

Contents list available at [Sinta](https://sinta)

A R M A T U R

: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>

Analisis perubahan panjang dan tingkat tegangan terhadap jumlah lilitan pegas koil menggunakan ANSYS dan Autodesk Inventor

Shafwan Fauzan^{1*}, Boni Sena²^{1,2} Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. HS. Ronggo Waluyo, Telukjambe Timur, Karawang, Indonesia

A R T I C L E I N F O

Keywords:

*Coil spring material**Finite element method*

A B S T R A C T

Coil springs are important components used in vehicles or machinery for vibration damping and load-bearing systems. Made of spiral-shaped steel, coil springs function to absorb the energy received. To ensure its strength, coil springs are tested by various methods, one of which is the finite element method. This method uses numerical techniques for structural analysis through simulations using software such as ANSYS and Autodesk Inventor. This simulation aims to compare the results maximum stress and maximum displacement of coil springs with variations in the number of turns (6,8, 10 turn) and variations in materials (SUP 9A, SUP 12, high-carbon steel, nickel-cobalt-chromium alloy) with 120 kg of loads. The results show that the coil spring with 10 turns has the lowest maximum stress and the highest displacement. The difference in results between the two software is due to the difference in problem solving methods. However, each software has the same conclusion. According to ANSYS and Autodesk Inventor, high-carbon steel is the best coil spring for used at 120 kg load.

Pendahuluan

Pegas koil sering digunakan pada aplikasi yang memerlukan gerak atau tekanan Suspensi kendaraan. Keandalan desain dan manufaktur pegas koil memungkinkannya menangani beban dengan aman tanpa risiko kegagalan yang dapat mengakibatkan cedera atau kecelakaan. Penggunaan pegas

koil ini biasanya dipasang pada suatu mesin atau kendaraan yang biasanya membutuhkan peredaman terhadap getaran mesin maupun guncangan untuk mengatasi kerusakan dan juga untuk kenyamanan saat penggunaan. Getaran biasa terjadi pada mesin kendaraan seperti mobil, sepeda motor, dan kereta api, dan seluruh kendaraan juga mengalami getaran karena faktor

*Corresponding author: fauzan.shafwan321@gmail.com

tertentu [1]. Namun kenyataannya komponen pegas seringkali mengalami kegagalan. Jika pegas koil rusak, hal ini dapat menyebabkan kegagalan seluruh sistem. Misalnya, jika pegas koil pada sistem suspensi kendaraan mengalami kerusakan, hal ini dapat menyebabkan kendaraan menjadi tidak stabil atau tidak terkendali. Oleh karena itu, kekuatan pegas harus diperhatikan. Selain konstruksi, Anda juga harus mempertimbangkan material yang digunakan untuk menghilangkan tingkat kegagalan pegas [2]. sehingga *safety factor* menjadi acuan dalam keandalan kinerja pada pegas koil. Adapun sebelum melakukan suatu perancangan pegas koil, tentu harus mempertimbangkan *safety factor* terlebih dahulu. Adapun acuan untuk mengetahui keandalan kinerja pegas koil dapat dilihat dari nilai tegangan maksimum dan *displacement* berdasarkan pembebanan yang diberikan pegas koil. Sehingga dapat mengetahui kemampuan pada pegas koil yang dirancang.

Setijo Budi pada tahun 2022, dalam penelitiannya melakukan perancangan dan melakukan analisa pegas koil dengan variasi material berupa ST 37 dan AISI 1020 dan variasi pembebanan 60 kg, 80 kg, 100 kg, dan 120 kg untuk mengetahui *displacement* pada pegas koil dengan variasi material yang berbeda. Metode analisa yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan metode elemen hingga dengan menggunakan *software* solidworks. Hasil dari penelitian ini yaitu menunjukkan bahwa material AISI 1020 lebih baik dibandingkan dengan ST 37 [3].

T. Islam pada tahun 2024, pada penelitian ini melakukan analisa suspensi pegas koil dengan menggunakan variasi material *high carbon steel*, *titanium*, *beryllium-copper alloy*, dan *nickel-cobalt-chromium alloy*. Analisa ini menggunakan metode elemen hingga dengan menggunakan *software* ANSYS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai tegangan maksimum (*von - mises*) terbesar ke terkecil berturut turut yaitu *high carbon steel* \geq *nickel-cobalt-*

chromium alloy \geq *titanium* $>$ *beryllium copper alloy*. Kemudian untuk nilai *displacement* dari yang terbesar ke terkecil berturut - turut yaitu *titanium* $>$ *beryllium copper alloy* $>$ *high carbon steel* \geq *nickel - cobalt - chromium alloy* [4].

