

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN TERHADAP KEKUATAN *IMPACT* BAJA KARBON PEGAS-DAUN JIS G 4801 SUP 9



HAIRAN NUR
NIM. 2011102442091

DOSEN PEMBIMBING:
Ir. ANIS SITI NURROHKAYATI, S.T.,M. T

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR
SAMARINDA
2023

TUGAS AKHIR

**Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan terhadap Kekuatan *Impact* Baja
Karbon Pegas-Daun JIS G 4801 SUP 9**



**Hairan Nur
NIM. 2011102442091**

**Dosen Pembimbing:
Ir. Anis Siti Nurrohkayati, S.T.,M. T**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR
SAMARINDA
2023**

LEMBAR PERSEMBAHAN

Pertama-tama puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas terselesaikannya tugas akhir ini dengan baik dan lancar. Tugas akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Orang tua saya yang telah memberikan kasih sayangNya hingga saya dewasa dan selalu mendoakan dan mendukung saya kejalan yang baik, sehingga saya bisa sampai seperti sekarang.
2. Istri dan anak tercinta yang selalu mendukung dan menyemangati dalam proses kuliah dan tugas akhir.
3. Kakak dan adik-adik saya yang selalu memberikan motivasi kepada saya.
4. Ibu Ir. Anis Siti Nurrohkayati, S.T., M. T. Bapak Benyamin, S.T., M.T. dan Bapak Andi Nugroho, S.T., M.T. dan Khanif Setiyawan, S.T., M.T yang telah membimbing saya dan memberikan masukannya dan arahannya.
5. Teman-teman seperjuangan.

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN TERHADAP KEKUATAN *IMPACT* BAJA KARBON PEGAS-DAUN JIS G 4801 SUP 9

Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Teknik (ST)

di

Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

Oleh:

Hairan Nur
NIM. 2011102442091

Tanggal Ujian: 5 Januari 2023

Disetujui oleh:

1. Ir. Anis Siti Nurrohkayati, S. T., M. T
NIDN. 1114019202

(Pembimbing)

2. Andi Nugroho, S. T., M. T
NIDN. 1129089001

(Penguji I)

3. Binyamin, S. T., M. T
NIDN. 1121108801

(Penguji II)



Ketua Prodi S1 Teknik Mesin,

Ir. Anis Siti Nurrohkayati, S. T., M. T
NIDN. 1114019202

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hairan Nur
Program Studi : S1 Teknik Mesin
NIM : 2011102442091

“PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN TERHADAP KEKUATAN *IMPACT* BAJA KARBON PEGAS-DAUN JIS G 4801 SUP 9”

Menyatakan bahwa benar hasil penulisan tugas akhir ini berdasarkan penelitian mandiri, di selesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak di ijin, dan bukan merupakan karya orang lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Referensi yang di rujuk dan di kutip seluruhnya telah di tulis secara lengkap di daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Samarinda, 5 Januari 2023

Yang membuat pernyataan



Hairan Nur

NIM. 2011102442091

Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan terhadap Kekuatan *Impact* Baja Karbon Pegas-Daun JIS G 4801 SUP 9

Nama : Hairan Nur
Nim : 2011102442091
Dosen Pembimbing : Ir. Anis Siti Nurrohkayati, S. T., M.T

