

## ANALISIS KINERJA SUSPENSI TIPE COIL SPRING PADA MOBIL MERK A TERHADAP BEBAN BERVARIASI SECARA EKSPERIMENTAL

<sup>1</sup>Rusdi Dahlan, MT. <sup>2</sup>Pedro da Silva, MT. <sup>3</sup>Rafii Zuhdi Hibatullah

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta, [rusdidahlan73@gmail.com](mailto:rusdidahlan73@gmail.com)

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta, [pedrodpp89@gmail.com](mailto:pedrodpp89@gmail.com)

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Mesin (undergraduate), FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta, [rafiizuhdi99@gmail.com](mailto:rafiizuhdi99@gmail.com)

### Abstrak

Suspensi pada mobil berfungsi untuk meredam kejutan dan getaran yang diterima oleh kendaraan dari permukaan jalan. Suspensi tipe coil spring merupakan salah satu jenis suspensi yang paling umum digunakan pada mobil. Kinerja suspensi tipe coil spring dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah beban kendaraan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja suspensi tipe coil spring pada mobil terhadap beban bervariasi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan, uji komposisi kimia dan uji dye penetrant test. Data yang diperoleh dari pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui pengaruh beban terhadap kinerja suspensi, mengetahui komposisi kimia dan mengetahui adanya cacat atau tidak pada coil spring setelah penggunaan dengan durasi tertentu. Pengujian tekan dengan beban bervariasi pada coil spring dilakukan menggunakan alat uji Universal Tester Machine. Beban yang ditambahkan adalah 1000 N, 2000 N, 3000 N, dan 4000 N. Pengujian tekan dilakukan untuk memastikan performa spring yaitu konstanta kekakuan yang ditargetkan saat didesain terpenuhi oleh aktual part. Berdasarkan hasil pengujian, coil spring dapat menahan beban hingga 4000 N tanpa mengalami deformasi permanen. Coil spring juga memiliki safety factor lebih besar dari 1, yaitu sebesar 3,3. Hasil uji komposisi kimia menunjukkan bahwa kandungan karbon, kromium, tembaga, mangan, fosfor, silikon, sulfur, dan vanadium dalam coil spring mendekati standar ASTM E415. Hasil uji Dye Penetrant Test menunjukkan bahwa coil spring tidak mengalami cacat. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa coil spring yang diuji memenuhi standar kualitas dan dapat berfungsi dengan baik.

**Kata Kunci:** suspensi, coil spring, beban, safety factor, konstanta kekakuan

### 1. PENDAHULUAN

Suspensi pada mobil berfungsi untuk meredam kejutan dan getaran yang diterima oleh kendaraan dari permukaan jalan. Coil spring atau pegas spiral adalah salah satu komponen penting pada sistem suspensi mobil. Fungsi utamanya adalah untuk menahan beban dan memberikan kestabilan pada mobil saat melaju di jalan raya. Namun, dalam penggunaannya yang terus-menerus, coil spring dapat mengalami keausan atau kerusakan, sehingga perlu diganti atau diperbaiki (Halliday, David, 2015)

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kondisi coil spring terhadap kinerja suspensi mobil. Pada mobil, coil spring terletak di atas atau di bawah shock absorber, tergantung pada

desain suspensi yang digunakan. Coil spring akan mengalami tekanan dan memendek saat beban kendaraan bertambah, seperti saat mobil membawa penumpang atau barang.

Coil spring pada mobil memiliki berbagai ukuran dan kekuatan, yang disesuaikan dengan berat kendaraan dan tipe suspensi yang digunakan. Ukuran dan kekuatan coil spring yang tepat sangat penting untuk menjaga keseimbangan dan kenyamanan berkendara (Otoklix, 2022)

Ketika coil spring mobil mengalami kerusakan atau keausan, maka kinerjanya akan terganggu dan dapat menyebabkan masalah pada sistem suspensi. Tanda-tanda kerusakan coil spring meliputi bunyi aneh saat berkendara, mobil terasa tidak stabil atau tidak nyaman, dan posisi mobil yang terlalu rendah atau terlalu tinggi.

