

**PENGARUH *HOLDING TIME* PEMANASAN DAN *HOLDING TIME TEMPERING* PADA MATERIAL WIRE CHQ 10B21
TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**

SKRIPSI

Oleh:

SESILIA NOVI ARYANTI SIHOTANG

2251057011



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

PENGARUH *HOLDING TIME* PEMANASAN DAN *HOLDING TIME TEMPERING* PADA MATERIAL WIRE CHQ 10B21 TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO

SKRIPSI

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

Oleh:

SESILIA NOVI ARYANTI SIHOTANG

2251057011



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



PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sesilia Novi Aryanti Sihotang
NIM : 2251057011
Program Studi : SI- Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul "PENGARUH *HOLDING TIME* PEMANASAN DAN *HOLDING TIME TEMPERING* PADA MATERIAL *WIRE* CHQ 10B21 TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO" 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 mendapat 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 tugas

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

Jakarta, 18 Agustus 2024



SESILIA NOVI ARYANTI SIHOTANG



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

"PENGARUH *HOLDING TIME* PEMANASAN DAN *HOLDING TIME*
TEMPERING PADA MATERIAL *WIRE* CHQ 10B21 TERHADAP
KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO"

Oleh :

Nama : Sesilia Novi Aryanti Sihotang
NIM : 2251057011
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir guna mencapai gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia

Jakarta,

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Melya Dyanasari Sebayang, S.Si., MT.)

(Ir. Kimar Turnip, MT.)

Ketua Program Studi Teknik Mesin

(Ir. Budiarto, MSc.)

Dekan

(Dicky Antonius, S.T., M.Sc.)

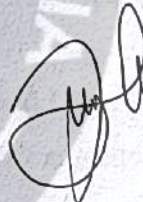


PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada 8 Juli 2024 telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia atas nama :

Nama : Sesilia Novi Aryanti Sihotang
NIM : 2251057011
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul "PENGARUH *HOLDING TIME* PEMANASAN DAN *HOLDING TIME TEMPERING* PADA MATERIAL *WIRE* CHQ 10B21 TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO" oleh tim penguji yang terdiri dari

Nama Penguji	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
Dikky Antonius, S.T., M.Sc	Ketua Penguji	
Ir. Budiarto, M.Sc	Penguji	
Ir. Rahmad Samosir, M.Sc	Penguji	

Jakarta, 8 Juli 2024

Catatan :



PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sesilia Novi Aryanti Sihotang
NIM : 2251057011
Program Studi : S1- Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Tugas Akhir : Skripsi
Judul : "PENGARUH *HOLDING TIME*
PEMANASAN DAN *HOLDING TIME*
TEMPERING PADA MATERIAL *WIRE CHQ*
10B21 TERHADAP KEKERASAN DAN
STRUKTUR MIKRO"

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 di perguruan tinggi manapun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya mengutip karya dari orang lain maka akan mencantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Noneksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/ format-kan, mengelola dalam bentk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilih hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundang-undangan Republik Indonesia, maka saya bersedia mengganggu secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Jakarta, 18 Agustus 2024



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kemampuan dan kesempatan penulis untuk menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "*Pengaruh Holding time Pemanasan dan Holding time Tempering pada Material Wire CHQ 10B21 terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro.*"

Skripsi ini merupakan bagian dari persyaratan untuk mengikuti Sidang Ujian Sarjana dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T) dari Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia (FT UKI).

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan karena keterbatasan kemampuan. Meskipun mengalami berbagai rintangan, berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Selama menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Mesin, penulis memperoleh banyak ilmu dan wawasan yang bermanfaat bagi kehidupan. Dalam proses pembuatan skripsi, penulis mendapat bimbingan, dukungan, dan semangat dari banyak pihak.