Abstrak

Parameter dalam industri pembuatan baja adalah penopang utama pembangunan infrastruktur dan perumahan serta berbagai macam produk salah satunya di bidang otomotif seperti pembuatan pegas daun untuk mobil. Penggunaan pegas daun pada mobil sering mengalami kerusakan material seperti berkurangnya ketangguhan, keretakan, dan keuletan pegas daun yang mengakibatkan pegas daun sering patah. Untuk menjaga kualitas produk baja tersebut, material logam mengalami perlakuan panas. Dari hasil pengujian komposit per daun di ketahui bahwa jenis yang di gunakan adalah baja karbon JIS G 4801 SUP 9. Proses pengerasan di lakukan pada temperatur *austenitik* masing-masing 800°C, 900°C dan 1000°C dengan waktu penahanan 60 menit dan 120 menit. Kemudian lakukan proses *quenching*. Peneliti juga melakukan proses pendinginan udara (*annealing*) pada spesimen dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang berbeda. Pengujian yang di lakukan dalam penelitian ini adalah pengujian *impact* dengan menggunakan metode *charpy*. Kekuatan *impact* juga di pengaruhi oleh nilai kekerasannya, karena jika nilai kekerasannya tinggi maka nilai kekuatan *impact* nya akan rendah begitu pula sebaliknya jika nilai kekerasannya rendah maka nilai kekuatan *impact* nya akan tinggi.

Pada penelitian ini menggunakan material pegas daun JIS G 4801 SUP 9 di mana metode yang di gunakan adalah metode eksperimen berupa variasi proses pendinginan seperti air, air garam, susu, dan oli. Proses *hardening* di lakukan pada suhu *austenit* masing-masing 800°C, 900°C, dan 1000°C dengan waktu penahanan 60 menit dan 120 menit, kemudian di lakukan proses *quenching*. Peneliti juga melakukan proses pendinginan udara (*annealing*) pada spesimen dengan tujuan mendapatkan hasil yang berbeda

Dari hasil penelitian baja karbon JIS G 4801 SUP 9 di peroleh nilai kekuatan *impact* tertinggi pada suhu 800°C selama 120 menit dengan pendinginan susu dengan nilai 0,9800 kgm/mm². *Tempering* menghasilkan *residual marten site* dan *fasa temper austenit* yang membuat baja pegas daun menjadi tangguh di bandingkan dengan struktur sampel yang belum di beri tempering atau kondisi awal.

Kata kunci : pembuatan baja, *tempering*, *holding time*, *quenching*.

The Effect of Heating Temperature Variation on the Impact Strength of Leaf-Spring Carbon Steel JIS G 4801 SUP 9

Nama : Hairan Nur
Nim : 2011102442091
Dosen Pembimbing : Ir. Anis Siti Nurrohkayati, S. T., M.T

Abstract

Parameters in the steel-making industry are the main support for infrastructure and housing development and various kinds of products, one of which is in the automotive sector, such as the manufacture of leaf springs for cars. The use of leaf springs on cars often experiences material damage such as reduced toughness, cracks, and ductility of the leaf springs which results in the leaf springs often breaking. To maintain the quality of these steel products, metal materials are subject to heat treatment. From the results of the composite per leaf test, the study obtained the type used, namely JIS G 4801 or JIS SUP 9 carbon steel and oil. The hardening process was carried out at an austenitic temperature of 800°C, 900°C, and 1000°C respectively with a holding time of 60 minutes and 120 minutes. Then the quenching process was carried out. Researchers also carried out an air cooling (annealing) process on the specimens with the aim of obtaining different results. The tests carried out in this study were impact testing using the charpy method. The impact strength is also affected by the hardness value, because if the hardness value is high, the impact strength value will be low and vice versa if the hardness value is low, the impact strength value will be high.

In this study using JIS G 4801 SUP 9 leaf spring material where the method used is an experimental method in the form of variations in cooling processes such as water, brine, milk, and oil. The hardening process was carried out at an austenitic temperature of 800°C, 900°C, and 1000°C respectively with a holding time of 60 minutes and 120 minutes, then the quenching process was carried out. Researchers also carried out an air cooling (annealing) process on the specimens with the aim of getting different results.

From the results of research on JIS G 4801 SUP 9 carbon steel, the highest impact strength value was obtained at a temperature of 800°C for 120 minutes by cooling milk with a value of 0.9800 kgm/mm². Tempering produces residual marten site and austenite temper phases which make leaf spring steel tough compared to the structure of samples that have not been given tempering or initial conditions.