Suspensi pada mobil berfungsi untuk meredam kejutan dan getaran yang diterima oleh kendaraan dari permukaan jalan. Coil spring atau pegas spiral adalah salah satu komponen penting pada sistem suspensi mobil. Fungsi utamanya adalah untuk menahan beban dan memberikan kestabilan pada mobil saat melaju di jalan raya. Namun, dalam penggunaannya yang terus-menerus, coil spring dapat mengalami keausan atau kerusakan, sehingga perlu diganti atau diperbaiki. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kondisi coil spring terhadap kinerja suspensi mobil (Zhu, Y., 2014).

Pada mobil, coil spring terletak di atas atau di bawah shock absorber, tergantung pada desain suspensi yang digunakan. Coil spring akan mengalami tekanan dan memendek saat beban kendaraan bertambah, seperti saat mobil membawa penumpang atau barang.

Coil spring pada mobil memiliki berbagai ukuran dan kekuatan, yang disesuaikan dengan berat kendaraan dan tipe suspensi yang digunakan. Ukuran dan kekuatan coil spring yang tepat sangat penting untuk menjaga keseimbangan dan kenyamanan berkendara (Budynas, 2011).

Ketika coil spring mobil mengalami kerusakan atau keausan, maka kinerjanya akan terganggu dan dapat menyebabkan masalah pada sistem suspensi. Tanda-tanda kerusakan coil spring meliputi bunyi aneh saat berkendara, mobil terasa tidak stabil atau tidak nyaman, dan posisi mobil yang terlalu rendah atau terlalu tinggi.

Berikut adalah beberapa kegagalan fungsi yang terjadi pada coil spring mobil :

1. Patah atau retak. Coil spring yang patah atau retak dapat menyebabkan mobil menjadi tidak stabil dan berbahaya saat dikendarai. Ini bisa terjadi akibat usia coil spring yang sudah tua atau kerusakan karena kecelakaan atau kondisi jalan yang buruk.

2. Penurunan performa dalam menyerap beban atau gaya luar. Coil spring yang telah mengalami deformasi plastis akan mengakibatkan ketinggian mobil menurun dan mengurangi kemampuan suspensi untuk menyerap guncangan dan goyangan pada jalan yang tidak rata.

3. Suara berderak. Suara berderak atau gemeretak yang terdengar dari suspensi

depan mobil bisa jadi disebabkan oleh coil spring yang longgar atau rusak.

4. Kekakuan yang berlebihan. Coil spring yang terlalu kaku atau keras bisa mengurangi kenyamanan saat berkendara, mengakibatkan mobil tidak bisa menyerap guncangan dengan baik. Kekakuan yang berlebihan dapat disebabkan oleh proses perawatan yang tidak tepat saat mengatasi deformasi plastis coil spring.

5. Korosi. Coil spring yang telah terkena korosi atau karat dapat mengurangi kekuatan dan ketahanannya, bahkan bisa patah pada saat yang tidak terduga dan mengakibatkan kecelakaan.

Pada penelitian ini, analisis kinerja suspensi hanya terkait permasalahan yang terjadi pada coil spring pada mobil dan tidak membahas sistem suspensi secara keseluruhan. Suspensi yang dianalisis hanya tipe suspensi yang menggunakan coil spring yang biasanya digunakan di mobil konvensional. Penelitian juga tidak membahas perbaikan suspensi atau rekomendasi perbaikan terkait perubahan performa.

Dengan demikian, penelitian yang dilakukan akan mencakup :

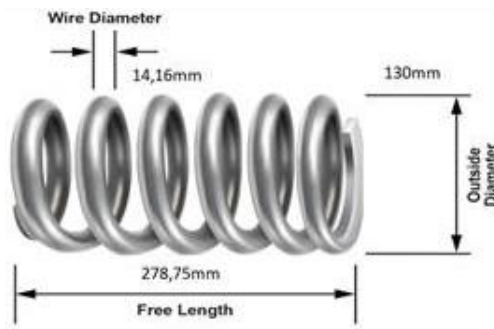
1. Pemahaman besar beban yang dapat ditahan oleh coil spring tanpa mengalami deformasi permanen dan mengukur kekakuan coil spring secara eksperimental dan dibandingkan dengan hitungan teoritis.