Nur Akhlis S pada tahun 2022, pada penelitiannya melakukan analisa pegas koil dengan variasi material terhadap jumlah lilitan dengan metode elemen hingga. Variasi material yang diuji yaitu *cast stainless steel* dan *carbon stainless steel*, dan variasi jumlah lilitan yang digunakan yaitu 6, 7, dan 8. Variasi Jumlah lilitan dan variasi material tersebut diuji terhadap variasi kecepatan 20 km/jam, 40 km/jam, dan 80 km/jam dengan Diasumsikan bobot kendaraan adalah 100 kg, dengan *unsprung weight* 65% penumpang maksimal 2 orang dengan bobot maksimal 1 orang 80 kg. Analisa sifat bahan *cast stainless steel* dan *carbon stainless steel* terhadap pegas aktif 6, 7, dan 8 pada kecepatan 10 km/jam, 20 km/jam, 40 km/jam, dan 80 km/jam menunjukkan bahwa kemampuan mentransmisikan perpindahan berkurang. Karakteristik keadaan tunak material *stainless steel* dengan pegas aktif 6 adalah 0,3 hingga detik, sedangkan 7 dan 8 adalah 0,25 detik. Karakteristik overshoot material *Cast stainless steel* dengan pegas aktif 6 adalah 55,3% untuk 6, 52,7% untuk 7, dan 50,3% untuk 8. Karakteristik overshoot material *stainless steel* adalah 55,8% untuk pegas aktif 6, 53,3% untuk pegas aktif 7, dan 51% untuk pegas aktif 8. Berdasarkan seluruh sifat material, *cast stainless steel* merupakan pilihan terbaik karena nilai perpindahannya yang lebih kecil dan respon yang baik[1].

Khairul Umurani pada tahun 2018, dalam penelitian ini melakukan desain dan juga melakukan simulasi suspensi sepeda motor dengan menggunakan *software* solidworks 2012. Pada penelitian ini melakukan analisa variasi pitch pegas koil yaitu pegas koil 1 pitch 20 mm, pegas koil 2 pitch 11 mm, dan pegas koil 3 *pitch* 15 mm terhadap beban yaitu sebesar 1200 N. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa pegas koil 2 merupakan pegas yang cocok untuk desain suspensi sepeda motor karena tegangan maksimumnya yang kecil sebesar 1.708.580.992,0 N/mm², *displacement* maksimum sebesar 5.008 x 10¹ mm, dan regangan maksimum sebesar 5.418 x 10⁻³ dibandingkan dengan pegas koil lainnya [5].

Feddy Wanditya S pada tahun 2016, pada penelitian ini melakukan analisa pegas heliks dengan menggunakan material baja struktur karbon rendah dengan metode elemen hingga menggunakan *software* ANSYS. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai *displacement*, tegangan, dan regangan. Spesifikasi pegas helix pada penelitian ini yaitu Diameter kawat pegas = 9,48 mm, diameter luar lilitan = 56,93 mm, tinggi bebas lilitan = 153 mm, jumlah lilitan aktif = 11, pitch = 13,9 mm, beban uji tiap pegas = 2751 N. Adapun sifat material baja struktur karbon rendah yaitu memiliki nilai modulus young = 199000MPa, poisson rasio = 0,38 dan massa jenis = 7800 kg / m³. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pegas koil yang terbuat dari baja struktur karbon rendah dapat mengurangi kelelahan akibat pembebanan berulang. Beberapa poin penting dari analisa diperoleh tegangan Vonmises sebesar 11060 MPa, regangan *Von-mises* sebesar 0,055861, faktor intensitas tegangan sebesar sebesar 12136 MPa, dan regangan total sebesar 0,055861 [6].

Mohd Izaham Zainal Abidin pada tahun 2013, dalam studinya melakukan penelitian karakteristik tipe pegas koil yang digunakan dalam otomotif, SUP12, melalui pengujian tarik eksperimental dan analisis elemen hingga. Hasil eksperimental menunjukkan bahwa pegas SUP12 memenuhi persyaratan standar, sedangkan hasil FEA menunjukkan bahwa pegas memenuhi persyaratan pelanggan dengan sedikit penyimpangan. Penelitian ini menyoroti kepraktisan penggunaan metode eksperimental dan numerik untuk memastikan kualitas pegas baja, memastikan kepatuhan terhadap

standar JIS 4108 dan melampaui spesifikasi pelanggan [7].

Sagarsingh Kushwah pada tahun 2020, dalam penelitiannya melakukan pengujian simulasi penggunaan pegas koil dalam aplikasi otomotif, dengan fokus pada aspek-aspek seperti prediksi umur kelelahan, analisis simulasi numerik, perbandingan material, analisis kegagalan, dan teknik optimasi. Perangkat lunak ANSYS biasanya digunakan untuk analisis dan pemodelan tegangan dalam studi ini. Salah satu proyek penelitian khusus bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja pegas koil heliks pada sistem suspensi mobil dengan memvariasikan parameter dan menggunakan material yang berbeda. Analisis Elemen Hingga (FEA) digunakan untuk menilai kekuatan struktural pegas koil, dengan hasil yang menunjukkan bahwa bahan ASTM A-228 mengungguli bahan yang ada dalam hal kinerja dan efektivitas biaya [8].