Keywords: steel-making, tempering, holding time, quenching.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, penulis panjatkan ke hadirat ALLAH SWT karena berkat rahmat islam, iman dan kesehatan serta rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul:

“PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN TERHADAP KEKUATAN *IMPACT* BAJA KARBON PEGAS-DAUN JIS G 4801 SUP 9” dengan baik. Dalam penyusunan skripsi ini untuk memenuhi sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S1) Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.

Berkat bimbingan, bantuan, nasehat, dukungan dan motivasi dari berbagai pihak penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua penulis dan seluruh keluarga tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungan moril.
2. Istri dan anak tercinta yang selalu mendukung dan mendoakan kelancaran penyelesaian program Sarjana Teknik Mesin.
3. Ibu Ir. Anis Siti Nurrohkeyati, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur dan selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan arahan, saran dan masukan selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Khanif Setiawan, ST., MT, selaku Penguji, Pembimbing Mahasiswa dan selaku Koordinator Tugas Akhir yang selalu memberikan motivasi.
5. Bapak dan Ibu Dosen dan Karyawan Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.
6. Teman seangkatan.
7. Teman-teman Laboratorium yang selalu memberikan semangat, dukungan dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan mahasiswa khususnya Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.

Samarinda, 5 Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | ii |
| Abstrak | iii |
| <i>Abstract</i> | iv |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR GAMBAR..... | viii |
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | x |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Batasan Masalah | 2 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Kajian pustaka | 4 |
| 2.2 Kajian Teori..... | 6 |
| 2.2.1 Pengertian Pegas Daun | 6 |
| 2.2.2 Perlakuan Panas (Heat Treatment) | 7 |
| 2.2.3 <i>Quencing</i> | 7 |
| 2.2.4 <i>Annealing</i> | 10 |
| 2.2.5 <i>Tempering</i> | 10 |
| 2.2.6 <i>Normalizing</i> | 10 |
| 2.2.7 Temperature Transisi..... | 11 |
| 2.2.8 Holding Time | 12 |
| 2.2.9 Media Pendingin..... | 12 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 22 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian..... | 22 |
| 3.2 Variabel Pengujian | 22 |
| 3.2.1 Variabel Bebas | 22 |
| 3.2.2 Variabel Terikat | 22 |
| 3.2.3 Variabel Terkontrol..... | 23 |
| 3.3 Alat dan Bahan | 23 |
| 3.3.1 Alat..... | 23 |
| 3.3.2 Bahan | 26 |
| 3.4 Proses Perlakuan Panas | 28 |
| 3.5 Tabel Jumlah Kebutuhan Spesimen | 28 |
| 3.6 Diagram Alur Penelitian..... | 29 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 30 |
| 4.1 Uji Kekerasan | 30 |
| 4.2 Material awal tanpa perlakuan panas | 32 |
| 4.3 Proses Perlakuan Panas | 35 |