2. Menganalisis apakah coil spring telah memenuhi standar kualitas yang ditetapkan.

3. Menganalisis apakah komposisi kimia pada coil spring memenuhi standar ASTM E415.

4. Menganalisis apakah coil spring mengalami cacat setelah digunakan dengan durasi tertentu dan dilakukan pembebanan sampai 4000 N.

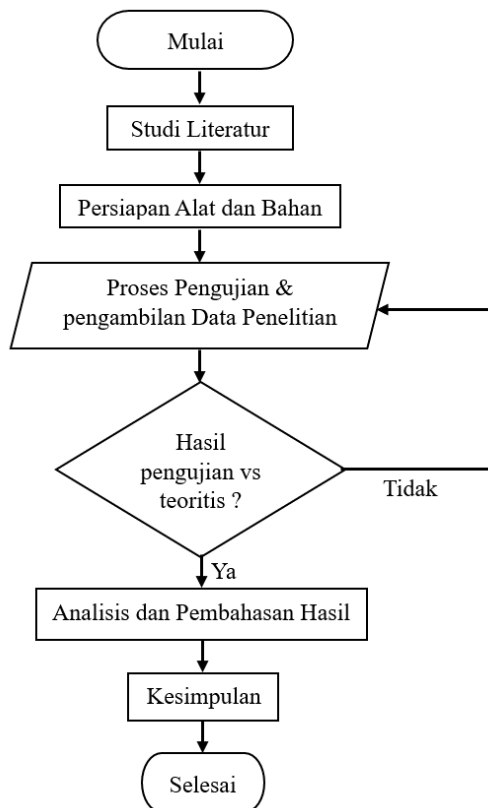
Coil spring yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis *coil spring Helix*. Coil spring helix terbuat dari kawat baja (baja karbon tinggi) yang dibentuk dalam bentuk spiral, dengan ujung-ujungnya diberi pelat baja atau pengikat untuk memastikan bahwa coil spring tetap terhubung dengan suspensi.



Gambar 1. Coil Spring Helix yang digunakan dalam penelitian.  
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

## 2. METODOLOGI

Alur proses penelitian Analisis Kinerja Suspensi Tipe Coil Spring Pada Mobil Merk A Terhadap Beban Bervariasi ditunjukkan pada diagram alir berikut ini.



Gambar 2. Diagram alir analisis kinerja coil spring.

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

## 2.1. PERALATAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN

### a. Universal Tester Machine



Gambar 3. Universal Tester Machine.  
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Fungsi alat ini untuk menguji kekuatan dan karakteristik coil spring. Universal Tester Machine memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 1. Spesifikasi Universal Tester Machine.

Indikator teknis/model mesin uji	HT-9501
Kekuatan uji (maks.)	500 kN
Bentuk mesin	Floor bench
Merek / negara pembuat	Hung Ta / Taiwan

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

### 2. Optical Emissions Spectrometer

Optical Emission Spectrometer (OES) yang juga biasa dikenal sebagai Atomic Emission Spectrometer (AES) adalah sebuah alat yang memanfaatkan metode analisis kimia dengan menggunakan emisi dari flame, plasma, arc atau spark pada panjang gelombang khusus untuk menentukan kuantitas unsur pada sampel yang diverifikasi, dalam penelitian ini adalah material coil spring.



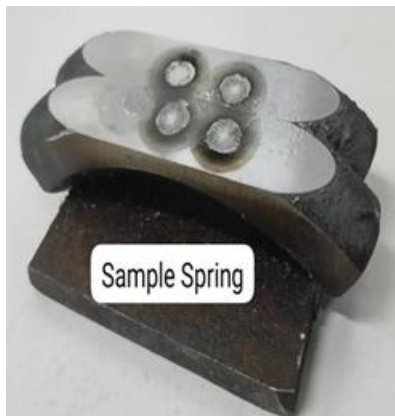
Gambar 4. Optical Emission Spectrometer.  
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Optical Emissions Spectrometer memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 2. Spesifikasi Optical Emission Spectrometer.

