

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH PROSES *ANNEALING* DAN
HARDENING PADA BAJA SUP9 TERHADAP SIFAT
MEKANIS DAN PERUBAHAN STRUKTUR MIKRO**



Disusun Oleh :

AHMAD SIDQULHAQ

NBI : 1421800093

ALDO BINTANG PRIBADI

NBI : 1421800108

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2023

TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH PROSES *ANNEALING* DAN *HARDENING* PADA BAJA SUP 9 TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN PERUBAHAN STRUKTUR MIKRO



Disusun Oleh:

AHMAD SIDQULHAQ

1421800093

ALDO BINTANG PRIBADI

1421800108

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUSS 1945 SURABAYA
2023**

TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH PROSES ANNEALING DAN HARDENING PADA BAJA SUP 9 TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN PERUBAHAN STRUKTUR MIKRO

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1)
Pada Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Disusun oleh :

Ahmad Sidqulhaq
(1421800093)

Aldo Bintang Pribadi
(1421800108)

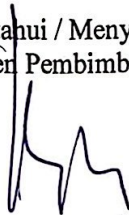
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUSTUS 1945

LEMBAR PENGESASAAN PROPOSAL TUGAS AKHIR

NAMA : AHMAD SIDQULHAQ
NBI : 1421800093
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISA PENGARUH PROSES *ANNEALING*
DAN *HARDENING* PADA BAJA SUP 9
TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN
PERUBAHAN STRUKTUR MIKRO

NAMA : ALDO BINTANG PRIBADI
NBI : 1421800108
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISA PENGARUH PROSES *ANNEALING*
DAN *HARDENING* PADA BAJA SUP 9
TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN
PERUBAHAN STRUKTUR MIKRO

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



Ir. Ichlas Wahid, M.T.
NPP. 20420900207



Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sajino, M.Kes., IPU., ASEAN ENG.
NPP. 20410900197

Ketua Program Studi
Teknik Mesin



Edi Santoso, S.T., M.T.
NPP. 20420960485

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

ANALISA PENGARUH PROSES ANNEALING DAN HARDENING PADA BAJA SUP 9 TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN PERUBAHAN STRUKTUR MIKRO


Merupakan penelitian yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi sarjana Teknik Mesin pada program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 19 Januari 2023



Ahmad Siquniraq

Surabaya, 19 Januari 2023


Aldo Bintang Pribadi



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Sidqulhaq
NBI/ NPM : 1421800093
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/ ~~Tesis/ Disertasi/ Laporan Penelitian~~
/Praktek*

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul:

ANALISA PENGARUH PROSES ANNEALING DAN HARDENING PADA BAJA SUP 9 TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN PERUBAHAN STRUKTUR MIKRO

Dengan *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty - Free Right)*, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 25 Juni 2023

Menyatakan,

(Ahmad Sidqulhaq)

*Coret yang tidak perlu

ABSTRAK

ANALISA PENGARUH PROSES ANNEALING DAN HARDENING PADA BAJA SUP 9 TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN PERUBAHAN STRUKTUR MIKRO

Logam sering di gunakan dalam dunia industri sebagai bahan baku produksi. Maka, untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasan baja diperlukan perlakuan panas dan pengujian. Untuk melakukan penelitian ini siapkan material SUP 9 kemudian pembentukan spesimen untuk pengujian tarik, kekerasan rockwell, dan mikro. Specimen akan dilakukan perlakuan panas pada suhu 700°C, 850°C, dan 900°C dengan media pendingin suhu udara, air, dan oli. Dengan data hasil pengujian Tarik dan hasil pengujian kekerasan rockwell menunjukkan hasil berbanding lurus antara nilai kekerasan dan nilai kekuatan Tarik maksimum. Begitu pula dengan ukuran butir pada data pengamatan mikro, semakin besar ukuran butir maka akan menurun kekerasannya. Dapat disimpulkan nilai tertinggi kekuatan Tarik maksimum diperoleh spesimen dengan variasi suhu 900°C menggunakan media pendingin air dengan nilai rata – rata kekuatan Tarik 112,60 kg/mm² dan nilai terendah yaitu 81,67 kg/mm² dari spesimen 700°C. Untuk pengujian kekerasan rockwell nilai kekerasan tertingginya diperoleh spesimen 900°C menggunakan media pendingin air dengan nilai 68 HRC dan terendah 50,2 HRC dari spesimen 900°C media pendingin suhu ruang. Dari data pengamatan struktur mikro bisa dilihat pada spesimen 900°C dengan media pendingin air memiliki butiran paling kecil diantara lainnya yaitu sebesar 0,0028 mm dan butiran terbesar 0,0183mm dari spesimen 700°C media pendingin air.