Morel Groper pada tahun 2017, pada penelitian ini bertujuan untuk menentukan distribusi tegangan pada pegas *heliks* berpenampang *elips* dengan sudut heliks kecil efek kelengkungan kawat, yang mengalami beban statis aksial. Pengujian ini dilakukan dengan metode analisis dan juga metode elemen hingga, divalidasi oleh studi eksperimental yang dilakukan. Adapun pengujian secara eksperimental dilakukan dengan mengukur tegangan geser pada pegas heliks menggunakan pengukur regangan. Hasil FEA yang dihitung dan memiliki korelasi yang sangat baik dengan hasil yang diperoleh secara eksperimental angka [9].

Penelitian sebelumnya telah membahas tentang pengujian pegas koil dengan variasi pembebanan dan variasi material. Kemudian pengujian pegas koil dengan variasi kecepatan dan juga variasi lilitan. Kemudian pengujian pegas koil dengan variasi pitch pada pegas koil, kemudian pengujian dengan variasi metode yang berbeda, yaitu metode analitik, metode elemen hingga dan metode eksperimental. Dari penelitian yang

telah dilakukan sebelumnya, peneliti melakukan penelitian yaitu melakukan analisis pegas koil dengan metode elemen hingga, yaitu dengan menggunakan dua *software* yang berbeda, yaitu Autodesk Inventor dan ANSYS. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui dan membandingkan bagaimana hasil pengujian pada pegas koil dengan metode elemen hingga dari dua *software* yang berbeda.

Metode Penelitian

Pada perencanaan pembuatan pegas koil, tentu harus menentukan ukuran terlebih dahulu. Dalam menentukan ukuran, terdapat beberapa rumus perhitungan yang dimana diharapkan agar ukuran yang telah ditentukan dapat menjadikan pegas koil sebagai komponen yang dapat bekerja dengan baik. Terdapat istilah istilah yang perlu diketahui dalam menentukan ukuran dimensi pada pegas koil, yaitu *solid length*, *free length*, dan juga *spring index* [10].

Solid length adalah panjang pegas koil ketika pegas koil dalam kondisi dikompresi sampai tiap lilitan atau lilitan bersentuhan satu sama lain.

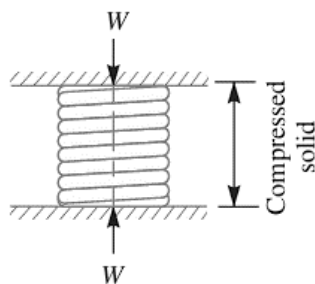
$$L_s = n' \cdot d \quad (1)$$

Dimana:

L_s = solid length

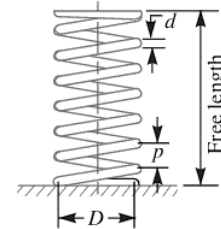
n' = jumlah lilitan atau jumlah lilitan

d = diameter kawat



Gambar 1. Kondisi tiap lilitan bertemu satu sama lain pada pegas koil

kemudian *free length* adalah panjang pegas koil ketika kondisi pegas koil sedang dalam keadaan meregang atau tidak terdapat beban kompresi pada pegas koil.



Gambar 2. Kondisi pegas koil sedang dalam keadaan meregang

Kemudian *spring index* adalah ukuran kerampingan atau kelengkungan lilitan, yang dimana memiliki persamaan [11]:

$$C = D / d \quad (2)$$

Dimana

C = *spring index*

D = diameter pegas koil

d = diameter kawat

Kemudian untuk pemodelan pegas koil dilakukan dalam perangkat Autodesk Inventor. Dalam membuat pegas koil juga harus menentukan dimensi dimensi yang diperlukan agar pegas koil dapat dibentuk. Adapun dimensi atau ukuran pada tiap bagian pegas koil dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. spesifikasi pegas koil

No	Uraian	Nilai
1	Panjang pegas bebas (L_f)	190 mm
2	Diameter pegas koil (D)	60 mm
3	Diameter kawat (d)	10 mm
4	Variasi lilitan yang dipilih (n')	Lilitan 6, 8, dan 10



Gambar 3. Pegas koil dengan 6 lilitan



Gambar 4. Pegas koil dengan 8 lilitan



Gambar 5. Pegas koil dengan 10 lilitan

dalam pengujian ini, variasi material yang dipilih dalam penelitian ini adalah SUP 9A, SUP 12, *High – Carbon Steel*, dan *Nickel – Cobalt – Chromium alloy*. Adapun spesifikasi dari material uji dapat dilihat pada tabel 2 hingga tabel 5.

