

ANALISIS KEGAGALAN PEGAS SEKUNDER K5 KERETA API

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Mencapai Sarjana Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Mesin di Universitas Pasundan Bandung

Disusun Oleh :

Ogi Wahyu Firmanzah

(143030143)



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2019**

SEKRIPSI
ANALISIS KEGAGALAN PEGAS SEKUNDER K5 KERETA API

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Mencapai Sarjana Strata Satu (S-1)
Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan Bandung



Nama : Ogi Wahyu Firmanzah
NRP : 143030143

Menyetujui,

Pembimbing I

Ir. Bukti Tarigan, MT

Pembimbing II

Ir. Herman Soemantri, MT

ABSTRAK

Di Indonesia, kereta api merupakan salah satu jenis alat transportasi yang mempunyai daya angkut dalam jumlah yang banyak. Kereta api terdiri dari satu lokomotif sebagai tenaga penggerak/mesin penarik dan beberapa gerbong sebagai tempat penumpang atau barang. Pada gerbong terdapat bogie yang terletak di bawah gerbong berfungsi untuk meningkatkan kapasitas muatan, meningkatkan kecepatan, memudahkan melewati tikungan dan meningkatkan kenyamanan dan keamanan. System suspense merupakan komponen yang di gunakan untuk meningkatkan fungsi bogie.

Sistem suspense pada bogie kereta api bentuk dan susunannya bermacam-macam tergantung dengan jenis bogienya. Sebagai contoh jenis bogie K5 merupakan bogie kereta api dengan system suspense yang terdiri dari tiga jenis pegas yaitu pegas pendukung, pegas ayun dalam dan pegas ayun luar. Apabila tiba-tiba pegas mengalami kegagalan, maka akan menimbulkan terjadinya kecelakaan atau anjoknya gerbong dari lintasan rel.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab kegagalan pada pegas bogie kereta api yang merupakan komponen penting dalam kereta api. Dari konstruksinya material pegas haruslah memiliki sifat dapat menyerap energy, modulus resilin yang tinggi, tangguh, keras, tidak getas, ulet dan tidak kaku.

Hasil komposisi kimia dan struktur mikro material pegas tersebut adalah baja karbon tinggi dengan rata-rata kadar karbon 0,622% karbon dan memiliki struktur mikro martensit temper dimana pegas rekondisi mempunyai butir dan bentuk lebih kasar, kekerasan juga terlihat rata-rata 20 HRC baik pegas yang rekondisi maupun non-rekondisi.

Dari hasil perhitungan dan analisa gaya, diperoleh beban aktual sebesar 22544 N. Beban tersebut berada di bawah beban maksimumnya sebesar 37111 N, menurut data *sheet* pegas yang terdapat di PT. Kereta Api Indonesia, dengan demikian beban tersebut dapat dinyatakan aman. Dan dilihat dari bentuk patahan, pegas mengalami patah akibat *fatigue* yang di tandai dengan *initial chcrack* dan pertumbuhannya (*beach mark*).

ABSTRACT

In Indonesia, a train is a type of transportation that has a large amount of carrying capacity. The train consists of one locomotive as driving force / pulling machine and several carriages as a place for passengers or goods. In the carriage there is a bogie located below the carriage that serves to increase cargo capacity, increase speed, facilitate passing support and increase comfort and safety. A suspension system is a component used to improve bogie functions.

The suspension system on the train's bogie shape and arrangement varies depending on the type of bogie. For example the type of bogie K5 is a train bogie with a suspension system consisting of three types of springs namely supporting springs, inner swing spring and outer swing spring. If suddenly the spring fails, it will cause an accident or a corner of the carriage from the railroad track.

The purpose of this study was to determine the cause of failure in the railroad bogie spring which is an important component in the train. From the construction of spring material must have properties that can absorb energy, high resilience modulus, tough, hard, not brittle, resilient and not rigid.

The results of the chemical composition and microstructure of spring materials are high carbon steel with an average carbon content of 0.622% carbon and have a tempered martensitic microstructure where reconditioned springs have grain and a coarser shape, hardness also looks at an average of 20 HRC both reconditioned springs and non-reconditioning.