Kata Kunci : Perlakuan panas, annealing, hardening, baja SUP 9, struktur mikro

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF ANNEALING AND HARDENING PROCESSES IN SUP 9 STEEL ON MECHANICAL PROPERTIES AND CHANGES IN MICROSTRUCTURE

Metal is often used in industry as a raw material for production. Therefore, heat treatment and testing are required to increase the strength and hardness of steel. To carry out this research, prepare SUP 9 material then form specimens for tensile, rockwell hardness, and micro tests. The specimen will be heat treated is carried out at temperatures of 700°C, 850°C and 900°C with air, water, and oil temperature cooling media. After that do the tensile test, rockwell hardness, and micro.. With these data the results of the Tensile test and the results of the Rockwell hardness test show that the results are directly proportional to the hardness value and the maximum tensile strength value. Likewise with the grain size in the micro observation data, the larger the grain size, the lower the hardness. It can be concluded that the highest value of maximum tensile strength was obtained by specimens with a temperature variation of 900°C using water cooling media with an average tensile strength value of 112.60 kg/mm² and the lowest value of 81.67 kg/mm² of a 700°C specimen. For the rockwell hardness test, the highest hardness value was obtained from a 900°C specimen using a water cooling medium with a value of 68 HRC and the lowest 50.2 HRC from a 900°C specimen at room temperature cooling medium. From the observational data of the microstructure, it can be seen that the 900°C specimen with water cooling medium has the smallest grains among others, namely 0.0028 mm and the largest grain is 0.0183mm from the 700°C water cooling medium specimen.

Keywords: *Heat treatment, annealing, hardening, SUP 9 steel, microstructure*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa. Berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis menyusun proposal penelitian yang berjudul "**Analisa Pengaruh Proses Annealing dan Hardening Pada Baja SUP 9 Terhadap Sifat Mekanis dan Perubahan Struktur Mikro**".

Penulisan proposal penelitian ini diajukan guna mengetahui dan pembaruan informasi mengenai baja SUP 9 setelah melewati beberapa proses pengujian. Informasi yang terbaru diharapkan mampu menjadi salah satu pengetahuan yang berguna bagi masyarakat.

Penulis menyadari bahwa penyusunan proposal ini masih jauh dari sempurna karena pengalaman dan pengetahuan penulis yang terbatas. Oleh karena itu, saran dan kritik dari semua pihak sangat diharapkan demi perbaikan proposal di masa mendatang.

Surabaya, 23 Juni 2022
Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL DEPAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	v
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	1
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Pengertian Baja	3
2.2 Klasifikasi Baja	3
2.3 Sifat – sifat baja	4
2.4 Heat Treatment (Perlakuan Panas).....	5
2.5 Annealing	6
2.6 Hardening	7
2.7 Baja SUP 9	7
2.8 Quenching	9
2.9 Pengujian Kekerasan Rockwell	10
2.10 Struktur Mikro	12
BAB 3 METODE PENELITIAN	14
3.1 Diagram Alir Penelitian	14
3.2 Penjelasan Diagram Alir	15
3.2.1 Memulai Merancang dan Melakukan Penelitian	15
3.2.2 Studi Literatur	15
3.2.3 Persiapan Alat dan Bahan	15
3.2.4 Pembentukan Spesimen	16
3.2.5 Perlakuan Panas (Heat Treatment)	18
3.2.6 Annealing	18
3.2.7 Hardening	19
3.2.8 Baja Tanpa Melalui Perlakuan Panas	20

3.2.9 Proses Pengujian Mikro	20
3.2.10 Pengujian Tarik	21
3.2.11 Pengujian Kekerasan Rockwell	21
3.2.12 Pengumpulan Data	22
3.2.13 Kesimpulan	23
BAB 4 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Data Hasil dan Perhitungan Pengujian Tarik	25
4.2 Data Hasil dan Perhitungan Kekerasan Rockwell.....	53
4.3 Perhitungan Besar Butir pada Hasil Struktur Mikro	57
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	76

