

Pengujian Kekakuan Gas Spring 80 N

Eka Taufiq Firmansjah

Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

Jl. PHH. Mustafa No.23 Bandung 40124

e-mail: ekatf@itenas.ac.id

ABSTRAK

Gas spring adalah pegas yang dibuat untuk pembebanan tekan dengan defleksi linier. Jenis pegas ini banyak digunakan sebagai penahan posisi dari sebuah benda yang dihubungkan dengan engsel dengan benda lainnya. Keistimewaan pegas ini adalah gerak baliknya yang lambat (ada peredaman) jika beban dilepaskan. Banyaknya pemakaian jenis pegas ini dipenuhi oleh banyaknya ketersediaan di pasaran, termasuk di online shop dengan harga yang murah. Banyak juga gas spring tak bermerk dan tidak menyertakan spesifikasi lengkap dari pegas tersebut. Contohnya gas spring dinyatakan hanya dengan 80 N (Newton), padahal spesifikasi lain yang sering diperlukan dari sebuah pegas adalah kekakuannya, tidak dicantumkan. Karya tulis ini berisi penelitian untuk mengetahui kekakuan dari gas spring tersebut. Metoda yang digunakan adalah dengan memberikan gaya dorong dari salah satu ujung gas spring. Besar gaya yang diberikan diukur dengan timbangan (pengukuran gaya) dari ujung lainnya dan defleksi yang terjadi diukur dari besaran pengurangan jarak antara kedua ujung (pengukuran jarak). Pengujian dilakukan pada empat buah spring dengan nominal sama, 80 N, menurut klaim produsen. Dengan pengolahan menggunakan persamaan sederhana, kekakuan dari tiap pegas dapat diperoleh. Kekakuan hasil penelitian diperoleh dengan meratakan kekakuan semua pegas yang diteliti. Kekakuan pegas rata-rata yang diperoleh adalah $k = 4,242825 \text{ N/cm}$

Kata kunci: pegas ulir, pegas tekan, gas spring, kekakuan pegas, defleksi pegas

ABSTRACT

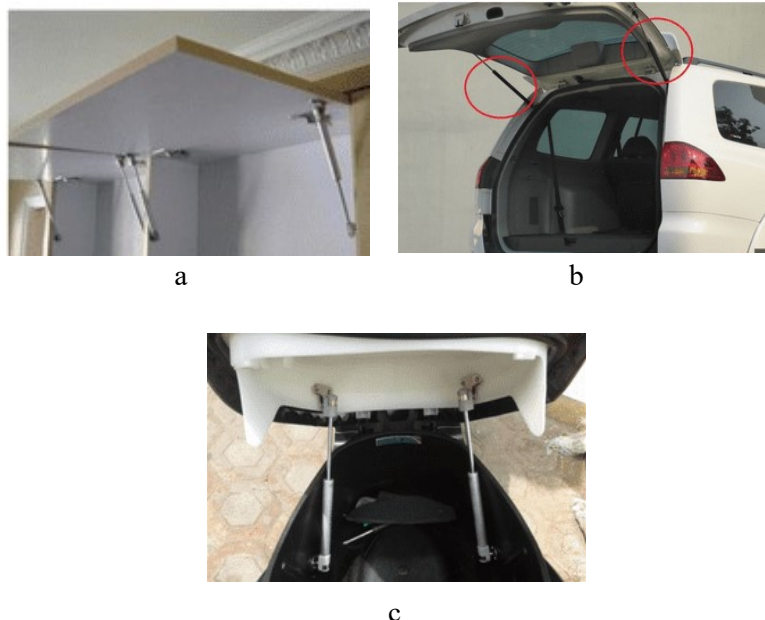
Gas spring is designed to be loaded by compression force and has linear deflection. This kind of spring widely used as position holder of a part that joined by pin with another part. This kind of spring has specialty that it will return in slow motion (has damping characteristic) when the load is removed. The large number of uses of this type of spring is met by the abundance of availability on the market, even in online shops at low prices. Many gas springs are also unbranded and do not include the full specifications of these springs. For example, a gas spring is expressed as only 80 N (Newton), whereas another specification that is often required of a spring is its stiffness, is not expressed. This paper contains research to determine the stiffness of the gas spring. The method used is to apply a compressed force from one end of the gas spring. The amount of force applied is measured by the scale (measurement of force) from the other end and the deflection that occurs is measured by the amount of reduction of the distance between the two ends (measurement of distance). The test was carried out on four springs with the same nominal value, 80 N, according to the manufacturer's claim. By processing using simple equations, the stiffness of each spring can be obtained. The stiffness of the research results was obtained by averaging the stiffness of all the springs studied. Spring stiffness obtained is $k = 4,242825 \text{ N/cm}$

