

ANALISIS PENGARUH SUHU TERHADAP KONSTANTA PEGAS DENGAN VARIASI JUMLAH LILITAN DAN DIAMETER PEGAS BAJA

¹⁾Erik Luky Ikhtiardi, ²⁾Rif'ati Dina Handayani, ²⁾Albertus Djoko Lesmono

¹⁾Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika

²⁾Dosen Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember
Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember

Email: algaerik@yahoo.co.id

Abstract

Spring is an elastic material. The elasticity of the spring is influenced by the type of material, diameter, number of coils and temperature. Temperature affects all the mechanical properties of the material. This study aimed to describe the effect of temperature on the spring constant with variation of the number of turns and the diameter of the spring. Spring used is a spring press made of steel with the number of windings 10, 15, and 20 and the diameter of the spring is 10 mm, 15 mm, and 20 mm. used while the temperature is 27⁰C, 50⁰C, 70⁰C, dan 90⁰C. The results showed that the temperature affects the spring constant, the higher the temperature and the greater the number of turns and the diameter of the spring, the smaller the value of the spring constant. This is because the increase in temperature caused the expansion so that the bonding of atoms constituent particles that cause the spring to stretch the length so that the resulting smaller constants.

Key words: temperature, number of coil springs, diameter spring, the spring constant.

PENDAHULUAN

Pegas termasuk bahan elastis, yaitu bahan yang mudah diregangkan serta selalu cenderung pulih ke keadaan semula, dengan mengenakan gaya reaksi elastik atas gaya tegangan yang meregangkan. Tegangan (*stress*) menyatakan kekuatan dari gaya-gaya yang menyebabkan penarikan, peremasan atau pemuntiran, dan biasanya dinyatakan dalam bentuk gaya per satuan luas. Sedangkan regangan (*strain*) menyatakan hasil deformasinya. Perbandingan antara tegangan dan regangan (dengan syarat-syarat tertentu) disebut dengan modulus Young (Young & Freedman, 2002:335). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pertambahan panjang pegas yaitu jenis bahan, diameter, jumlah lilitan dan suhu.

Suhu adalah derajat panas suatu benda. Suhu mempengaruhi semua sifat mekanis dari bahan dan adanya suatu tegangan statis atau rata-rata juga menyebabkan perubahan perlahan-lahan dalam bahan tersebut (Shigley dan Mitchell, 1984:307). Suhu yang tinggi akan membuat bahan mengalami pergeseran atau dislokasi dan akan mengurangi ketahanannya, semakin tinggi suhu suatu bahan maka semakin kecil ketahanannya sehingga bahan tersebut akan mencapai pada titik lelehnya yaitu dimana kondisi bahan tidak dapat bekerja lagi.

Baja yang paling umum dipakai untuk pegas adalah baja pegas (SUP), baja pegas pembentukannya dilakukan pada temperatur tinggi, maka perlu diberi perlakuan panas setelah dibentuk (Sularso dan Suga, 1979:313). Selain suhu dan bahan pegas tersebut, pegas juga dipengaruhi oleh

diameter dan jumlah lilitan. Variasi dalam diameter kawat dan diameter gulungan dari pegas mempunyai suatu pengaruh pada konstanta pegas. Semakin besar jumlah lilitan dan diameter pegas maka semakin kecil nilai dari konstanta pegas tersebut Setiawan dan Sutarno (2011).

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Setiawan dan Sutarno (2011) dengan judul pembuktian ekperimental pengaruh jumlah lilitan pegas dan diameter pegas terhadap konstanta pegas menyatakan, “nilai konstanta pegas dipengaruhi oleh jenis bahan pegas, jumlah lilitan pegas, dan diameter pegas. Semakin besar jumlah lilitan dan diameter pegas maka semakin kecil nilai dari konstanta pegas tersebut. Konstanta pegas berbanding terbalik dengan jumlah lilitan pegas dan pangkat tiga dari diameter pegas”. Batasan masalah pada penelitian tersebut menggunakan pegas tarik dengan 4 macam variasi jumlah lilitan dan 4 macam variasi diameter pegas yang terbuat dari bahan baja. Penelitian yang dilakukan oleh Sugiyono (2011) tentang kajian mikroskopis pengaruh suhu terhadap perubahan konstanta pegas menghasilkan bahwa kenaikan temperatur berpengaruh terhadap konstanta pegas, semakin tinggi suhu yang diberikan akan menurunkan nilai konstanta pegas tersebut. Hal inilah yang mendorong peneliti untuk melakukan kajian ulang dengan mengembangkan penelitian dengan judul “Analisis pengaruh suhu terhadap konstanta pegas dengan variasi jumlah lilitan dan diameter pegas baja”.