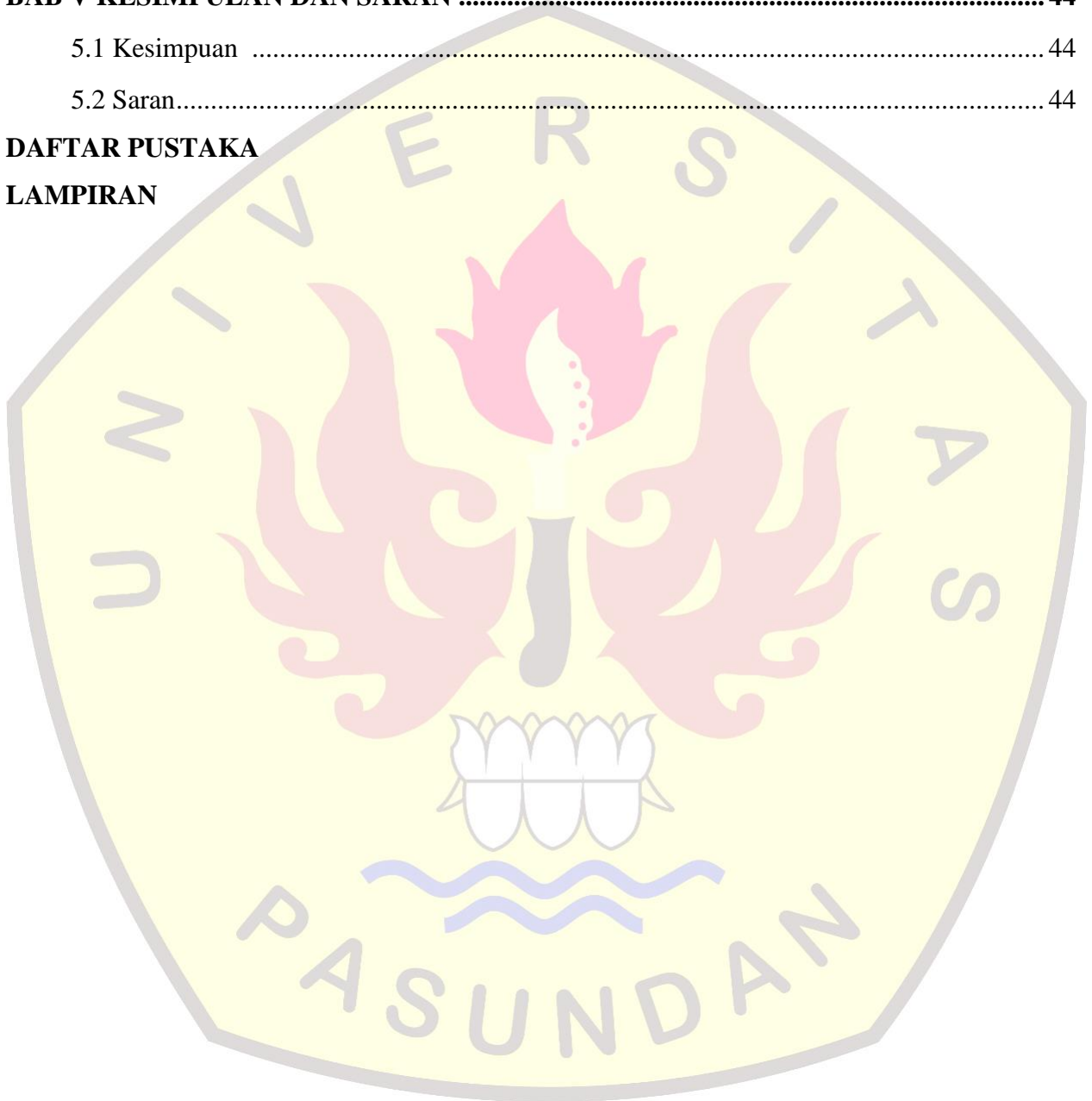
From the results of force calculation and analysis, the actual load is 22544 N. The load is under its maximum load of 37111 N, according to the spring data sheet found at PT. Indonesian Railways, thus the burden can be declared safe. And seen from the shape of the fault, the spring is broken due to fatigue which is marked by the initial crack and its growth (beach mark).