Keywords: helical spring, compressed spring, gas spring, spring stiffness, spring deflection

1. Pendahuluan

Latar belakang

Gas spring adalah pegas yang dibuat untuk pembebanan tekan dengan defleksi yang terjadi adalah defleksi linier. Jenis pegas ini banyak digunakan sebagai penahan posisi dari sebuah benda yang dihubungkan dengan engsel dengan benda lainnya. Contoh penggunaannya adalah sebagai penahan pintu lemari pada furnitur, penahan pintu belakang mobil pada kendaraan dan penahan jok pada motor, seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Malah ada yang menggunakan sebagai komponen pada alat bantu prosthetic [1]&[2] dan sebagai komponen pada sepeda rehabilitasi [3]. Keistimewaan pegas ini adalah gerak baliknya yang lambat (ada peredaman) jika beban dilepaskan. Banyaknya pemakaian jenis pegas ini dipenuhi oleh banyaknya ketersediaan di pasaran, termasuk di *online shop* dengan harga yang murah. Banyak juga *gas spring* tak bermerk dan tidak menyertakan spesifikasi lengkap dari pegas tersebut. Contohnya *gas spring* dinyatakan hanya dengan 80 N (Newton), padahal spesifikasi lain yang sering diperlukan dari sebuah pegas adalah kekakuannya, tidak dicantumkan. Di *online store*, untuk dimensi yang sama, penulis pernah menemukan berbagai ukuran ‘kapasitas’ *gas spring* dari 50 N sampai 150 N. Karya tulis ini berisi penelitian untuk mengetahui kekakuan dari *gas spring* tersebut khususnya *gas spring* yang ber kapasitas 80 N. Jadi penelitian ini perlu dilakukan untuk melengkapi spesifikasi pegas.



Gambar 1. Aplikasi *gas spring* a. Pada lemari [1]; b. Pada pintu mobil[2]; c. Pada Jok motor[3]

Ruang lingkup kajian

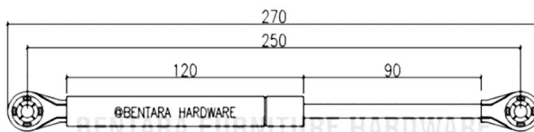
Penelitian ini khusus difokuskan untuk mencari kekakuan pegas [4]. Walaupun kenyataannya *gas spring* memiliki redaman, nilai redaman tersebut tidak dijadikan objek penelitian. Karena redaman diabaikan, maka dari itu *gas spring* bisa dianggap sebagai pegas heliks (*helical spring*) atau pegas koil (*coil spring*) murni dengan kemampuan menerima beban tekan dan defleksi linier berupa perpendekan jarak dari kedua ujung pegas.

Perumusan Masalah

Perlu dipastikan apakah *gas spring* bisa digunakan sebagai pengganti pegas heliks? Untuk memastikan hal tersebut, maka perlu dicek karakteristik nya, apakah karakteristik *gas spring* menyerupai karakteristik pegas heliks atau tidak. Seperti diketahui, pegas heliks memiliki karakteristik hubungan antara pertambahan gaya dan defleksi yang linier.

Dimensi gas spring

Ukuran panjang gas spring yang diuji adalah seperti diperlihatkan di Gambar 2 dengan kapasitas nominal 80 N



Gambar 2. Dimensi gas spring [4]

2. Metodologi

Metoda penelitian dan diagram alir

Metoda penelitian yang dilakukan adalah seperti pada diagram alir di Gambar 3. Langkah pertama adalah menyiapkan empat buah sampel gas spring dengan nominal sama yaitu 80 N seperti pada Gambar 4.