Berkaitan dengan uraian pada latar belakang, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu:

- a. bagaimanakah pengaruh suhu terhadap konstanta pegas dengan variasi diameter pegas?
- b. bagaimanakah pengaruh suhu terhadap konstanta pegas dengan variasi jumlah lilitan pegas?

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pegas tekan yang terbuat dari bahan baja dengan koefisien muai panjang $0,000011/^{\circ}\text{C}$. Jumlah lilitan pegas yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3 macam yaitu 10, 15 dan 20. Dan untuk diameter pegas terdiri dari 3 macam ukuran yaitu 10 mm, 15 mm, dan 20 mm. Suhu yang digunakan adalah 27°C , 50°C , 70°C , dan 90°C .

Penelitian pertama, masing-masing pegas terlebih dahulu ditentukan nilai konstanta pegasnya secara teoritis dengan menggunakan persamaan 1.

$$(k_0) = \frac{d^4 G}{8D^3 N} \dots\dots\dots(1)$$

Penelitian yang kedua dilakukan di udara yaitu saat pegas diberi beban sebelum mendapat perlakuan panas dengan massa beban 3 gram. Data pengukuran konstanta pegas (k_0') pada masing-masing pegas dihitung dengan menggunakan persamaan 2.

$$k_0' = \frac{F}{\Delta y} \dots\dots\dots(2)$$

Penelitian tersebut dilakukan dalam dua tahap, pertama menghitung konstanta pegas dengan jumlah lilitan tetap dan diameter berbeda, kedua yaitu dengan diameter tetap dan jumlah lilitan berbeda.

Penelitian yang ketiga dilakukan untuk mendapatkan konstanta eksperimen (k_E) yaitu saat pegas mendapat perlakuan panas dengan pengaruh suhu. Dengan variasi suhu yaitu 27°C , 50°C , 70°C , dan 90°C . Massa beban yang digunakan tetap. Dalam penelitian ini dilakukan dua percobaan, percobaan pertama dilakukan pada jumlah lilitan tetap yaitu 10 dan diameter pegas berbeda. Percobaan kedua dilakukan pada diameter pegas tetap yaitu 20 mm dan jumlah lilitan berbeda.

Penelitian yang keempat yaitu setelah pegas mendapat perlakuan atau setelah dipanaskan (k_E'). Teknik pengambilan data yang dilakukan sama dengan penelitian sebelumnya yaitu pada penelitian kedua sebelum mendapat perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengukuran ditunjukkan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1 Analisis konstanta pegas dengan jumlah lilitan dan diameter pegas yang berbeda sebelum dan setelah mendapat perlakuan

No.	Jumlah Lilitan (N)	Diameter (D) (mm)	k_0 (hitung) (gr/s ²)	k_0' (eksperimen) (gr/s ²)	Suhu (T) (°C)	k_E (eksperimen) (gr/s ²)	k_E' (eksperimen) (gr/s ²)
1.		10	25088	14700	27	13066	14700
					50	13066	
					70	13066	
					90	9800	
2.	10	15	7433	5880	27	4900	5880
					50	4900	
					70	4900	
					90	3920	
3.	10	20	3136	2673	27	2063	2673
					50	2063	
					70	2063	
					90	1867	
4.	10	20	3136	2673	27	2063	2673
					50	2063	
					70	2063	
					90	1867	
5.	15	20	2091	1225	27	1031	1225
					50	1031	
					70	1031	
					90	956	
6.	20	20	1568	865	27	700	865
					50	700	
					70	700	
					90	653	

PEMBAHASAN

Hasil penelitian pertama pada tabel 1 menunjukkan nilai konstanta pegas (k_0) semakin kecil. Semakin besar diameter pegas, maka nilai konstanta pegas (k_0) semakin kecil. Sedangkan dengan jumlah lilitan yang berbeda

diperoleh hasil semakin besar jumlah lilitan maka semakin kecil nilai konstanta pegas.