Indikator teknis/model mesin uji	Q4 Tasman
Kapasitas	18 unsur / 0,0001%
Merek / negara pembuat	Bruker / USA
Nomor seri	215282

Sumber : Penelitian Mandiri 2024



Gambar 5. Material Coil Spring yang sudah dianalisis dengan Optical Emission Spectrometer.  
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

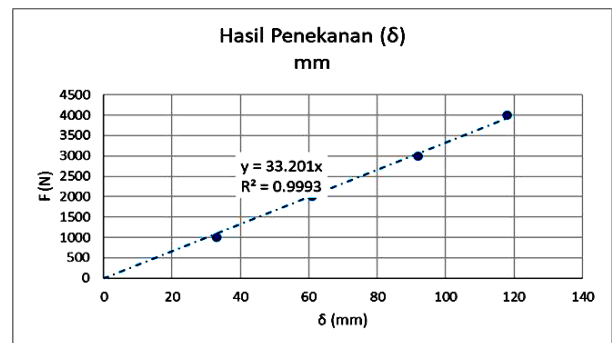
#### 3.1. Pengujian kekuatan dan karakteristik coil spring

Hasil pengujian menggunakan alat Hydraulic Universal Testing Machine didapatkan seperti ditunjukkan pada tabel 3 :

Tabel 3 Hasil pengujian tekan

No	Beban / F (N)	Panjang Awal (mm)	Panjang Akhir (mm)	Hasil Penekanan (mm)
1	1000	278.55	245.55	33.00
2	2000	278.55	217.55	61.00
3	3000	278.55	186.55	92.00
4	4000	278.55	160.55	118.00

Sumber : Penelitian Mandiri 2024



Gambar 6. Grafik hasil uji Tekan.  
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Dalam hukum Hooke, hubungan antara gaya  $F$  yang diberikan oleh pegas dan perubahan panjang  $x$  dari pegas dapat dijelaskan oleh persamaan  $F = k \cdot x$ , di mana  $k$  adalah konstanta pegas.

Secara eksperimental setelah diplot gaya  $F$  terhadap perubahan panjang coil spring  $\delta$  dapat dilakukan regresi linier untuk mendapatkan kemiringan kurva yang merupakan hubungan  $F$  terhadap  $\delta$  dan ekuivalen dengan kekakuan / konstanta pegas  $k$ . Kemiringan kurva yang diperoleh secara eksperimental ini memiliki korelasi yang sangat baik, terlihat dari nilai  $R^2$  yang mendekati 1 (actual : 0,9993).

Secara eksperimental, diperoleh :  $y = 33,201x$ , dapat diidentifikasi bahwa  $y$  adalah gaya  $F$ , dan  $x$  adalah perubahan panjang  $x$  dari pegas. Oleh karena itu, dapat dituliskan:

$$F = 33,201x$$

Secara eksperimental, konstanta pegas coil spring adalah 33,201 N/mm.

### 3.2. Pengujian komposisi kimia coil spring

Tabel 4. Hasil uji komposisi kimia

Material	ASTM E415	Coil Spring
Carbon (C)	0.02 – 1.1	0.707
Chromium (Cr)	0.007 – 8.14	0.691
Copper (Cu)	0.006 – 0.5	0.0082
Manganese (Mn)	0.03 – 2.0	0.661
Phosphorous (P)	0.006 – 0.085	0.012
Silicon (Si)	0.02 – 1.54	1.419
Sulfur (S)	0.001 – 0.055	0.0087
Vianadium (V)	0.003 – 0.3	0.010

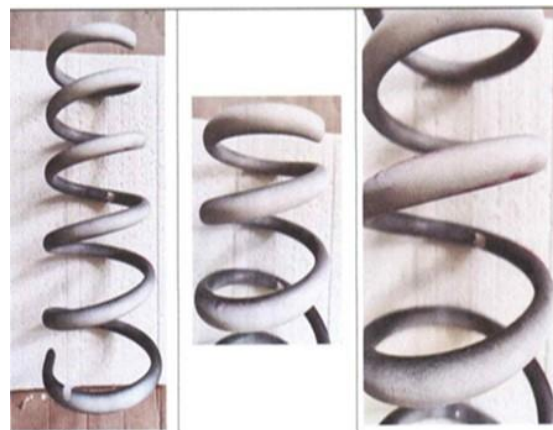
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Hasil pengujian komposisi kimia dapat dinyatakan bahwa Coil Spring mendekati standar ASTM E415 seperti C, Cr, Cu, Mn, P, Si, S, dan V. Coil Spring sebenarnya tidak mempunyai kekerasan yang tinggi sebagai sifat utamanya. Sifat utama yang digunakan pada Coil Spring adalah elastisitasnya dimana Coil Spring dapat kembali ke bentuk semula ketika mendapatkan beban.