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Metodologi Penelitian	2
1.7 Sistematika Penulisan	3
BAB II STUDI LITERATUR.....	4
2.1 Definisi Kereta Api	4
2.2 Jenis-jenis Kereta Api	4
2.2.1 Dari segi propulsi (tenaga penggerak).....	4
2.2.2 Dari segi rel.....	5
2.2.3 Kereta api barang	6
2.3 Bogie Kereta Api.....	7
2.4 Pegas Bogie.....	7
2.5. Macanm-macam pemegasan pada frame bogie	8
2.6 Definisi pegas	8
2.7 Kesamaan untuk menentukan tegangan, kekuatan tarik, faktor keselamatan dan frekuensi	9
2.8 Pengertian Analisa Kegagalan	11
2.9 Penyebab Kegagalan	11
2.10 Patahan Material.....	12
2.10.1 Patahan ulet.....	12
2.10.2 Patahan Getas.....	13

2.11	Gagal Fatigue/Lelah	13
2.12	Beberapa Check List dalam Analisa Kegagalan	13
2.13	Baja	15
2.13.1	Macam-macam Baja	15
2.14	Fraktografi	18
2.15	Pengujian Merusak	18
2.16	Pengujian Kekerasan	18
2.16.1	Pengujian Kekerasan Rockwell	19
2.17	Teknik Elemen Hingga	18
2.17.1	Pemodelan Pegas	21
2.17.2	<i>Meshing</i>	25
2.17.3	<i>Post Processing</i> atau Hasil	25
BAB III	METODE PENELITIAN.....	26
3.1	Diagram Alir Penelitian	26
3.2	Informasi Latar Belakang	27
3.3	Kegagalan Pada Pegas Sekunder Kereta Api	27
3.4	Pengujian	28
3.4.1	<i>Nondestructive Test</i> (Pengujian Tidak Merusak)	28
3.4.2	<i>Destructive Test</i> (Pengujian Merusak)	28
3.5	<i>Finite Element Analysis</i>	33
3.5.1	Analisis Statik	34
3.5.2	Analisa perhitungan	36
BAB IV	DATA DAN ANALISIS.....	38
4.1	Pengamatan	38
4.1.1	Pengamatan Visual	38
4.1.2	Pengamatan Bentuk Patahan	38
4.2	Pengujian Merusak	39
4.2.1	Hasil Pengamatan Struktur Mikro	39
4.2.2	Hasil Perhitungan Metode Kuantitatif	39

4.2.3 Hasil Uji Komposisi Kimia	41
4.2.4 Hasil Pengujian Kekerasan	41
4.3 Hasil <i>Finite Element Analisis</i> Menggunakan SolidWork	42
4.3.1 Analisis Dinamik	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan di bahas tentang penggambaran umum tugas akhir yang mencakup latar belakang, tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia, kereta api merupakan salah satu jenis alat transportasi yang mempunyai daya angkut dalam jumlah yang banyak. Kereta api terdiri dari satu lokomotif sebagai tenaga penggerak/mesin penarik dan beberapa gerbong sebagai tempat penumpang atau barang. Pada gerbong terdapat bogie yang terletak di bawah gerbong berfungsi untuk meningkatkan kapasitas muatan, meningkatkan kecepatan, memudahkan melewati tikungan dan meningkatkan kenyamanan dan keamanan. System suspense merupakan komponen yang di gunakan untuk meningkatkan fungsi bogie.

Sistem suspense pada bogie kereta api bentuk dan susunannya bermacam-macam tergantung dengan jenis bogienya. Sebagai contoh jenis bogie K5 merupakan bogie kereta api dengan system suspense yang terdiri dari tiga jenis pegas yaitu pegas pendukung, pegas ayun dalam dan pegas ayun luar. Apabila tiba-tiba pegas mengalami kegagalan, maka akan menimbulkan terjadinya kecelakaan atau anjoknya gerbong dari lintasan rel. Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) mengatakan bahwa, sejak tahun 2007 hingga 2010, dari 42 kecelakaan kereta api, 25 diantaranya disebabkan oleh kondisi rel yang sudah tua. Pada saat ini kondisi yang dihadapi oleh PT. KAI yaitu sering terjadinya kecelakaan atau anjloknya gerbong dari lintasan rel yang salah satunya disebabkan oleh gagalnya material pada system pemegasan khususnya pada pegas ulir. Sebagai contoh ; pada tanggal 12 september 2018 terjadi kerusakan pegas ulir bogie luar yaitu patah daerah lilitan Terjadinya keruskan pegas ulir luar ini karena patah lelah yang diakibatkan oleh tegangan yang bekerja pada pegas ulir ini melebihi batas atau beban berlebih.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab kegagalan pada pegas bogie kereta api yang merupakan komponen penting dalam kereta api. Dari konstruksinya material pegas haruslah memiliki sifat dapat menyerap energy, modulus resilin yang tinggi, tangguh, keras, tidak getas, ulet dan tidak kaku.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari analisis kegagalan pada pegas bogie kereta api ini sebagai berikut:

1. Menganalisa penyebab kegagalan pegas bogie kereta api
2. Meminimalkan resiko kegagalan dimasa depan

1.3 Rumusan Masalah

Agar tujuan penelitian tugas akhir ini bisa di capai dengan baik, maka dibuatlah rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa yang menyebabkan gagalnya pegas bogie?
2. Apakah material yang digunakan original atau tidak?
3. Bagaimana tegangan, regangan, ayunan yang terjadi pada pegas bogie

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian memfokuskan pada butir-butir berikut:

- Pegas bogie yang mengalami kegagalan
- Pengujian visual, fraktografi, metalografi, komposisi, kekerasan *Rockwell B*
- *Finiti element analisys* menggunakan *solidworks simulation*

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

- Menghindari kegagalan serupa di masa depan.
- Sebagai pertimbangan desain yang lebih baik untuk produsen dan konsumen.
- Menyadarkan masyarakat untuk lebih meningkatkan umur pakai dari pada harga beli.
- Menambah pengetahuan wawasan tentang faktor-faktor kegagalan dan bagaimana cara menghindarinya.

1.6 Metodologi Penelitian

Agar dalam proses pelaksanaan penelitian tetap terarah, dan data-data yang didapatkan valid serta mencakup semua bahasan maka tahapan metode penelitian yang akan dilakukan adalah:

1. Studi literatur; sebagai dasar pendukung pengetahuan dalam melakukan analisis kegagalan supaya tidak menyimpang dari tujuan dengan menggunakan buku-buku referensi dan data-data kereta api.

2. Metode Observasi; metode ini dilakukan dengan cara langsung melakukan pemotongan matial, melakukan pengujian dan kemudin menganalisa. Metode ini merupakan suatu upaya untuk melihat suatu permasalahan secara ilmiah.
3. Survei; digunakan untuk mengumpulkan data atau informasi mengenai pegas bogie kereta api yang digunakan dan kondisi dilapangan.
4. Diskusi

1.7 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini disusun berdasarkan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, tujuan dan batasan masalah mengenai kegagalan pegas bogie kereta api serta sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II STUDI LITERATUR

Mencakup teori-teori yang berkaitan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Mencakup tentang langkah-langkah yang akan dilakukan untuk menyelesaikan penelitian

BAB IV DATA DAN ANALISIS

Berisi tentang data-data hasil penelitian dan analisis hasil penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan dari penelitian dan saran untuk memaksimalkan umur guna pegas bogie.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

1. [wikipedia.org/wiki/Kereta Api Indonesia](http://wikipedia.org/wiki/Kereta_Api_Indonesia)
2. Amyreza. “Metallurgis Twannabe”. 28 April 2018
www.metallurgistwannabe.wordpress.com/2015/07/30/failure-1-apa-itu-fraktur
3. Vina Nurfadila “Bentuk Patahan Ulet dan Getas akibat Beban Puntir”. 28 April 2018
www.vinanurfadila.blogspot.co.id/2017/03/torsion-testing.html
4. Hari Maghfiroh. “Dunia Kereta-BOGIE”. 29 April 2018
www.keretalistrik.com/2016/02/bogie.html
5. Maulana Emuktie. “Mengenal Jenis-jenis BOGIE”. 29 April 2018
www.maulanaemuktei.blogspot.co.id/2009/08/mengenal-jenis-jenis-bogie.html
6. T.R. Gurney. 1968. *Fatigue of Welded Structures*. Cambridge U.P.
7. Rockwell hardness Test. 30 April 2018.
www.gordonengland.co.uk/hardness/Rockwell.htm
8. Wikipedia. “Definisi Pegas”. 2 Mei 2018
www.wikipedia.org/wiki/Pegas
9. Desetyawan.wordpress.com/2017/01/10/analisis-elemen-hingga/(23 Desember 2018)
10. Shigley’s, *Mechanical Engineering Design*. New York: McGraw-Hill. Edisi 10.
11. Voort, Vander.1984. *Metalography Principles And Practice*. New York: McGraw-Hill.
12. Tarigan, Bukti Ir, MT. 2015. *Modul Praktikum Material Teknik* . Bandung
13. E.Dieter,George.1981. *Mechanical Metalurgi*. New delhi: McGraw-Hill.
14. Harahap,Gandhi (Penterjemah).1991. *Perencanaan Teknik Mesin Edisi Ke Empat*: PT.Erlangga.
15. B4T.2018.Analisa Kegagalan. Bandung: diambil dari : www.b4t.go.id/layanan-jasa/inspeksi-teknik/analisa-kegagalan/(12 Desember 2018)