Tabel 2. Spesifikasi material SUP 9A

No	Uraian	Nilai
1	Density	7800 kg/m ³
2	Modulus of Elasticity	190 GPa
3	Yield Strength	1080 MPa
4	Poisson ratio	0,29

Tabel 3. Spesifikasi material SUP 12

No	Uraian	Nilai
1	Density	7121 kg/m ³
2	Modulus of Elasticity	207 GPa

3	Yield Strength	1079 MPa
4	Poisson ratio	0,28

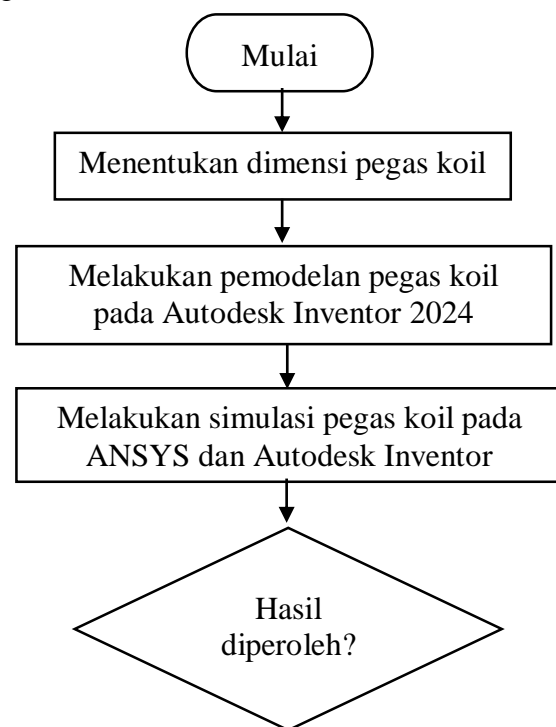
Tabel 4. Spesifikasi material *High – Carbon Steel*

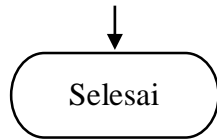
No	Uraian	Nilai
1	Density	7850 kg/m ³
2	Modulus of Elasticity	200 GPa
3	Yield Strength	1850 MPa
4	Poisson ratio	0,295

Tabel 5. Spesifikasi material *Nickel – Cobalt – Chromium alloy*

No	Uraian	Nilai
1	Density	9700 kg/m ³
2	Modulus of Elasticity	240 GPa
3	Yield Strength	1000 MPa
4	Poisson ratio	0,32

Tujuan melakukan pengujian pada dua software yang berbeda yaitu untuk membandingkan hasil simulasi yang ditunjukkan pada Autodesk Inventor 2024 dan ANSYS 2023 R2. Adapun tahapan dalam penelitian ini yaitu dapat dilihat pada gambar 6



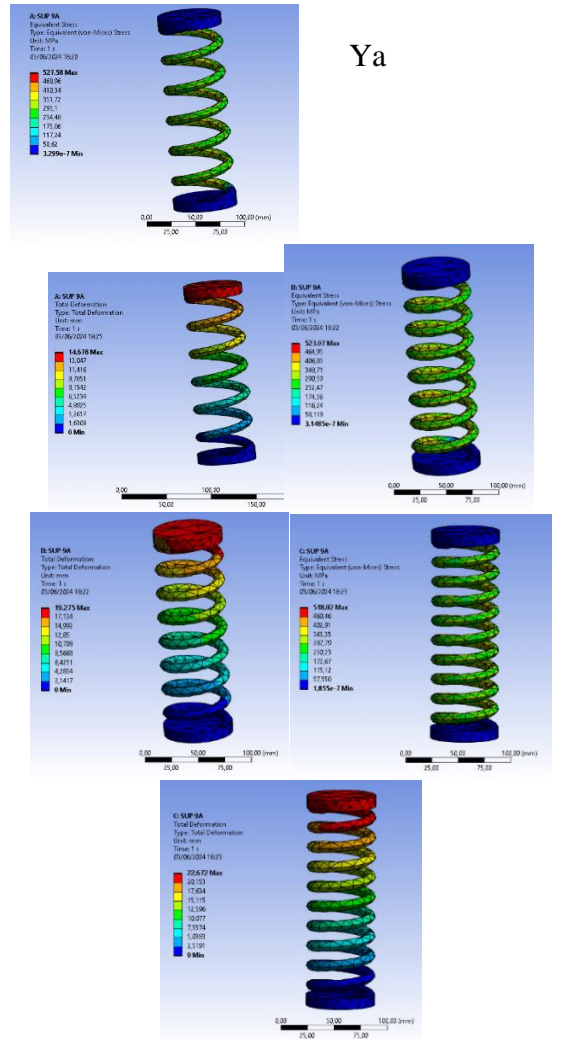


Gambar 6. Flowchart

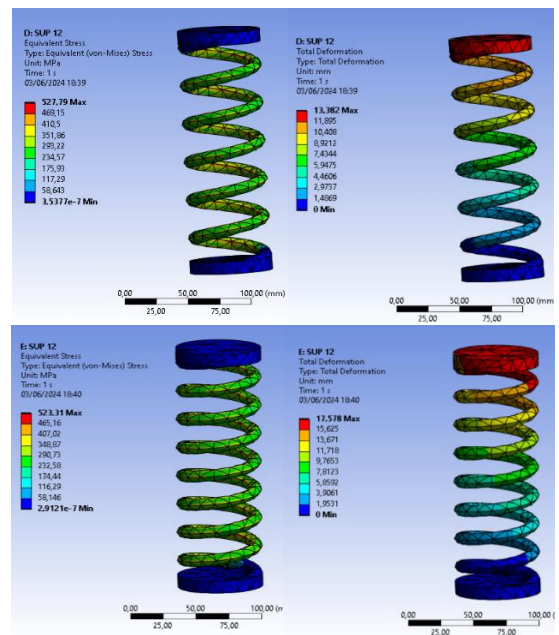
Proses penelitian dimulai dari pembuatan model pegas koil dengan variasi jumlah 6, 8, dan 10 lilitan, yang dilanjutkan melakukan pengujian atau simulasi terhadap model pegas koil yang sudah dibuat pada *software* ANSYS 2023 R2 dan *software* Autodesk Inventor 2024. Tahapan dalam melakukan simulasi pada kedua *software* ini memiliki kesamaan yaitu dimulai dengan pemilihan jenis material yang digunakan pada pengujian ini, melakukan proses *meshing*, menentukan *boundary condition* seperti menentukan titik pembebanan (*force support*), arah pembebanan, dan menentukan titik diam (*fixed support*), kemudian dilanjutkan pemilihan Solusi, dan hasil pengujian atau simulasi dapat diperoleh.