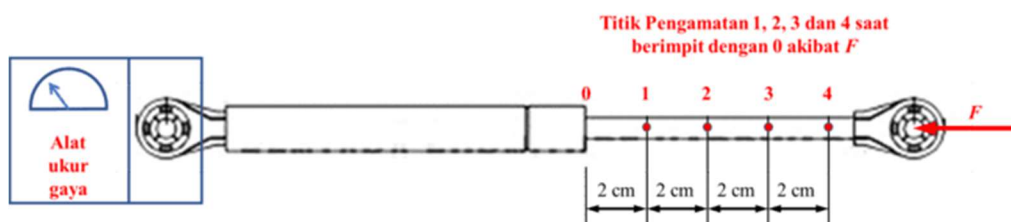
Gambar 3. Diagram alir pengujian

Langkah kedua menyiapkan dan memasang sample *gas spring* 1 sehingga dapat diuji seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Gambar diposisikan pada posisi horizontal, pada prakteknya dilakukan dengan posisi vertikal dan alat ukur yang digunakan adalah timbangan badan. Langkah ketiga adalah dengan memberi beban gaya dorong pada salah satu ujung *gas spring* tersebut sampai titik pengamatan 1 berimpit dengan titik referensi titik 0. Titik pengamatan 1 berjarak 2 cm sebelum ada beban gaya dorong. Langkah keempat, saat posisi titik 1 berimpit dengan titik 0, besar gaya yang diberikan dibaca dari alat ukur (timbangan) yang ada di ujung *gas spring* lainnya dan dicatat. Langkah kelima adalah pengecekan, apakah pengamatan sudah dilakukan sampai titik pengamatan ke 4, jika belum, maka hal serupa dilakukan saat titik pengamatan 2 berimpit dengan titik 0 (mencatat gaya yang ditunjukkan, yang diperlukan untuk mendorong *gas spring* sampai defleksi 4 cm). Kegiatan yang sama dilakukan untuk sampel *gas spring* 2, sampel *gas spring* 3 dan sampel *gas spring* 4.



Gambar 4. Empat sample *gas spring*

Langkah ke 6 adalah mengolah data dengan menggunakan regresi linier sehingga diperoleh persamaan linier untuk masing-masing *gas spring*. Dari persamaan-persamaan tersebut dapat diperoleh kekakuan masing-masing *gas spring*. Dan dari persamaan-persamaan itu juga dapat dibuat grafik antara besar defleksi dan besar gaya. Langkah ke 7 adalah mencari rata-rata untuk nilai kekakuan yang diperoleh sehingga diperoleh kekakuan yang dianggap mewakili kekakuan *gas spring* tak bermerek kapasitas 80 N yang dijual di *online shop*.



Gambar 5. Metode pengujian *gas spring*

Secara teori seharusnya hubungan antara pertambahan beban sebanding dan proporsional dengan pertambahan defleksi (perpendekan antara kedua ujung gas spring) dan memenuhi persamaan 1 [4].

$$k = \Delta F / \Delta l \tag{1}$$

Dimana:

k = Kekakuan pegas (N/cm)

ΔF = Pertambahan Beban (N)

Δl = Pertambahan defleksi (berkurang jarak antar kedua ujung pegas (cm))