Pada kesempatan ini dengan ketulusan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua tercinta yang sudah dengan sabar mendengarkan keluh kesah penulis dan terus memberi support penulis untuk bisa terus menjadi lebih baik dan menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tidak lupa juga untuk kedua adik yang terus mendorong penulis mengerjakan tugas akhir ini.
2. Dr. Dhaniswara K. Hardjono, S.H., M.H., M.B.A. selaku Rektor Universitas Kristen Indonesia.
3. Dikky Antonius, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia
4. Ir. Budiarto, MSc. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin yang selalu memotivasi untuk bisa lulus dengan cepat walaupun kenyataan perlu extend

namun beliau terus memacu dan mensupport secara moril dengan memberikan arahan, motivasi, masukan serta semangat.

5. Melya Dyanasari Sembayang, S.Si., MT. Selaku Dosen Pembimbing yang selalu tidak pernah lelah memberikan waktu, nasihat, dan dukungan dalam membimbing penulis walaupun penulis sering hilang beliau tetap dengan sabar mengerjar penulis agar segera menyelesaikan tugas akhir.
6. Ir. Kimar Turnip, MT. selaku Dosen Pembimbing yang selalu memotivasi tanpa lelah agar dapat cepat terselesaikan tugas akhir. Penulis berterima kasih sekali telah diberikan Dosen Pembimbing yang mau tanpa lelah memotivasi, meluangkan waktu untuk membimbing penulis. Terima kasih sekali.
7. Seluruh karyawan PT DPM yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu meluangkan waktu untuk pengujian, kuliah dadakan, genba lapangan, intensive discussion, tanpa orang-orang tersebut penulis tidak akan bisa menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih atas segala waktu yang sudah rela diberikan hingga larut malam ikhlas membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu namun telah banyak membantu penulis.

Kiranya penelitian ini dapat bermanfaat, serta memberikan ilmu baru baru kita semua terlebih lagi pembaca. Akhir kata, dengan kerendahan hati penulis berterima kasih kepada semua pihak. God Bless Us All.

Jakarta, 18 Agustus 2024

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	iii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR.....	iv
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR Gambar.....	x
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	5
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.5. Sistematika Penulisan	6
BAB 2 TEORI.....	7
2.1. Penelitian Terkait	7
2.2. Fastener	15
2.3. Baut	15
2.3.1. Klasifikasi Grade Baut	16
2.3.2. Honda Engineering Standards (HES).....	17
2.4. Baja	18
2.4.1. Baja Karbon	18
2.5. Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C	19
2.6. Pengaruh Unsur Paduan pada Baja	21
2.7. Material <i>Wire</i> CHQ 10B21	23
2.8. Pemanasan (Heating) dalam Proses Pembuatan Baut.....	24
2.8.1. Pemanasan.....	24
2.8.2. Tujuan Pemanasan Dalam Pembuatan Baut	26
2.8.3. Parameter Pemanasan yang Signifikan	26
2.9. <i>Quenching</i> (Pendinginan Cepat) dalam Proses Pembuatan Baut.....	27
2.9.1. <i>Quenching</i>	27