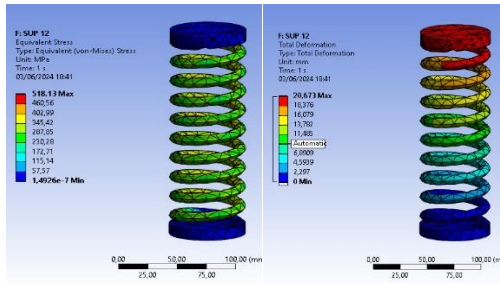
Hasil dan Pembahasan

Simulasi pada *software* ANSYS dan pada Autodesk Inventor dilakukan pada pegas koil berjumlah 6 lilitan, kemudian dilanjutkan hingga 10 lilitan. hasil *deformation* dan *ekuivalent stress* (*von – mises*) telah diperoleh, seperti pada gambar 7 hingga gambar 14.

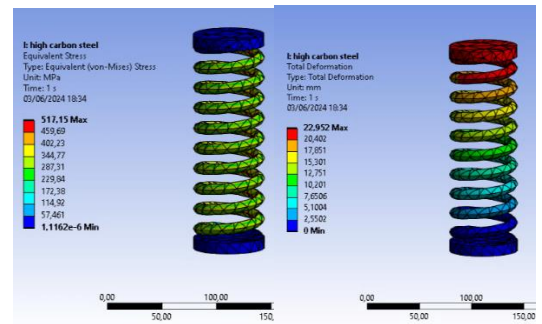
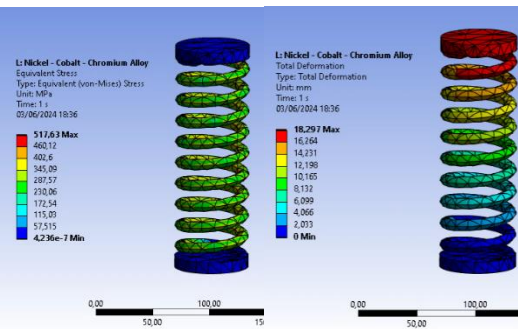
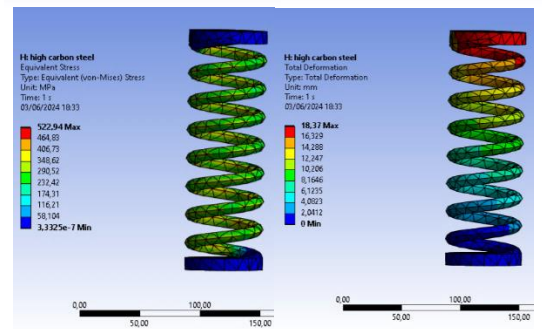
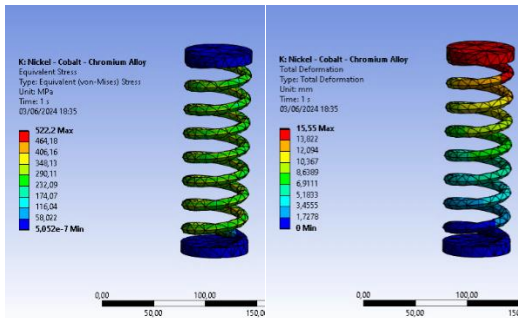
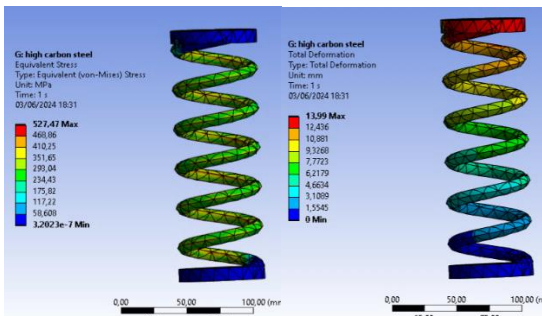
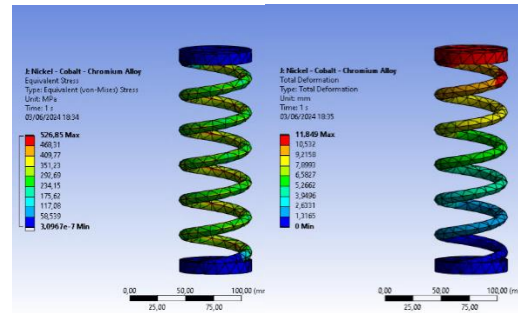