Penelitian yang kedua menghasilkan nilai k_0' semakin kecil saat nilai diameter dan jumlah lilitan pegas semakin besar. Faktor utama yang menyebabkan perbedaan nilai k_0'

dan k_0 yang cukup besar adalah karena pegas yang digunakan bukan terbuat dari baja pegas murni sehingga menyebabkan perbedaan nilai konstanta k_0' , sedangkan perhitungan yang digunakan pada k_0 menggunakan tetapan modulus geser, yang nilainya sudah ditetapkan dengan acuan bahwa pegas tersebut murni terbuat dari baja pegas. Seharusnya perbedaan antara nilai k_0' dan k_0 tidak terlalu besar, akibat faktor tersebut maka nilai perbedaannya cukup besar. Sehingga apabila nilai k_0' dibandingkan dengan k_0 , maka dapat disimpulkan hasil percobaan tersebut tidak berhasil, tetapi hasil percobaan k_0' itu sendiri menunjukkan penurunan nilai konstanta pegas.

Penelitian yang ketiga bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap konstanta pegas. Suhu yang digunakan yaitu 27°C, 50°C, 70°C, dan 90°C. Karena penelitian ini dilakukan dalam air maka massa beban akan dipengaruhi oleh gaya angkat ke atas (F_A) sehingga akan mempengaruhi terhadap nilai gaya (F).

Percobaan pertama dilakukan pada jumlah lilitan tetap yaitu 10 dan diameter pegas berbeda. Nilai konstanta eksperimen (k_E) didapatkan nilai yang sama pada saat suhu benda 27°C, 50°C, dan 70°C. Sedangkan pada suhu 90°C nilai konstanta pegas k_E nilainya lebih kecil. Dari tabel 1 dapat dijelaskan nilai konstanta pegas (k_E) tidak mengalami perubahan pada saat suhu 27°C, 50°C dan 70°C. Hal ini disebabkan karena pegas terbuat dari bahan baja maka kawat pegas tersebut mempunyai koefisien muai panjang 0,000011/°C, artinya setiap satu derajat pegas tersebut mengalami pemuaian sebesar 0,000011. Baja mempunyai titik lebur yang tinggi yaitu 2900°C jadi, apabila pegas dipanaskan pada suhu kecil yaitu 27°C, 50°C dan 70°C perubahan atau pemuaian yang terjadi pada pegas dari bahan baja sangat kecil oleh karena itu, dalam percobaan ini perubahan panjang pada pegas sangat kecil, sehingga perubahannya dianggap tetap dan diperoleh nilai konstanta yang sama. Sedangkan pada suhu 90°C terjadi perubahan

nilai konstanta pegas k_E , karena pegas mengalami pemuaian yang lebih besar, maka perubahan panjang pegas dapat diukur, sehingga nilai konstanta pegas k_E lebih kecil. Jadi, apabila suhu semakin besar, maka nilai konstanta semakin kecil.

Begitu juga untuk percobaan kedua yang dilakukan pada diameter pegas tetap yaitu 20 mm dan jumlah lilitan berbeda, hasil penelitian pada tabel 1 menunjukkan nilai konstanta k_E tetap pada suhu 27°C, 50°C dan 70°C dan mengalami perubahan pada saat suhunya mencapai 90°C.

Kenaikan temperatur menyebabkan terjadinya pemuaian sehingga ikatan antar atom-atom partikel penyusun pegas meregang dan terjadi pertambahan panjang, akibatnya selisih pertambahan panjang (y) semakin besar sehingga konstanta yang dihasilkan semakin kecil. Sehingga semakin tinggi suhu dengan diameter pegas dan jumlah lilitan yang semakin besar, maka semakin kecil nilai konstanta pegas. Jika nilai konstanta k_E dibandingkan dengan nilai konstanta k_0' terlihat adanya perbedaan. Perbedaan ini disebabkan karena adanya pengaruh gaya angkat ke atas (F_A) sesuai dengan prinsip archimedes karena pegas dan benda berada di dalam air. Selain itu, perbedaan ini juga disebabkan adanya gaya tereadam dari air.