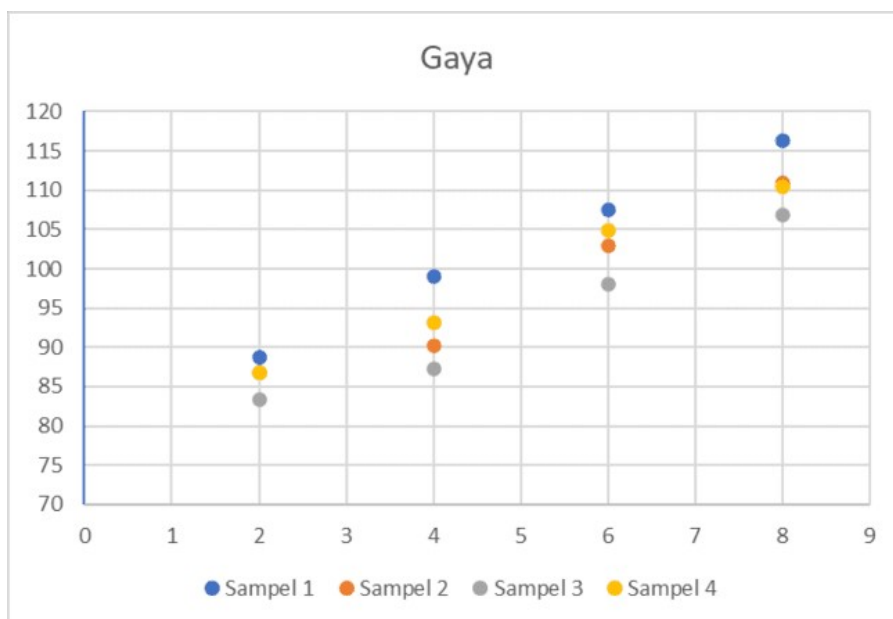
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil

Hasil pengamatan yang telah dikonversi dari kilogram ke Newton diperlihatkan pada Tabel 1. Sedangkan plot koordinatnya diperlihatkan pada Gambar 6. Absis mewakili defleksi (dalam cm) dan ordinat mewakili gaya atau beban yang diberikan (dalam Newton)

Tabel 1. Hasil pengamatan/pengujian

Pengamatan titik ke:	Defleksi (cm)	Gaya dorong (Newton)			
		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4
1	2	88,78	86,82	83,39	86,82
2	4	99,08	90,25	87,31	93,20
3	6	107,42	103,01	98,10	104,97
4	8	116,25	110,85	106,93	110,36



Gambar 6. Plot koordinat masing-masing pengamatan

Untuk mendapatkan garis linier masing masing sampel, dapat dilakukan dengan fasilitas regresi linier di Microsoft Excel [5]. Cara nya dengan mengaktifkan terlebih dahulu plugin addins analysis data. Setelah ditambahkan, plugins tersebut, dapat dilakukan analisis regresi linier pada masing-masing sampel di Tabel 1.

Hasil dari analisis regresi linier diperlihatkan pada gambar hasil analisis dari Gambar 2 sampai dengan Tabel 5.

Tabel 2. Hasil regresi linier sampel 1

Sampel 1

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,998978922
R Square	0,997958886
Adjusted R Square	0,996938329
Standard Error	0,648870509
Observations	4

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	411,7100653	411,7100653	977,8571429	0,001021078
Residual	2	0,842065875	0,421032937		
Total	3	412,5521312			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	80,19675	0,794700828	100,9143909	9,81815E-05	76,77742831	83,61607169	76,77742831	83,61607169
X Variable 1	4,537125	0,145091857	31,27070742	0,001021078	3,912845127	5,161404873	3,912845127	5,161404873

Tabel 3. Hasil regresi linier sampel 2

Sampel 2

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,979812266
R Square	0,960032077
Adjusted R Square	0,940048115
Standard Error	2,737587677
Observations	4

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	360,0312796	360,0312796	48,04012841	0,020187734
Residual	2	14,98877258	7,494386288		
Total	3	375,0200522			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	76,518	3,352846467	22,82180254	0,001914483	62,091866	90,944134	62,091866	90,944134
X Variable 1	4,242825	0,612143214	6,931098644	0,020187734	1,60898533	6,87666467	1,60898533	6,87666467

Tabel 4. Hasil regresi linier sampel 3

Sampel 3

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,985375801
R Square	0,970965469
Adjusted R Square	0,956448203
Standard Error	2,226243282
Observations	4

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	331,4852465	331,4852465	66,88349515	0,014624199
Residual	2	9,9123183	4,95615915		
Total	3	341,3975648			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	73,575	2,726580042	26,98435361	0,001370511	61,84347294	85,30652706	61,84347294	85,30652706
X Variable 1	4,07115	0,497803131	8,178233009	0,014624199	1,929275998	6,213024002	1,929275998	6,213024002