2.9.2. Parameter <i>Quenching</i> yang Signifikan	30
2.10. <i>Tempering</i>	30
2.11. Sifat Mekanik Material	31
2.11.1. Kekerasan Material	32
2.11.2. Kekuatan Tarik (Tensile Strenght).....	34
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	37
3.1. Diagram Alir Penelitian	37
3.2. Metode Penelitian.....	38
3.3. Raw Material.....	38
3.4. Proses Pembuatan Baut.....	39
3.5. Peralatan dan Bahan.....	40
3.5.1. Peralatan.....	40
3.5.2. Bahan-bahan.....	43
3.5.3. Tahap Penelitian.....	44
BAB 4 HASIL PENELITIAN	47
4.1. Analisa Data dan Pembahasan	47
4.1.1. Hasil Pengujian Sampel A1	47
4.1.2. Hasil Pengujian Sampel A2	49
4.1.3. Hasil Pengujian Sampel A3	51
4.1.4. Hasil Pengujian Sampel A4	53
4.1.5. Hasil Pengujian Sampel A5	54
4.2. Analisis Data Pengujian	56
4.2.1. Perlakuan Panas pada Variasi Waktu Tahan Hardening.....	56
4.2.2. Perlakuan Panas pada Variasi Waktu Tahan Tempering	59
4.2.3. Hubungan Kekerasan, Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro terhadap Waktu Tahan Pemanasan dan Waktu Tahan Tempering	66
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1. Kesimpulan	69
5.2. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian-bagian Baut.....	15
Gambar 2.2 Metric Grade Baut Berdasarkan Kekuatannya.....	16
Gambar 2.3 Decarburized Layer in Bolt.....	18
Gambar 2.3 Diagram kesetimbangan Fe-Fe ₃ C.....	20
Gambar 2.5 Diagram Temperatur Terhadap Waktu.....	25
Gambar 2.6 Isothermal Transformation Diagram.....	28
Gambar 2.7 Continuous Cooling Transformation Diagram.....	29
Gambar 2.8 Identer untuk uji kekerasan Brinell dan Rockwell.....	32
Gambar 2.9 Prinsip Kerja Pengujian Rockwell.....	32
Gambar 2.9 Perbandingan berbagai uji kekerasan.....	34
Gambar 2.10 Uji Tarik.....	35
Gambar 2.11 Grafik stress-strain material, dengan kekuatan tarik (TS) ditunjukkan pada titik M.	36
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	37
Gambar 3.2 Wire Coil SAE 10B21.....	39
Gambar 3.3 Proses pembuatan baut.....	39
Gambar 3.4. BOLT M10 x 48 DR SAE 10B21.....	40
Gambar 3.5 Oven Pemanas Lab B-One Mini-1210.....	40
Gambar 3.6 Micro Cutting Machine TNC-355AL.....	41
Gambar 3.7 Mesin Polishing.....	41
Gambar 3.8 Mesin Mounting Resin.....	42

Gambar 3.9 Mesin uji kekerasan.....	42
Gambar 3.10 Mesin uji tarik	43
Gambar 3.11 Mikroskop Optik	43
Gambar 3.12 Sample Uji Tarik	46
Gambar 4.1 Mikrostruktur Area Core Perbesaran 500x (a) sampel A1, (b) Area Ulir Perbesaran 50x dengan Etsa Nital 3%	48
Gambar 4.2 Mikrostruktur Area Core Perbesaran 500x (a) sampel A2, (b) Area Ulir Perbesaran 50x dengan Etsa Nital 3%	50
Gambar 4.3 Mikrostruktur Area Core Perbesaran 500x (a) sampel A3, (b) Area Ulir Perbesaran 50x dengan Etsa Nital 3%	52
Gambar 4.4 Mikrostruktur Area Core Perbesaran 500x (a) sampel A4, (b) Area Ulir Perbesaran 50x dengan Etsa Nital 3%	54
Gambar 4.5 Mikrostruktur Area Core Perbesaran 500x (a) sampel A1, (b) Area Ulir Perbesaran 50x dengan Etsa Nital 3%	56
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Kekerasan dan Kuat Tarik pada Variasi Waktu Hardening.....	57
Gambar 4.7 Mikrostruktur Sampel pada Variasi Waktu Tahan Hardening	58
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Kekerasan dan Kuat Tarik pada Variasi Waktu Tempering	60
Gambar 4.9 Mikrostruktur Sampel Pengujian pada Variasi Waktu Tahan Tempering	60
Gambar 4.10 Grafik Nilai Kekerasan dan Kuat Tarik Sampel	61
Gambar 4.11 Perbedaan struktur mikro pada berbagai perlakuan panas (waktu hardening dan tempering)	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Standard Requirement for Strenght Division 8.8 Bolt.....	17
Tabel 3.1 Komposisi Kimia Material SAE 10B21.....	38
Tabel 3.2 Tabel Perlakuan Panas Material.....	45
Tabel 4.1 Hardness Body Area Sampel A1	47
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Uji Tarik Sampel A1	48
Tabel 4.3 Hardness Body Area Sampel A2	49
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Uji Tarik Sampel A2	50
Tabel 4.5 Hardness Body Area Sampel A3	51
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Uji Tarik Sampel A3	52
Tabel 4.7 Hardness Body Area Sampel A4	53
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Uji Tarik Sampel A4	53
Tabel 4.9 Hardness Body Area Sampel A5	55
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Uji Tarik Sampel A5.....	55
Tabel 4.11 Hasil Pengujian pada Sampel dengan Variasi Waktu Tahan Hardening	57
Tabel 4.12 Hasil Pengujian pada Sampel dengan Variasi Waktu Tahan Tempering	59

