

**ANALISA PERLAKUAN PANAS PADA MATERIAL  
REKONDISI PEGAS ULIR BOGIE KERETA TB 398  
TERHADAP UJI KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata Satu (S1)  
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



**DHEBY AGUNG NUGROHO**  
18511270

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO**

**2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Dheby Agung Nugroho  
NIM : 18511270  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Skripsi : Analisa Perlakuan Panas Pada Material Rekondisi  
Pegas Spring Bogie TB398 Terhadap Uji Kekerasan  
dan Stuktur Mikro.

Isi dan formatnya telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat  
Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana Pada Program  
Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo

Ponorogo, 29 juli 2024

Menyetujui

Dosen Pembimbing I



Wawan Trisnadi Putra, S.T.,M.T.,Ph.D  
NIK. 1980020 202109 12

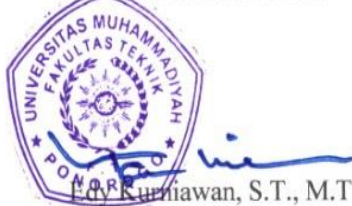
Dosen Pembimbing II



Ir. Fadelan, M.T  
NIK.19610 509199009 12

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Eddy Kurniawan, S.T., M.T  
NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Yoyok Winardi, S.T., M.T  
NIK. 19860803 201909 13

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Nama : Dheby Agung Nugroho

NIM : 18511270

Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul: “Analisa perlakuan panas pada material rekondisi pegas spring bogie TB 398 terhadap uji kekerasan dan struktur mikro” bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang saya rancang/teliti didalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam Naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiatisme, saya bersedia ijazah saya dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar benarnya.

Ponorogo 29 juli 2024

Mahasiswa



Dheby Agung Nugroho

## BERITA ACARA UJIAN

Nama : Dheby Agung Nugroho  
NIM : 18511270  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Skripsi : Analisa Perlakuan Panas Pada Material Rekondisi  
Pegas Ulir Bogie Kereta Tb 398 Terhadap Uji  
Kekerasan Dan Struktur Mikro

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan

Dosen penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (S1) pada :

Hari : Jum'at  
Tanggal : 2 Agustus 2024  
Nilai :

Dosen Penguji,

Ketua Penguji



Wawan Trisnadi P. S.T., M.T., Ph.D.  
NIK. 19800220 202109 12

Anggota Penguji I



Rizal Arifin. S.Si., M.Si., P.hD  
NIK.19870920 201204 12

Anggota Penguji II



Ir.Fadelan. M.T  
NIK. 19610509 199009 12

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Edy Kurniawan, S.T., M.T.  
NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Mesin



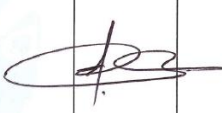
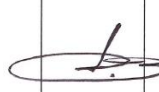
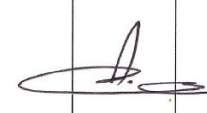

Yoyok Winardi, S.T., M.T.  
NIK. 19860803 201909 13




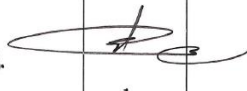

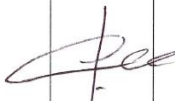
## BIMBINGAN SKRIPSI

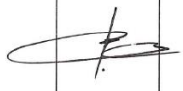

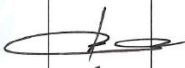

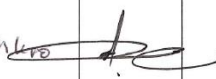

### BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI


Nama : Dhany Agung Nugroho  
 NIM : 18511270  
 Judul Skripsi : Analisa Perilaku Panas Pada Material  
 Pelembutan Pegas Ular Bogie Kereta TB 398  
 Dosen Pembimbing I : Wawan Trisnadi Putra, ST., MT., Ph.D

#### PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	30/1/23	awal	Penyusunan judul dan masalah	
2	15/02/23	mencari solusi	Integrasi masalah dan rumus	
3	04/03/23	Bab 1	Pembahasan Bab 1 Mendiskusikan di pelajari	
4	23/03/23	Bab 2	Pembahasan Bab 2 Proses Bab 3.	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	8/04/24	Modul 3	Time schedule tabel komposisi	
6	18/04/24	Modul 3	Pembuatan Tabel komposisi	
7	19/04/24	Modul 3 tabel	Tabel di Pabrik Aec sampul	
8	29/04/24	Modul 4	Hasil wawancara dgn sistem kefarmasian	
9	30/04/24	Modul 4	Struktur akan di susun ulang sesuai spesifikasi	
10	2/05/24	Modul 5	Revisi kerimpulan	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	5/5/20	Bab 4	Revisi grafik hasil uji	
12	15/5/20	Bab 4	Revisi gambar ketetapan	
13	20/5/20	Bab 4	Revisi penempatan hasil uji kakerasan	
14	25/5/20	Ah 2 Bab	Pertemuan hasil uji kakerasan	
15	30/5/20	Musdis	Revisi gambar uji Struktur	
16	31/5/20	Musdis 128	Revisi gambar kelengkapan hasil uji	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
17	15/07 2024	Al Babs	Anda akan dan DS (yang Ace Sidney.	
18				
19				
20				
21				
22				













**BERITA ACARA**  
**BIMBINGAN SKRIPSI**







**BERITA ACARA**  
**BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : Dheby Agung Nugroho  
 NIM : 18511270  
 Judul Skripsi : Analisa perlakuan panas pada Material Resoudisi Pegas  
 ulir Bag. 2 Kereta TB 30 Terhadap uji kekerasan dasar  
 Dosen Pembimbing II : L. Fadelan, MT

**PROSES PEMBIMBINGAN**

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	1/2 23		Pengantar	
2	16/2 23		Bab II diperbaiki	
3	5/3 23		Bab III diperbaiki	
4	23/04 23		Referensi Penelitian terdahulu	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	9/11/20		Label bealokan ditambahkan	
6	19/10/20		Seluruh gambar di sertakan Refraksi	
7	20/4/21		Rumus dasar ketidakteraturan diperbaiki	
8	30/4/21		Pembacaan derajat suhu diperbaiki	
9	1/5/21		Metabolisme, Alur pengujian	
10	3/5/21		Refraksi "panda" diperbaiki	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	15/21 5		Perbaikan penulisan	
12	25/21 5		Pernambahan literatur	
13	30/21 5		Revisi masalah	
14	2/21 16		Tabel hasil diperbaiki	
15	10/21 16		Grafik hasil diperbaiki	
16	1/21 17		Revisi hasil diperbaiki	

## MOTTO

“Setiap permasalahan pasti ada jalan keluarnya, percayalah akan hal tersebut.”

(Gus Baha)

"Pengetahuan yang baik adalah yang memberikan manfaat, bukan hanya diingat."

(Imam Safi'i)

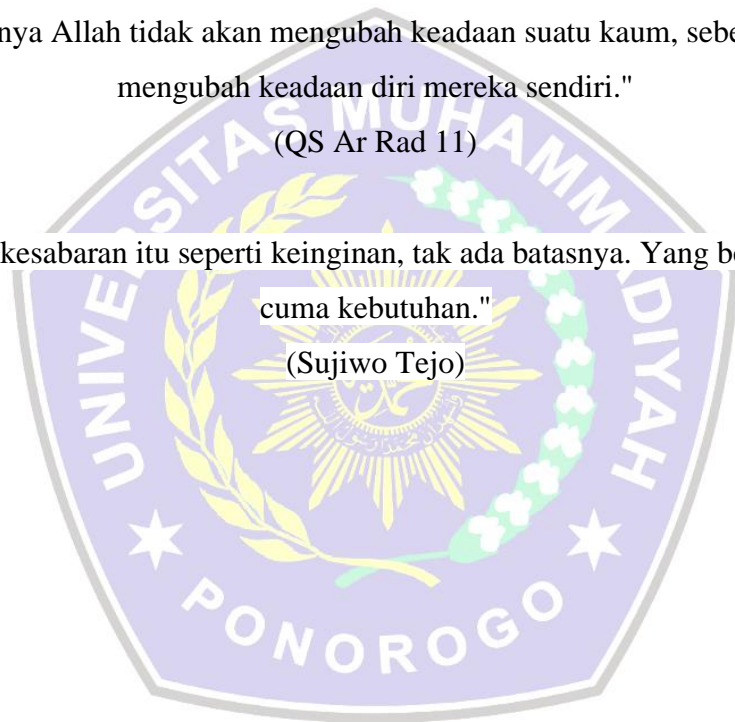
"Seungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri."