Tabel 5. Hasil regresi linier sampel 4

Sampel 4

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,98960594
R Square	0,979319917
Adjusted R Square	0,968979875
Standard Error	1,893355414
Observations	4

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	339,5209608	339,5209608	94,7114094	0,01039406
Residual	2	7,16958945	3,584794725		
Total	3	346,6905503			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	78,23475	2,318877333	33,73820119	0,000877373	68,25742611	88,21207389	68,25742611	88,21207389
X Variable 1	4,1202	0,423367141	9,731978699	0,01039406	2,298598214	5,941801786	2,298598214	5,941801786

Pembahasan

Seperti terlihat pada Gambar 6, untuk tiap sampel terlihat hubungan yang cukup proporsional antara besar beban yang diberikan dengan defleksi yang terjadi. Untuk mendapatkan nilai kelinieran yang mendekati, dilakukan perhitungan regresi linier pada setiap data pengujian sample untuk mendapatkan nilai koefisien (gradien) dan konstanta (intersep) yang mewakili peramaan linier sample.

Informasi lain yang diperoleh dari Gambar 6 ialah beban yang diperlukan cukup bervariasi untuk menghasilkan defleksi yang sama untuk tiap sample. Maka diperlukan cara untuk mendapatkan nilai intersep dan koefisien rata-rata untuk mewakili *gas spring* di pasaran. Dengan menggunakan fasilitas regresi linier maka dapat diperoleh intersep dan koefisien masing-masing sample seperti diperlihatkan pada Tabel 6. Pada tabel yang sama, dihitung juga rata-rata intersep dan koefisien yang dapat dianggap mewakili besaran intersep dan koefisien pada *gas spring* tak bermerek kapasitas 80 N di pasaran. Kekakuan pegas rata-rata sama dengan koefisien, dan dinyatakan dengan satuan N/cm.

Tabel 6. Hasil regresi linier dan rata-rata

	Gaya dorong (Newton)				
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Rata-rata
Intersep	80,19675	76,518	73,575	78,23475	77,13113
Koefisien	4,537125	4,242825	4,07115	4,1202	4,242825 = Kekakuan pegas rata-rata

Intersep mewakili nilai gaya minimum yang diperlukan agar *gas spring* mulai defleksi (mulai memendek), sedangkan koefisien mewakili kekakuan pegas populasi.

Nilai 80 Newton yang dijadikan spesifikasi gas spring ternyata adalah gaya minimum yang diperlukan untuk gas spring ber-defleksi. Ternyata lewat pengujian ini beban awal yang diperlukan untuk defleksi adalah 77,13113 Newton. Nilainya memang tidak tepat (selisih sekitar 3 N), mungkin karena pengaruh pengujian yang kurang memadai, palat ukur yang kurang presisi, pembacaan defleksi yang tidak tepat ataupun memang hasil produksi yang tidak seragam.

Sedangkan koefisien rata-rata yang merupakan kekakuan rata-rata, berkat pengujian ini, berhasil didapatkan ($k = 4,242825$ N/cm), meski saat pembelian, konsumen tidak mendapatkan data tersebut.