Gambar 7. Hasil simulasi pegas koil SUP 9A dengan ANSYS



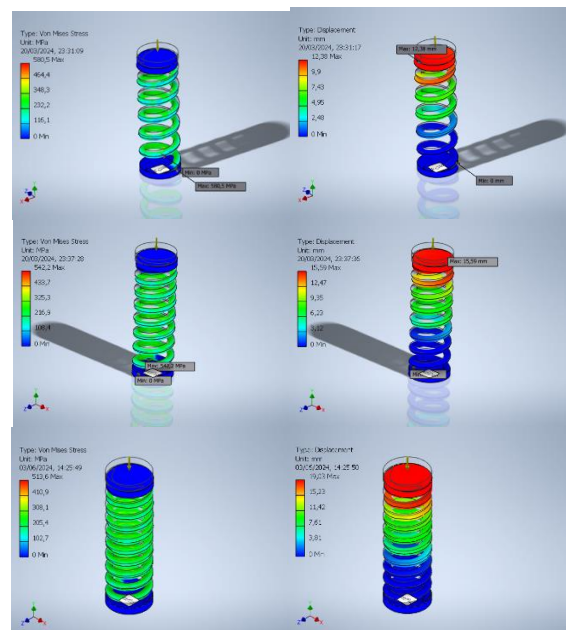


Gambar 8. Hasil simulasi pegas koil SUP 12 dengan ANSYS

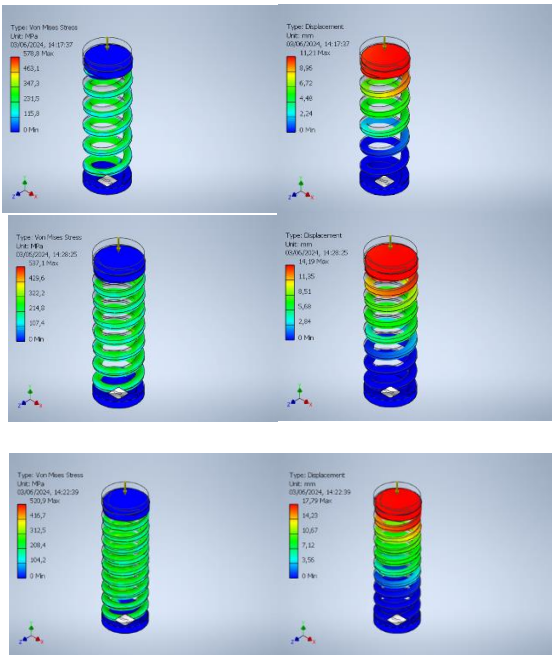


Gambar 10. Hasil simulasi pegas koil Nickel – cobalt – chromium alloy dengan ANSYS

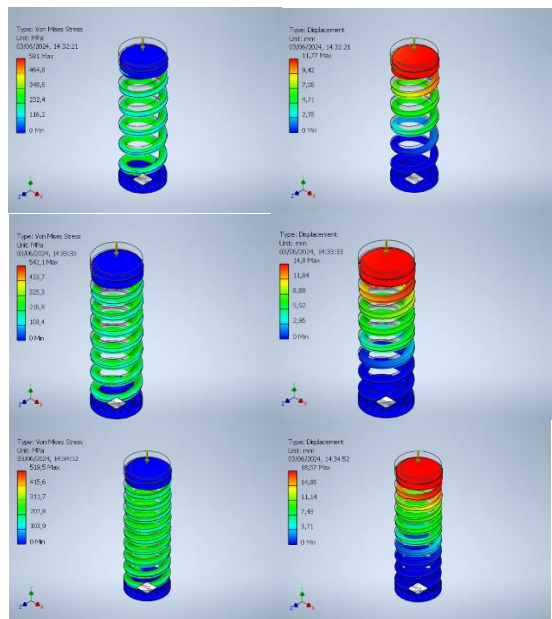
Gambar 9. Hasil simulasi pegas koil High – Carbon steel dengan ANSYS



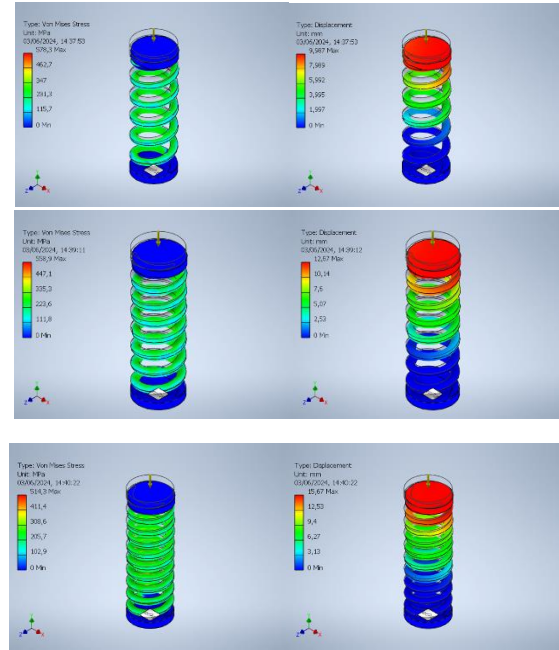
Gambar 11. Hasil simulasi pegas koil SUP 9A dengan Autodesk Inventor