| | |
|----------------------------------|----|
| 4.4 Analisa dan Pembahasan | 44 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 45 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 45 |
| 5.2 Saran..... | 45 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 46 |
| LAMPIRAN..... | 47 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Konstruksi pegas daun | 6 |
| Gambar 2.2. <i>Isothermal Transformation Diagram</i> | 8 |
| Gambar 2.3 <i>Continuos Cooling Transformation Diagram</i> | 9 |
| Gambar 2.4. Grafik temperatur transisi | 11 |
| Gambar 2.5. Pola patahan pada penampang specimen uji <i>impact</i> | 13 |
| Gambar 2.6. Perbedaan mekanisme pengujian <i>impact</i> metode <i>charpy</i> dan <i>izod</i> | 14 |
| Gambar 2.7. Alat pengujian impak metode <i>charpy</i> | 14 |
| Gambar 2.8. Skema perhitungan energi <i>impact</i> | 15 |
| Gambar 2.9. Jenis - jenis takikan pada uji <i>impact</i> metode <i>charpy</i> | 16 |
| Gambar 2.10. Alat pengujian <i>impact</i> metode <i>izod</i> | 16 |
| Gambar 2.11. Patahan getas | 17 |
| Gambar 2.12. Patahan liat | 18 |
| Gambar 2.13. Patahan campuran | 18 |
| Gambar 2.14. Metode pengujian kekerasan Brinnel | 19 |
| Gambar 2.15. Prinsip kerja metode kekerasan Rockwell | 19 |
| Gambar 2.16. Pengujian Vickers | 20 |
| Gambar 3.1. mesin cutting whell..... | 23 |
| Gambar 3.2. Gerinda tangan..... | 24 |
| Gambar 3.3. Penggaris besi | 24 |
| Gambar 3.4. Sarung tangan safety | 24 |
| Gambar 3.5. <i>Oven Heat Treatment (Furnace)</i> | 25 |
| Gambar 3.6. Tang penjepit | 25 |
| Gambar 3.7. Uji <i>impact</i> model <i>charpy</i> | 26 |
| Gambar 3.8. Per daun | 26 |
| Gambar 3.9. Air | 26 |
| Gambar 3.10. Air garam | 27 |
| Gambar 3.11. Air susu | 27 |
| Gambar 3.12. Oli | 27 |
| Gambar 3.13. Flowchart Penelitian | 29 |
| Gambar 4. 1. Alat uji kekerasan portable | 30 |
| Gambar 4. 2. Grafik keseluruhan uji kekerasan Vickers | 31 |
| Gambar 4. 3. Spesimen material uji <i>impact</i> | 32 |
| Gambar 4. 4. Dimensi spesimen material uji <i>impact</i> | 32 |
| Gambar 4. 5. Material uji <i>impact</i> pengujian awal | 33 |
| Gambar 4. 6. Grafik <i>impact strength</i> temperatur 800 ⁰ selama 60 menit. | 36 |
| Gambar 4. 7. Grafik <i>impact strength</i> temperatur 800 ⁰ selama 120 menit. | 37 |
| Gambar 4. 8. Grafik <i>impact strength</i> temperatur 900 ⁰ selama 60 menit | 38 |
| Gambar 4. 9. Grafik <i>impact strength</i> temperatur 900 ⁰ selama 120 menit | 39 |
| Gambar 4. 10. Grafik <i>impact strength</i> temperatur 1000 ⁰ selama 60 menit | 41 |
| Gambar 4. 11. Grafik <i>impact strength</i> temperatur 1000 ⁰ selama 120 menit | 42 |
| Gambar 4. 12. Grafik keseluruhan <i>impact strength</i> | 43 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2. 1. Komposisi kimia benda uji dalam % | 21 |
| Tabel 3. 1. Jumlah spesimen..... | 28 |
| Tabel 4. 1. Uji kekerasan | 30 |
| Tabel 4. 2. Data <i>impact</i> material | 33 |
| Tabel 4. 3. Material kondisi awal | 34 |
| Tabel 4. 4. Hasil pengujian <i>impact</i> suhu 800 ⁰ C dengan waktu 60 menit..... | 35 |
| Tabel 4. 5. Hasil pengujian <i>impact</i> suhu 800 ⁰ C dengan waktu 120 menit..... | 36 |
| Tabel 4. 6. Hasil pengujian <i>impact</i> suhu 900 ⁰ C dengan waktu 60 menit..... | 37 |
| Tabel 4. 7. Hasil pengujian <i>impact</i> suhu 900 ⁰ C dengan waktu 120 menit..... | 39 |
| Tabel 4. 8. Hasil pengujian <i>impact</i> suhu 1000 ⁰ C dengan waktu 60 menit..... | 40 |
| Tabel 4. 9. Hasil pengujian <i>impact</i> suhu 1000 ⁰ C dengan waktu 120 menit..... | 41 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1 Sampel bahan uji <i>impact</i> | 47 |
| Lampiran 2 Alat uji kekerasan baja | 47 |
| Lampiran 3 Mesin surpace grinding | 48 |
| Lampiran 4 Spesifikasi Alat Uji Impact | 49 |