2024**



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : David Kristian

Nim : 2051057009

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Jenis Tugas Akhir :

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul "**ANALISA PENGARUH TEMPERATUR TEMPERING TERHADAP KEKUATAN TARIK, STRUKTUR KRISTAL DAN KEKERASAN PADA BAJA NAK 80**" adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada tugas,

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini dianggap batal.

0000
METERAI TEMPEL
97B54ANX395715224
2026
David
(David Kristian)



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
“ANALISA PENGARUH TEMPERATUR TEMPERING TERHADAP
KEKUATAN TARIK, STRUKTUR KRISTAL,DAN KEKERASAN PADA
BAJA NAK 80”

Oleh:

Nama : David Kristian
NIM : 2051057009
Program Studi : Teknik Mesin

Telah di periksa dan disetujui untuk di ajukkan dan di pertahankan dalam Sidang Tugas Akhir guna mencapai gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

Jakarta, 6 Januari 2024

Menyetujui,

Pembimbing I

(Ir. Budiarto, M.Sc)
NIP. 231042

Pembimbing II

(Ir. Kimar Turnip, M.Sc)
NIP. 160641





UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

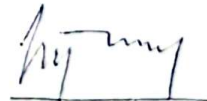
Pada 1 Februari 2024 telah di selenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guru memperoleh gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia atas nama:

Nama : David Kristian

NIM : 2051057009

Program Studi : Teknik Mesin

Termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul “Analisa Pengaruh Temperatur Tempering Terhadap Kekuatan Tarik, Struktur Kristal, Dan Kekerasan Pada Baja Nak 80” oleh tim penguji yang terdiri dari:

	Nama Penguji	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1	Dikky Antonius, S.T., M.Sc.	Sebagai Ketua	
2	F.X. Suryadi, DI.Ing.FH	Dosen Penguji I	
3	Ir. Budiarto, M.Sc	Dosen Penguji II	
4	Ir. Kimar Turnip, M.T.	Dosen Penguji III	



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : David Kristian
NIM : 2051057009
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Tugas Akhir : Skripsi
Judul : Analisa Pengaruh Temperatur Tempering Terhadap Kekuatan Tarik, Struktur Kristal, Dan Kekerasan Pada Baja Nak 80

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik diperguruan tinggi manapun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Noneksklusif Tanpa Royali kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta.

Apabila dikemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundang-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademik yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta

Pada Tanggal 20 Januari 2024

kan

METERAL
TEMPEL
8ABANX395715225
David Kristian

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan yang harus dipenuhi guna menempuh Sidang Ujian Sarjana serta untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

Pokok bahasan dalam laporan tugas akhir ini adalah mengenai “Analisa Pengaruh Temperatur Tempering Terhadap Kekuatan Tarik, Struktur Kristal, dan Kekerasan Pada Baja NAK 80”. Yang telah selesai dengan baik dan lancar.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan tentunya bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih banyak kepada:

1. Dikky Antonius, S.T., M.Sc, Dekan Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia, yang telah menyetujui penulisan tugas akhir ini.
2. Ir. Budiarto, M.Sc., Ketua Program Studi Teknik Mesin, yang telah menyetujui penulisan tugas akhir ini
3. Ir. Budiarto, M.Sc., Dosen Pembimbing 1 yang telah secara tulus dan sabar memberikan bimbingan.
4. Ir. Kimar Turnip, M.Si, Dosen Pembimbing 2 yang telah secara tulus dan sabar memberikan bimbingan.
5. Kedua orang tua yang memberi dukungan material dan spiritual.
6. Semua pihak yang berjasa namun tidak dapat disebutkan satu persatu di sini.

Akhir kata semoga hasil dari tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa pada umumnya dan penulis pada khususnya di Universitas Kristen Indonesia. Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Penulis mengharapkan kritik dan saran untuk penyempurnaan di kemudian hari. Dengan segala rasa syukur penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak. Semoga amal baik beliau-beliau tadi mendapat imbalan yang setimpal dari Tuhan Yang Maha Esa, Amin.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI	iv
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT.....	xii
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang Penelitian	1
B. Rumusan Masalah Penelitian	2
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Batasan Masalah Penelitian.....	3
E. Manfaat Penelitian.....	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 6
2.1. Perlakuan Panas	6
2.2. Normalizing	9
2.3. Quenching	10
2.4. Tempering	12
2.5. Holding Time	12
2.6. Media Pendingin	13
2.7. Pengujian Logam	14
2.8. Difraktometer Sinar X.....	18
2.9. Konsep Dasar Material Baja	20

2.10. Identitas Material	20
2.11. Komposisi Kimia Baja NAK 80l	21
2.12. Sifat Mekanik Awal	21
2.13. Struktur Mikro.....	21
2.14. Karakteristik Perlakuan Panas.....	22
2.15. Pengaruh Temperatur Tempering	22
2.16. Sifat Fisik	22
2.17. Keunggulan Baja NAK 80	23
2.18. Relevansi Terhadap Penelitian.....	23
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	24
3.1. Jenis Penelitian	24
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	24
3.3. Bahan Penelitian	24
3.4. Diagram Alir Penelitian.....	25
3.5. Variabel Penelitian	28
3.6. Pengujian dengan Difraktometer Sinar-X	30
3.7. Pengujian kekerasan dengan Metode Brinell	30
3.8. Pembuatan Spesimen.....	30
3.9. Prosedur Penelitian	31
3.10. Pengujian Material.....	31
3.11. Hipotesis Penelitian	34
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1. Hasil Pengujian	35
4.2. Pembahasan Kekuatan Tarik.....	43
4.3. Pembahasan Kekerasan.....	44
4.4. Hasil Pengamatan Struktur Kristas (Mikrostruktur)	44
4.5. Pengaruh Temperatur Tempering terhadap Kekuatan Tarik.....	45
4.6. Pengaruh Temperatur Tempering terhadap Kekerasan.....	46
4.7. Pengaruh Temperatur Tempering terhadap Struktur Kristal.....	46