Gambar 12. Hasil simulasi pegas koil SUP 12 dengan Autodesk Inventor

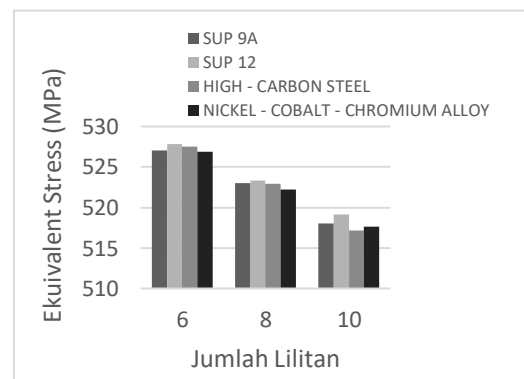


Gambar 13. Hasil simulasi pegas koil high – carbon steel dengan Autodesk Inventor

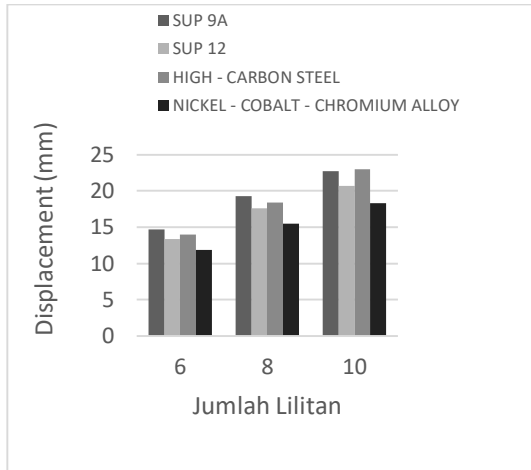


Gambar 14. Hasil simulasi pegas koil Nickel – cobalt – chromium alloy dengan Autodesk Inventor

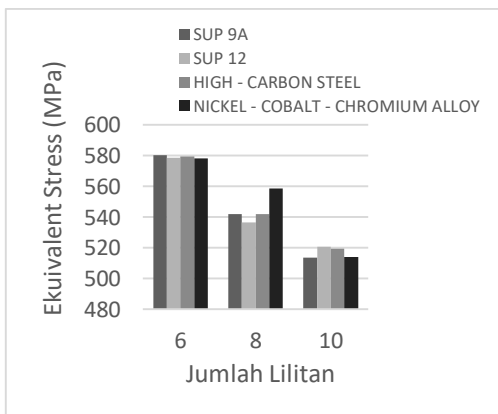
Adapun grafik nilai yang diperoleh dari hasil simulasi dengan software ANSYS dan Autodesk inventor yaitu dapat dilihat pada gambar 15 hingga 18.



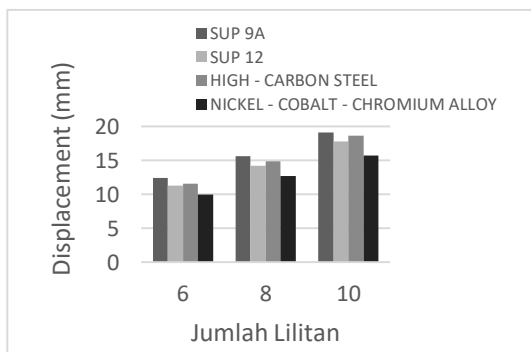
Gambar 15. Grafik nilai tegangan ekuivalen dengan menggunakan ANSYS



Gambar 16. Grafik nilai *displacement* dengan menggunakan ANSYS



Gambar 17. Grafik nilai tegangan ekuivalen dengan menggunakan Autodesk Inventor



Gambar 18. Grafik nilai *displacement* dengan menggunakan Autodesk inventor

Dari grafik nilai tersebut, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan hasil simulasi pengujian tegangan maksimum dan *displacement* pada *software* ANSYS 2023 R2 dan Autodesk Inventor. Kemudian dari hasil pengujian tersebut, dapat diketahui