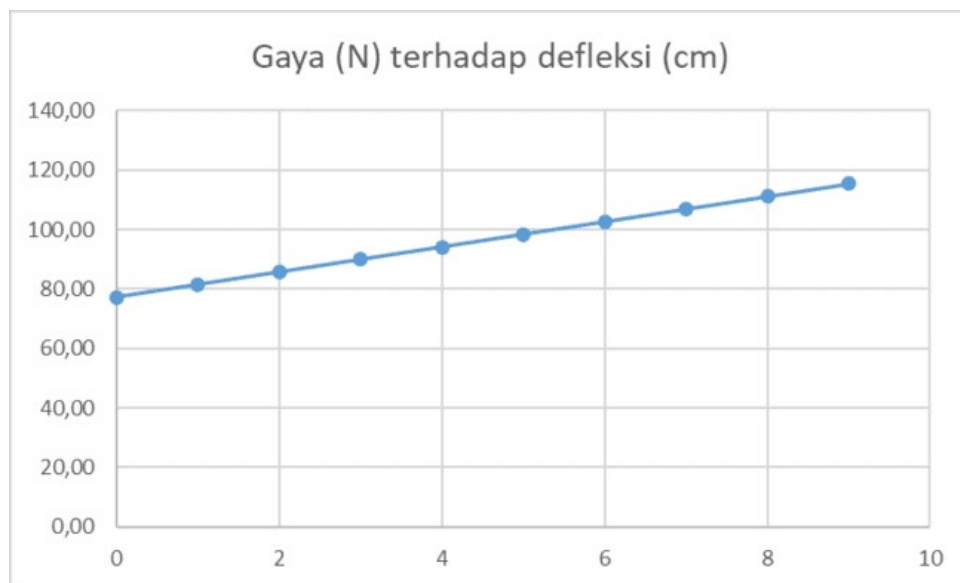
4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

- Gaya minimum rata-rata pegas mulai defleksi adalah $F = 77,13$ N
- Kekakuan pegas rata-rata $k = 4,242825$ N/cm
- Jika dilihat dari kelinieran antara besaran beban dengan defleksi, maka dapat disimpulkan bahwa gas spring ini memiliki karakteristik seperti pegas heliks. Jadi gas spring dapat digunakan sebagai pengganti pegas heliks.
- Hubungan antara beban dan perpendekan (defleksi) pegas yang terjadi dengan menggunakan hasil rata-rata intersep dan koefisien adalah seperti ditunjukkan pada Tabel 7 dan pada Gambar 7.

Tabel 7. Hubungan antara beban (gaya) dengan perpindahan (defleksi) pada *gas spring*

Defleksi (cm)	Gaya (N)
0	77,13
1	81,37
2	85,62
3	89,86
4	94,10
5	98,35
6	102,59
7	106,83
8	111,07
9	115,32



Gambar 7. Grafik beban (gaya) dengan perpindahan (defleksi) pada *gas spring*

Seperti terlihat dari grafik, gaya (beban) 77,13 Newton diperlukan buat *gas spring* mulai defleksi. Sedangkan untuk mencapai defleksi penuh (9 cm), diperlukan beban 115,32 Newton.

Saran

- Perlu pengujian dengan peralatan lebih presisi dan instalasi yang memadai.
- Sebaiknya dilakukan juga pengujian untuk *gas spring* kapasitas lainnya (selain 80 N) untuk melengkapi spesifikasi produk *gas spring*.
- Sebaiknya dilakukan pengujian terhadap besaran redaman dari *gas spring*. Karena seperti diketahui, *gas spring* ini ketika dilepas bebannya akan kembali ke posisi semula secara lambat. Maka besaran redaman juga menjadi hal yang diperlukan untuk diketahui jika *gas spring* digunakan selain pada pemakaian non statis.

4. Daftar Pustaka

- [1] Fitriawati, Putri. 2012 *Model Optimisasi Gas Spring dengan Kriteria Maximum Energy Storing*, Skripsi, Universitas Negeri Sebelas Maret
- [2] Bernardheta, Ferliana Herawati. 2010 *Kajian Dynamic Gait Bagi Pengguna Prosthetic Atas Lutut Endoskeletal Sistem Energy Storing Dengan Mekanisme 2 Bar*, Skripsi, Universitas Negeri Sebelas Maret
- [3] Sholeh, Adibus. 2015 *Analisis dan Perancangan Sepeda Statis untuk Rehabilitasi Penderita Stroke*, Vol 1 No 1 (2017): Conference on Design and Manufacture and Its Application, ppns.ac.id
- [4] Serway, Raymond A., (2009). *College Physics*, Brooks/Cole Cengage Learning, Belmont C A, USA
- [5] Carlberg Conrad, (2018), *Predictive Analytics: Microsoft Excel*, -, edisi 2, Pearson, Indianapolis USA