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Penjelasan Ukuran Spesimen Uji Tarik Standar ASTM E8	49
Tabel 4.2. Data Hasil Uji Tarik Spesimen Raw Material dari Mesin	50
Tabel 4.3. Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan pada Uji Tarik Spesimen Raw Material dari Mesin	53
Tabel 4.4. Data Hasil Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Annealing 700°C dengan Pendingin Ruang	55
Tabel 4.5. Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan pada Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Annealing 700°C dengan Pendingin Ruang	57
Tabel 4.6. Data Hasil Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 700°C dengan Pendingin Air	58
Tabel 4.7. Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan pada Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 700°C dengan Pendingin Air	60
Tabel 4.8. Data Hasil Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 700°C dengan Pendingin Oli	62
Tabel 4.9. Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan pada Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 700°C dengan Pendingin Oli	64
Tabel 4.10. Data Hasil Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Annealing 850°C dengan Pendingin Ruang	65
Tabel 4.11. Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan pada Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Annealing 850°C dengan Pendingin Ruang	67
Tabel 4.12. Data Hasil Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 850°C dengan Pendingin Oli	69
Tabel 4.13. Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan pada Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 850°C dengan Pendingin Oli	71
Tabel 4.14. Data Hasil Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 850°C dengan Pendingin Air	72
Tabel 4.15. Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan pada Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 850°C dengan Pendingin Air	74
Tabel 4.16. Data Hasil Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Annealing 900°C dengan Pendingin Ruang	76

Tabel 4.17. Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan pada Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Annealing 900°C dengan Pendingin Ruang	78
Tabel 4.18. Data Hasil Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 900°C dengan Pendingin Oli	80
Tabel 4.19. Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan pada Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 900°C dengan Pendingin Oli	82
Tabel 4.20. Data Hasil Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 900°C dengan Pendingin Air	84
Tabel 4.21. Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan pada Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 900°C dengan Pendingin Air	86
Tabel 4.22. Nilai Hasil Uji Kekerasan Rockwell pada Raw Material dari Mesin	88
Tabel 4.23. Nilai Hasil Uji Kekerasan Rockwell pada Perlakuan Panas 700°C	88
Tabel 4.24. Nilai Hasil Uji Kekerasan Rockwell pada Perlakuan Panas 850°C	90
Tabel 4.25. Nilai Hasil Uji Kekerasan Rockwell pada Perlakuan Panas 900°C	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pegas Daun	28
Gambar 2. Tabel Standar DIN 50103	33
Gambar 3. Tabel Acuan dalam Memilih Skala Kekerasan	33
Gambar 4. Tabel Ukuran Spesimen Pengujian Tarik	41
Gambar 5. Spesimen Uji Tarik Pelat berdasarkan ASTM E8	41
Gambar 6. Pengujian Kekerasan Rockwell	42
Gambar 7. Pengujian Struktur Mikro	42
Gambar 8. Diagram Perlakuan Panas	43
Gambar 9. Diagram Fasaa Fe-C	44
Gambar 10. Kurva Umum Tegangan-Regangan Hasil Uji Tarik	46
Gambar 11. Tabel Standar Kekerasan Rockwell	48
Gambar 12. Spesimen Uji Tarik Pelat berdasarkan Standar ASTM E8	49
Gambar 13. Grafik Beban dan Pertambahan Panjang Uji Tarik Spesimen Raw Material dari Mesin	52
Gambar 14. Gaafik Hasil Pengujian Tarik Raw Material dari Mesin	54
Gambar 15. Grafik Rata-Rata Pengujian Tarik Raw Material dari Mesin	54
Gambar 16. Grafik Beban dan Pertambahan Panjang Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Annealing 700°C dengan Pendingin Ruang	56
Gambar 17. Grafik Hasil Pengujian Tarik Spesimen Perlakuan Panas Annealing 700°C dengan Pendingin Ruang	57
Gambar 18. Grafik Rata-Rata Hasil Pengujian Tarik Spesimen Perlakuan Panas Annealing 700°C dengan Pendingin Ruang	58
Gambar 19. Grafik Beban dan Pertambahan Panjang Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 700°C dengan Pendingin Air	60
Gambar 20. Grafik Hasil Pengujian Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 700°C dengan Pendingin Air	61
Gambar 21. Grafik Rata-Rata Hasil Pengujian Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 700°C dengan Pendingin Air	61
Gambar 22. Grafik Beban dan Pertambahan Panjang Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 700°C dengan Pendingin Oli	63
Gambar 23. Grafik Hasil Pengujian Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 700°C dengan Pendingin Oli	64
Gambar 24. Grafik Rata-Rata Hasil Pengujian Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 700°C dengan Pendingin Oli	65
Gambar 25. Grafik Beban dan Pertambahan Panjang Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Annealing 850°C dengan Pendingin Ruang	67