bahwa semakin tinggi jumlah lilitan maka dapat mempengaruhi tegangan ekuivalen pada pegas koil. Berdasarkan dari hasil pengujian pada gambar 15 dan 17, dapat diketahui bahwa semakin banyak jumlah lilitan pada pegas koil maka akan menurunkan tegangan ekuivalen. Hal tersebut dapat terjadi karena semakin banyak jumlah lilitan, maka beban yang diterapkan pada pegas akan cenderung menyebar lebih merata sehingga akan menurunkan tegangan ekuivalen yang diterima. Kemudian semakin banyak jumlah lilitan pada pegas koil maka akan mempengaruhi *displacement* pada pegas koil, seperti yang dapat dilihat pada grafik gambar 16 dan gambar 18. Berdasarkan dari grafik tersebut diketahui bahwa semakin tinggi jumlah lilitan maka akan mempengaruhi kekakuan pada pegas koil sehingga meningkatkan nilai *displacement* pada pegas. Hal ini terjadi karena semakin banyak jumlah lilitan akan cenderung menjadikan pegas koil lebih fleksibel. Pada *software* ANSYS 2023 R2, nilai tegangan ekuivalen yang diperoleh pada pegas koil berjumlah 10 lilitan pada material SUP 9A, SUP 12, *high-carbon steel* dan material *nickel-cobalt-chromium alloy* berturut – turut yaitu 518 MPa, 519,13 MPa, 517,15 MPa, dan 517,63 MPa, dan untuk nilai *displacement* diperoleh yaitu 22,72 mm, 20,67 mm, 22,95 mm, dan 18,29 mm. sedangkan nilai tegangan ekuivalen dan *displacement* yang diperoleh pada *software* Autodesk Inventor berturut yaitu 513,6 MPa, 520,9 MPa, 519,5 MPa, dan 514,3 MPa, dan *displacement* berturut – turut yaitu 19,03 mm, 17,79 mm, 18,57 mm, 15,67 mm.

Kesimpulan

Setelah dilakukan simulasi pada kedua *software*, dapat diketahui bahwa kedua *software* memiliki hasil yang berbeda. Hal ini bisa terjadi karena kedua *software* menggunakan algoritma perhitungan dan pemodelan meshing yang berbeda. Namun, ANSYS memiliki pemodelan meshing yang lebih kompleks sehingga ANSYS memiliki

hasil yang lebih akurat. Walaupun kedua *software* tersebut memiliki perbedaan hasil, tapi keduanya menunjukkan bahwa diantara pegas koil yang lain, pegas koil jumlah lilitan 10 dengan material *high – carbon steel* adalah pegas koil terbaik untuk digunakan pada pembebanan sebesar 120 kg karena memiliki sifat fisik yang lebih fleksibel. Pada *software* ANSYS dan Autodesk Inventor, nilai tegangan maksimum yang diperoleh berturut-turut yaitu 517,15 MPa dan 519,5 MPa, dan *displacement* maksimum berturut-turut sebesar 22,95 mm dan 18,57 mm.

Referensi

- [1] Nur, A. dkk, “Desain dan Analisis Karakteristik Pegas Koil Sistem Suspensi Belakang untuk Kendaraan Ringan Sepeda Motor Listrik,” *Infotekmesin*, vol. 13, no. 1, pp. 59–66, Jan. 2022, doi: 10.35970/infotekmesin.v13i1.908.
- [2] Alfian, H. dkk, “ANALISIS KEGAGALAN COIL SPRING ATV-1A,” 2014.
- [3] Budi, S. S. dkk, “Perancangan Sistem Suspensi Dan Analisis Pegas Sepeda Motor Listrik Phb Menggunakan Finite Elemen Metode (FEM),” vol. 5, no. 1, 2022, doi: 10.30596/rmme.v5i1.10261.
- [4] Islam, T. et.al, “Finite element analysis of motorcycle suspension system stability using different materials,” *Journal of Engineering Research*, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.jer.2024.01.020.
- [5] Umurani, K. dan Amri, T, “Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi Desain Dan Simulasi Suspensi Sepeda Motor Dengan Solidwork 2012,” *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, vol. 1, no. 1, pp. 47–56, 2018, doi: 10.30596/rmme.v1i1.2435.
- [6] Setiawan, W. dan Feddy, Pengajar Program Studi Teknik Otomotif Politeknik Hasnur Jl Adhyaksa No, and K. Tangi Permai Banjarmasin, “ANALISA SIFAT MEKANIK PEGAS HELIK PADA SISTEM SUSPENSI BAJA STRUKTUR KARBON RENDAH.”
- [7] Abidin, M.I. et.al, “Experimental and numerical investigation of SUP12 steel coil spring,” in *Procedia Engineering*, Elsevier Ltd, 2013, pp. 251–257. doi: 10.1016/j.proeng.2013.12.176.
- [8] Kushwah, S. et.al, “Optimization of coil spring by finite element analysis method of automobile suspension system using different materials,” in *Materials Today: Proceedings*, Elsevier Ltd, 2020, pp. 827–831. doi: 10.1016/j.matpr.2020.11.415.
- [9] majdi, G. et.al, “Analytical, experimental and finite element analysis of elliptical cross-section helical spring with small helix angle under static load,” *Int J Mech Sci*, vol. 130, pp. 476–486, Sep. 2017, doi: 10.1016/j.ijmecsci.2017.06.025.
- [10] khurmi, R.S and Gupta, J.K, *A TEXTBOOK OF MACHINE DESIGN*.
- [11] N. Budynas, *Shigley’s Mechanical Engineering Design, Eighth Edition*, 8th ed. USA: McGraw-Hill, 2006. [Online]. Available: <http://www.primisonline.com>