(QS Ar Rad 11)

"Harusnya kesabaran itu seperti keinginan, tak ada batasnya. Yang bertapal batas

cuma kebutuhan."

(Sujiwo Tejo)



## HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya buat dan saya persembahkan kepada :

1. Istri saya Umu Zakiyah Santoso, S.Pd. dan kedua anak saya tercinta yang selalu memberikan dukungan dan doa untuk kelancaran dalam menyelesaikan skripsi.
2. Orang tua ibu dan Alm. Bapak yang telah senantiasa memberikan dukungan, semangat, serta doa sehingga saya bisa sampai pada titik ini.
3. Kepada keluarga kerabat saya yang memberikan masukan arahan untuk saya agar kedepannya mampu lebih baik.
4. Kepada teman – teman teknik mesin angkatan 2018 yang telah menjadi partner saya selama menempuh pendidikan.
5. Kepada teman – temanku yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu menjadi warna dan canda semasa perkuliahan.
6. Dan tidak lupa kepada bapak Wawan Trisnadi Putra, S.T.,M.T.,Ph.D dan bapak Ir. Fadelan, M.T yang telah membimbing saya hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Kepada UPT Balai Yasa Surabaya Gubeng, PT. Kereta Api Indonesia (Persero) yang telah memberikan dan menyediakan tempat untuk penelitian saya.

## **Analisa Perlakuan Panas Pada Material Rekondisi Pegas Spring Bogie**

### **TB398 Terhadap Uji Kekerasan dan Stuktur Mikro**

Dheby Agung Nugroho<sup>1</sup>, Wawan Trisnadi Putra<sup>2</sup>, Fadelan<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas

Muhammadiyah Ponorogo

E-mail : [Nugrohdheby@gmail.com](mailto:Nugrohdheby@gmail.com)

---

### ***Abstrak***

Pegas bogie merupakan komponen dari suatu sistem pada roda kereta api yang berfungsi mengurangi beban dampak dan meringankan kejutan pada saat kereta berjalan. Pada penelitian kali ini yang dilakukan adalah menganalisa pegas bogie yang telah dilakukan perlakuan panas dengan cara melakukan beberapa pengujian dengan tujuan agar mendapatkan perbandingan nilai kekerasan dan struktur mikro. Penelitian ini meliputi beberapa pengujian yaitu uji kekerasan dan uji struktur mikro. Pada penelitian yang telah dilakukan dengan tiga variasi suhu perlakuan panas yaitu 600, 700 dan 800°C. Pada penelitian ini dilakukan dengan perlakuan panas atau heat treatment dengan metode *quenching* selama 1 jam dan kemudian dilakukan *tempering* pada suhu 400 °C dengan waktu tahan 30 menit guna menghilangkan tegangan sisa pada hasil pemasangan sebelumnya. Dalam metode *quenching* pendinginan dilakukan secara kejut dengan cara dicelupkan secara langsung pada media pendingin yang menggunakan oli berjenis Meditran S SAE 40. hal ini menyebabkan material yang panas didinginkan secara cepat dan tidak menggunakan media pendinginan udara. Pada pengujian struktur mikro pada material tanpa perlakuan panas dapat dilihat fasa material *ferrit* dan *pearlit* cukup dominan berimbang. Pada material bogie tanpa perlakuan nilai kekerasan tertinggi pada bogie yang rusak. Namun pada pegas bogie rusak dan dibawah standar memang tampak unsur *pearlit* secara jumlah dan ukuran mulai tampak lebih banyak. Untuk hasil pada nilai kekerasan dan uji struktur mikro dan dapat diamati bahwa pada setiap peningkatan suhu terjadi pertumbuhan unsur *pearlit* dan peningkatan nilai kekerasan. Perlakuan panas pada 3 suhu yaitu 600°C, 700°C dan 800°C terjadi perubahan sifat mekanik pada material terbukti dari hasil pengamatan struktur mikro dan pengujian kekerasan yang menunjukkan perbedaan nilai kekerasan. Pada hasil perlakuan panas 600°C nilai kekerasan 16.98 HB dan turun pada pegas standar 15.67 HB. Pada suhu perlakuan tertinggi nilainya juga turun dari pegas rusak dengan nilai 18.14 HB kemudian pada pegas dibawah standar 18.02 HB dan turun kembali pada bogie standar dengan nilai 17.48 HB. Setiap peningkatan nilai kekerasan pada hasil struktur mikronya terjadinya penambahan unsur *pearlit*.