ABSTRAK

Studi ini menyelidiki pengaruh waktu penahanan selama pemanasan dan durasi temper terhadap kekerasan dan struktur mikro material *wire* CHQ 10B21, dengan fokus pada signifikansinya bagi industri baut. Melalui pengujian terkontrol yang pada variasi waktu penahanan 30 menit, 45 menit, 60 menit dan durasi temper selama 60 menit dan 75 menit, penelitian ini menganalisis sifat mekanis dan perubahan struktur mikro pada kawat CHQ 10B21. Penelitian dilakukan pada produksi baut yang diproduksi dari raw material *wire* CHQ 10B21 yang kemudian dipanaskan pada temperatur 870°C selama variasi waktu tertentu kemudian *diquenching* pada oli dan dilakukan *tempering* pada 480°C selama variasi waktu tertentu. Temuan penelitian menunjukkan adanya korelasi langsung antara waktu penahanan, durasi temper, kekerasan, dan struktur mikro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada waktu tahan pemanasan lebih lama meningkatkan kekerasan dimana dengan pemanasan selama 60 menit menghasilkan kekerasan paling tinggi yaitu dari raw material sebelum pemanasan 14.0 HRC meningkat menjadi 29.0 HRC. Pula pada waktu tahan temper lebih lama akan meningkatkan keuletan material dimana dengan waktu tahan *hardening* 60 menit dan waktu temper 75 menit didapatkan nilai kuat tarik sebesar 891.91482 N/mm². Untuk struktur mikro yang terbentuk pada semua perlakuan panas adalah martensite temper dan pada bagian ulir terlihat perbedaan morfologi pada area surface dan core. Penelitian ini memberikan wawasan berharga untuk mengoptimalkan proses perlakuan panas dan strategi pemilihan material dalam industri baut, yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan kinerja dan efisiensi produk.

Kata kunci: CHQ 10B21, perlakuan panas, waktu tahan *hardening*, waktu temper, baut.

ABSTRACT

This study investigates the influence of holding time during heating and tempering duration on the hardness and microstructure of CHQ 10B21 wire material, emphasizing its significance for the bolt industry. Through controlled experiments with varying holding times of 30 minutes, 45 minutes, and 60 minutes, and tempering durations of 60 minutes and 75 minutes, this research analyzes the mechanical properties and microstructural changes in CHQ 10B21 wire. The study was conducted on bolt products manufactured from CHQ 10B21 raw wire, which were then heated at 870°C for specific durations, quenched in oil, and tempered at 480°C for varying periods. The findings indicate a direct correlation between holding time, tempering duration, hardness, and microstructure. Results showed that longer heating holding times increased hardness, with a 60-minute heating duration resulting in the highest hardness increase from 14.0 HRC in the raw material to 29.0 HRC. Additionally, longer tempering durations enhanced material ductility, with a holding time of 60 minutes and a tempering duration of 75 minutes yielding a tensile strength of 891.91482 N/mm². The microstructure formed in all heat treatments was tempered martensite, with morphological differences observed between the surface and core areas of the threads. This study provides valuable insights for optimizing heat treatment processes and material selection strategies in the bolt industry, ultimately contributing to enhanced product performance and efficiency.

Keywords: CHQ 10B21, heat treatment, hardening holding time, tempering duration, bolt.