Coil Spring sesuai standar ASTM E415 memiliki kandungan Carbon (C) 0.02% – 1.1% dimana hasil pengujian yang dilakukan oleh mesin Optical Emissions Spectrometer mendapatkan hasil uji komposisi sebesar 0.707% yang telah masuk sesuai standar dan dapat digolongkan sebagai baja karbon tinggi. Hasil uji komposisi Sulfur pada Coil Spring telah sesuai dengan standar ASTM E415 yaitu sebesar 0.0087%, unsur Sulfur pada Coil Spring berfungsi membentuk inklusi dan tingginya kadar unsur tersebut bisa menurunkan keliatan (ductility) baja dan meningkatkan kemungkinan retak. Coil Spring memiliki kandungan Silicon sebesar 1.419% yang sudah sesuai standar ASTM E415 sehingga kekerasan pada Coil Spring sudah sesuai dan tidak mudah cacat karena unsur Silicon memiliki fungsi meningkatkan sifat mampu keras. Unsur Mangan pada Coil Spring berfungsi untuk meningkatkan keuletan, berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan unsur Mangan yang terdapat dalam Coil Spring masih masuk kedalam standar ASTM E415.

### 3.3. Pengujian dye penetrant coil spring.

Berdasarkan hasil pengujian Dye Penetrant Test yang dilakukan dengan mesin P-T Set tidak ditemukan cacat pada permukaan benda uji. Kecacatan akan terindikasi dengan adanya penetrant yang terperangkap atau kontras yang terbentuk. Foto pada gambar 7 berikut memperlihatkan kondisi dimana tidak terbentuk kontras di pengecekan dye penetrant coil spring.



Gambar 7. Hasil Dye Penetrant Coil Spring.  
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

## 4. KESIMPULAN

Analisis kinerja suspensi tipe coil spring pada mobil merk A terhadap beban bervariasi secara eksperimental memberikan kesimpulan bahwa :

1. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa coil spring dapat menahan beban hingga 4000 N tanpa mengalami deformasi permanen.
2. Coil spring memiliki konstanta pegas sebesar 33,201 N/mm.
3. Dari hasil pengujian komposisi kimia dapat dinyatakan bahwa coil spring yang telah dilakukan uji komposisi menggunakan mesin Optical Emissions Spectrometer mendekati standar ASTM E415 seperti C, Cr, Cu, Mn, P, Si, S, dan V.
4. Berdasarkan hasil pengujian Dye Penetrant Test, coil spring tidak mengalami adanya cacat. Dalam hal ini coil spring masih dalam kondisi baik dan dapat berfungsi secara optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

Halliday, David; Robert Resnick; Jearl Walker.2015.*Fisika Dasar* Edisi 7 Jilid 1. Jakarta: Erlangga.

Otoklix.com. 16 Oktober 2022. *Fungsi dan Cara Kerja Coil Spring pada Suspensi Mobil*. Diakses pada 20 Agustus 2023, dari <https://blog.otoklix.com/coil-spring/>

Budynas, Richard G dan J. Keith Nisbett.2011. *Shigley's Mechanical Engineering Design*: Ninth Edition. Amerika Serikat: The McGraw-Hill Companies, Inc.

Zhu, Y., Wang, Y., & Huang, Y. 2014. *Failure analysis of a helical compression spring for a heavy vehicle's suspension system*. Case Studies in Engineering Failure Analysis, 2(2), 169-173.

Aeroengineering.com. 16 Februari 2023. *Baja Paduan*. Diakses pada 20 Agustus 2023, dari <https://www.aeroengineering.co.id/2019/08/baja-paduan-variasi-dan-penggunaanya-dalam-dunia-engineering/>