**Kata Kunci : Analisa, Rekondisi, Kereta Api, Pegas Bogie**

## KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirabbil'alaamiin. Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulisan Skripsi yang berjudul “Perbandingan Media Pendingin Air Radiator terhadap Kinerja Mesin Motor Yamaha MX King 2015” dapat terselesaikan. Sholawat dan salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya, sebagai pembawa kebenaran sepanjang zaman dan menjadi panutan bagi umat manusia.

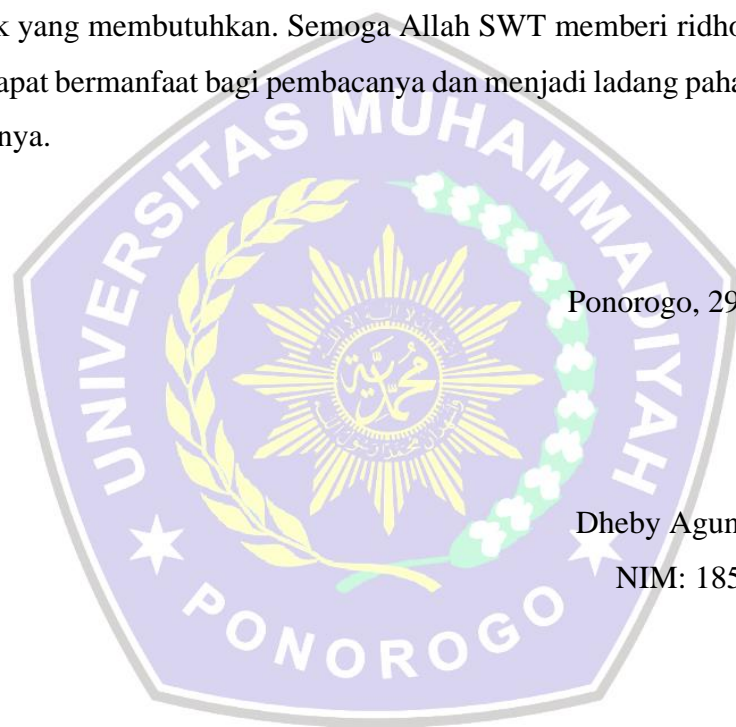
Dalam kesempatan ini juga penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang tua atas segala do'a, restu, motivasi, dan nasehatnya yang memberikan segalanya serta ketabahan dalam mendidik. Serta keluarga yang selalu memberikan motivasi kepada penulis. Semoga Allah SWT selalu melindungi dan melimpahkan rahmat-Nya kepada orang-orang yang penulis sayangi.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis dengan senang hati menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Happy Susanto, M.A selaku rektor Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
2. Bapak Edy Kurniawan, S.T., M.T dan Ibu Dyah Mustikasari, S.T, M.Eng. selaku Dekan dan Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo yang telah memberikan kesempatan penulis untuk melanjutkan Studi Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak Yoyok Winardi, S.T., M.T., selaku ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo
4. Bapak Wawan Trisnadi Putra, S.T., M.T., Ph.D dan bapak Ir. Fadelan, M.T selaku Dosen Pembimbing I dan II yang selalu memberikan bimbingan, motivasi dan memberikan arahan pada penulis.
5. Kepada seluruh Dosen-dosen Fakultas Teknik, Program studi Teknik Mesin.