4.8. Hubungan Kekuatan Tarik, Kekerasan, dan Struktur Kristal	47
4.9. Analisis Hubungan Temperatur Tempering terhadap Sifat Mekanik	47
4.10. Pembahasan Umum.....	48
4.11. Analisa Hasil Hubungan Struktur Kristal (XRD) Terhadap Kekerasan dan Kuat Tarik.....	48
 BAB V PENUTUP.....	 51
5.1. Kesimpulan	51
5.2. Saran.....	51
 DAFTAR PUSTAKA	 53



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram untuk temperatur Normalizing	9
Gambar 2.2 Diagram fasa Fe-C dan Fe ₃ C	11
Gambar 2.3 Struktur Body Center Cubic	11
Gambar 2.4 Diagram kurva pendinginan tahapan yang terjadi pada permukaan benda.	12
Gambar 2.5 Perbandingan dimensi penekanan pada Pengujian kekerasan....	17
Gambar 2.4. X-Ray Diffraction (XRD)	19
Gambar 3.1 Alir Diagram	26
Gambar 4.1. Grafik hubungan kekerasan terhadap temperatur temper baja NAK80	29
Gambar 4.2. Grafik hubungan kekuatan tarik terhadap temperatur temper Baja NAK80.....	29
Gambar 4.3. Difraktogram sinar-X dari baja NAK 80 pada temperature Temper	30
Gambar 4.4. Grafik hubungan ukuran kristal terhadap temperatur temper baja NAK80	32
Gambar 4.5. Grafik hubungan regangan mikro kisi terhadap temperatur Temper baja NAK80	33
Gambar 4.6. Grafik hubungan kerapatan dislokasi terhadap temperatur Temper baja NAK80	33

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Hasil Pengujian kekerasan dan kekuatan tarik baja NAK80	28
Tabel 4.2. Data hasil hitung XRD dari baja NAK 80, Asli.....	31
Tabel 4.3. Data hasil hitung XRD dari baja NAK 80, temper 350°C	31
Tabel 4.4. Data hasil hitung XRD dari baja NAK 80, temper 400°C	31
Tabel 4.5. Data hasil hitung XRD dari baja NAK 80, temper 450°C	31



ABSTRAK

Baja NAK 80 adalah baja dengan kualitas ketahanan aus yang luar biasa yang digunakan dalam *cavity moulding plastic*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji pengaruh suhu tempering terhadap kekerasan, regangan kisi mikro, kekuatan tarik, ukuran kristal, kerapatan dislokasi, dan struktur kristal baja NAK 80. Sampel dipanaskan selama dua jam sampai suhu fase austenit 9000C. Ketika media oli SAE 10-30W didinginkan, dan kemudian pemanasan tempering diterapkan selama satu jam pada suhu 3500C, 4000C, dan 4500C, temuan uji kekuatan tarik menunjukkan bahwa perkembangan fase martensit dan proses quenching dan tempering berdampak pada nilai kekuatan tarik, yang naik ketika suhu tempering naik dari 514 MPa menjadi 800 MPa. Setelah quenching dan tempering menjadi 210 HB, kekerasan juga meningkat dari 149 HB menjadi 248 HB. Temuan pengujian struktur kristal menunjukkan bahwa sementara kepadatan dislokasi rata-rata (ρ) menurun dari 0,028 1 / mm² menjadi 0,006 1 / mm² dan mikrostrain kisi rata-rata (ϵ) meningkat dari 0,182 menjadi 0,029, ukuran kristal rata-rata meningkat ketika suhu tempering naik dari 9,28 Å menjadi 31,74 Å. Oleh karena itu, diantisipasi bahwa baja NAK 80 yang diproduksi oleh proses tempering 3500C-4500C proses tempering akan memiliki umur yang lebih panjang bila digunakan dalam dunia industri.

Kata Kunci: baja NAK 80, *quenching*, temper, kekerasan, kuat tarik.

ABSTRACT

NAK 80 steel is a steel with exceptional wear resistance qualities that is used in plastic cavity molding. The aim of this study is to examine the impact of tempering temperature on the hardness, micro lattice strain, tensile strength, crystal size, dislocation density, and crystal structure of NAK 80 steel. The sample was heated for two hours to the austenite phase temperature of 9000C. SAE 10-30W oil medium is quenched, and then tempering heating is applied for an hour at 3500C, 4000C, and 4500C. The findings of the tensile strength test indicate that the martensite phase's development and the quenching and tempering processes have an impact on the tensile strength value, which rises as the tempering temperature rises from 514 MPa to 800 MPa. After quench ing and tempering to 210 HB, the hardness also increased from 149 HB to 248 HB. The findings of the crystal structure testing indicate that while the average dislocation density (ρ) decreases from 0.028 1/mm² to 0.006 1/mm² and the average lattice microstrain (ϵ) increases from 0.182 to 0.029, the average crystal size increases as the tempering temperature rises from 9.28 Å to 31.74 Å. Therefore, it is anticipated that NAK 80 steel that is produced by the 3500C–4500C tempering process will have a longer lifespan when used in industrial world .

Keywords: NAK 80 steel, quenching, tempering, hardness, tensile strength.