Gambar 26. Grafik Hasil Pengujian Tarik Spesimen Perlakuan Panas Annealing 850°C dengan Pendingin Ruang	68
Gambar 27. Grafik Rata-Rata Hasil Pengujian Tarik Spesimen Perlakuan Panas Annealing 850°C dengan Pendingin Ruang	68
Gambar 28. Grafik Beban dan Pertambahan Panjang Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 850°C dengan Pendingin Oli	70
Gambar 29. Grafik Hasil Pengujian Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 850°C dengan Pendingin Oli	71
Gambar 30. Grafik Rata-Rata Hasil Pengujian Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 850°C dengan Pendingin Oli	72
Gambar 31. Grafik Beban dan Pertambahan Panjang Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 850°C dengan Pendingin Air	74
Gambar 32. Grafik Hasil Pengujian Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 850°C dengan Pendingin Air	75
Gambar 33. Grafik Rata-Rata Hasil Pengujian Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 850°C dengan Pendingin Air	76
Gambar 34. Grafik Beban dan Pertambahan Panjang Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Annealing 900°C dengan Pendingin Ruang	78
Gambar 35. Grafik Hasil Pengujian Tarik Spesimen Perlakuan Panas Annealing 900°C dengan Pendingin Ruang	79
Gambar 36. Grafik Rata-Rata Hasil Pengujian Tarik Spesimen Perlakuan Panas Annealing 900°C dengan Pendingin Ruang	80
Gambar 37. Grafik Beban dan Pertambahan Panjang Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 900°C dengan Pendingin Oli	82
Gambar 38. Grafik Hasil Pengujian Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 900°C dengan Pendingin Oli	83
Gambar 39. Grafik Rata-Rata Hasil Pengujian Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 900°C dengan Pendingin Oli	83
Gambar 40. Grafik Beban dan Pertambahan Panjang Uji Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 900°C dengan Pendingin Air	85
Gambar 41. Grafik Hasil Pengujian Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 900°C dengan Pendingin Air	86
Gambar 42. Grafik Rata-Rata Hasil Pengujian Tarik Spesimen Perlakuan Panas Hardening 900°C dengan Pendingin Air	87
Gambar 43. Titik Indentasi Pengujian Kekerasan Rockwell	88
Gambar 44. Grain size Number ASTM E-112	93
Gambar 45. Foto Mikro 700 dengan Pendingin Air	93
Gambar 46. Grain Size Number ASTM E-112	94

Gambar 47. Foto Mikro 700 dengan Pendingin Ruang	95
Gambar 48. Grain Size Number ASTM E-112	96
Gambar 49. Foto Mikro 700 dengan Pendingin Oli	96
Gambar 50. Grain Size Number ASTM E-112	97
Gambar 51. Foto Mikro 850 dengan Pendingin Ruang	98
Gambar 52. Grain Size Number ASTM E-112	99
Gambar 53. Foto Mikro 850 dengan Pendingin Air	99
Gambar 54. Grain Size Number ASTM E-112	100
Gambar 55. Foto Mikro 850 dengan Pendingin Oli	101
Gambar 56. Grain Size Number ASTM E-112	102
Gambar 57. Foto Mikro 900 dengan Pendingin Air	102
Gambar 58. Grain Size Number ASTM E-112	103
Gambar 59. Foto Mikro 900 dengan Pendingin Oli	104
Gambar 60. Grain Size Number ASTM E-112	105
Gambar 61. Foto Mikro 900 dengan Pendingin Ruang	105
Gambar 62. Grain Size Number ASTM E-112	106
Gambar 63. Foto Mikro Raw Material	107
Gambar 64. Grain Size Number ASTM E-112	108