Penelitian keempat bertujuan untuk mengetahui konstanta pegas (k_E') setelah dipanaskan atau setelah mendapat perlakuan. Teknik penelitian ini sama dengan penelitian kedua tetapi, perbedaannya penelitian kedua dilakukan saat sebelum mendapat perlakuan panas, sedangkan penelitian keempat dilakukan setelah mendapat perlakuan panas. Hasil percobaan ditunjukkan pada tabel 1 yaitu, nilai konstanta k_E pada saat pegas sebelum mendapat perlakuan panas hasilnya sama dengan nilai konstanta k_E' setelah pegas mendapat perlakuan panas. Hasil ini disebabkan karena untuk menghitung konstanta pegas setelah dipanaskan, pegas harus diangkat atau dikeluarkan terlebih dahulu dari dalam air.

Dalam proses pengeluaran ini, pegas mendapat pengaruh suhu dari lingkungan sehingga suhu pada pegas menurun dan kembali pada suhu normal. Perubahan ini menyebabkan pegas kembali pada kondisi awal, sehingga hasil penelitian kedua sama dengan hasil penelitian keempat. Jadi dapat disimpulkan besarnya jumlah lilitan dan diameter pegas serta suhu pegas mempengaruhi terhadap besarnya konstanta suatu pegas.

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Kenaikan suhu berbanding terbalik dengan perubahan konstanta pegas. Semakin besar suhu dan diameter pegas, maka nilai konstanta pegas semakin kecil.
- b. Suhu terbukti dapat berpengaruh terhadap konstanta pegas dengan jumlah lilitan yang bervariasi. Semakin besar suhu dan jumlah lilitan pegas, maka nilai konstanta pegas semakin kecil. Perbedaan nilai konstanta eksperimen k_0' dengan konstanta hitung k_0 cukup besar karena pegas yang digunakan dalam percobaan k_0' bukan terbuat dari baja pegas murni, sedangkan perhitungan yang digunakan pada k_0 menggunakan tetapan modulus geser, yang nilainya sudah ditetapkan dengan acuan bahwa pegas tersebut murni terbuat dari baja pegas. sehingga jika nilai k_0' dibandingkan dengan k_0 maka dapat disimpulkan hasil percobaan tersebut tidak berhasil.

Untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap konstanta pegas dengan variasi jumlah lilitan dan diameter pegas dengan maksimal disarankan untuk :

- a. Menghitung pengaruh waktu pemanasan terhadap konstanta pegas
- b. Dalam mengukur perubahan panjang pegas dan gaya angkat ke atas (F_A) diharapkan lebih teliti, karena perbedaannya sangat kecil.

- c. Untuk penelitian lebih lanjut dapat menggunakan zat cair yang berbeda-beda.

DAFTAR PUSTAKA

- Giancoli, D. C. 2001. *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
http://www.crayonpedia.org/mw/Hukum_Archi_medes [diakses 18 September 2013]
<http://masmukti.files.wordpress.com/2011/10/bab-10-pegas1.pdf> [diakses 18 September 2013]
- Olson M. Reubon, Steven J. Wright. 1990. *Dasar-Dasar Mekanika Fluida Teknik Edisi Kelima*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Rohma, L. 1999. *Mekanika Fluida*. Jember: Universitas Jember
- Sears, F. W. & Zemansky, M. W. 1982. *Fisika Untuk Universitas 1*. Jakarta: Binacipta
- Setiawan, I. dan Sutarno, D. 2011. *Pembuktian Eksperimental Pengaruh Jumlah Lilitan Pegas Dan Diameter Pegas Terhadap Konstanta Pegas*.
- Shigley, J. E. & Mitchell, L. D. 1984. *Perencanaan Teknik Mesin Edisi Keempat Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Shigley, J. E. & Mitchell, L. D. 1984. *Perencanaan Teknik Mesin Edisi Keempat Jilid 2*. Jakarta: Erlangga
- Soedjojo, P. 1999. *Fisika Dasar*. Yogyakarta: ANDI
- Streeter, V. L. 1995. *Mekanika Fluida Edisi 8 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Sularso & Suga, K. 1979. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- Sutrisno. 1984. *Fisika Dasar*. Bandung. ITB
- Tipler, P. A. 1998. *FISIKA Untuk Sains dan Teknik Edisi Ketiga Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Universitas Jember. 2012. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Jember: UPT Penerbitan Universitas Jember

- Young, H. D. & Freedman, R. A. 2002. *Fisika Universitas edisi kesepuluh jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Zuchry M. M. 2011. *Pengaruh Suhu Karburasi dan Waktu Tahan Terhadap Kekuatan Tarik Baja Karbon Dengan Variasi Media Pendingin*. Jurnal SMARTek. Vol 9 No. 2: 122-127