6. Kepada Ibu, Bapak dan Keluarga yang telah memberi dorongan materi maupun, motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman seperjuangan selama di Universitas Muhammadiyah Ponorogo Khususnya Teknik Mesin 2018.

Dengan segala kerendahan hati penulis sadar bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan ketidak sempurnaan. Penulis mengharapkan masukan, kritik dan saran yang bersifat membangun kearah perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan. Semoga Allah SWT memberi ridho dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembacanya dan menjadi ladang pahala yang tiada putus-putusnya.



Ponorogo, 29 juli 2024

Dheby Agung Nugroho

NIM: 18511270



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI .....	ii
HALAMAN BERITA ACARA UJIAN .....	iii
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI .....	iii
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI .....	v
MOTTO.....	xi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	xii
<i>Abstrak</i> .....	xiii
KATA PENGANTAR .....	xiv
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR GAMBAR .....	xix
BAB I .....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II.....	6
.TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Sarana prasarana kereta api .....	7
2.3 Kereta .....	8
2.4 Bogie kereta.....	10
2.5 Sistem pemegasan pada bogie .....	13
2.6 Pegas pendukung .....	13
2.7 Perlakuan panas material.....	14
2.8 Diagram fase Fe-Fe <sub>3</sub> C .....	16
2.9 Oli Sebagai Media Pendingin.....	18

2.10 Karakterisasi Material .....	19
BAB III.....	22
METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Waktu dan Tempat penelitian.....	22
3.2 Alat.dan.Bahan .....	22
3.3 Pembuatan Spesimen.....	23
3.4 Pengujian spesimen .....	25
3.5 Analisa data .....	27
3.6 Diagram alur.....	28
BAB IV .....	30
ANALISA DATA & PEMBAHASAN .....	30
4.1 Hasil pengujian kekerasan.....	30
4.2 Hasil pengamatan struktur mikro .....	33
4.3 Pembahasan .....	37
BAB V.....	39
KESIMPULAN.....	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran .....	39
DAFTAR PUSTAKA .....	40
LAMPIRAN.....	43



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Data ukuran utama Bogie TB398.....	12
Tabel 2. 2 Komposisi kimia JIS SUP 9A.....	12
Tabel 3. 1 Tabulasi hasil pengujian Kekerasan.....	26
Tabel 4. 1 Hasil pengujian tanpa perlakuan.....	30
Tabel 4. 2 Hasil pengujian dengan suhu 600°C.....	30
Tabel 4. 3 Hasil pengujian dengan suhu 700°C.....	31
Tabel 4. 4 Hasil pengujian dengan suhu 800°C.....	31



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kereta penumpang.....	8
Gambar 2. 2 Kereta makan.....	9
Gambar 2. 3 Kereta pembangkit .....	9
Gambar 2. 4 Kereta bagasi .....	10
Gambar 2. 5 Bogie TB 98 .....	11
Gambar 2. 6 Diagram temperatur terhadap waktu .....	14
Gambar 2. 7 Diagram kesetimbangan Fe-Fe <sub>3</sub> C.....	16
Gambar 2. 8 Ilustrasi jenis indentasi .....	19
Gambar 3. 1 Spring Bogie TB398.....	23
Gambar 3. 2 Siklus perlakuan panas .....	24
Gambar 4. 1Grafik nilai kekerasan pegas bogie rusak.....	31
Gambar 4. 2Grafik nilai kekerasan pegas dibawah standar .....	32
Gambar 4. 3Grafik nilai kekerasan pegas bogie standar.....	32
Gambar 4. 4Hasil pengamatan bogie tanpa perlakuan(A) pegas rusak (B) Bogie dibawah standar (C) Bogie Standar.....	34
Gambar 4. 5Hasil pengamatan bogie perlakuan 600°C (A) pegas rusak (B) Bogie dibawah standar (C) Bogie Standar.....	35
Gambar 4. 6Hasil pengamatan bogie perlakuan 700°C (A) pegas rusak (B) Bogie dibawah standar (C) Bogie Standar.....	35
Gambar 4. 7Hasil pengamatan bogie perlakuan 800°C (A) pegas rusak (B) Bogie dibawah standar (C) Bogie Standar.....	36