

## Karakterisasi Sifat Mekanik Benang Wol dan Benang Kasur

Handika Dany Rahmayanti<sup>1,2</sup>, Rahmawati Munir<sup>1</sup>, Euis Sustini<sup>1</sup> dan Mikrajuddin Abdullah<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Kemasan, Jurusan Teknik Grafika, Politeknik Negeri Media Kreatif, Indonesia

### Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima:  
28 Mei 2019

Disetujui:  
10 Juli 2019

Dipublikasikan:  
11 Juli 2019

*Keywords:*  
Benang Wol, Benang Kasur, Elongasi, Tenacity, Modulus Young

### ABSTRAK

Kajian mengenai karakteristik sifat mekanik benang merupakan hal yang sifatnya sederhana namun penting dilakukan demi berkembangnya penelitian mengenai serat dan benang. Pada penelitian ini digunakan dua jenis benang di pasaran yakni benang wol dan benang kasur. Karakterisasi meliputi kekuatan benang, elongasi, tenacity dan modulus Young. Berdasarkan hasil uji tarik didapatkan nilai kekuatan, elongasi dan tenacity dari benang. Nilai kekuatan benang wol berkisar 1269,09gram-1551,32gram. Dari kurva hasil uji tarik dapat diestimasi nilai modulus Young dari benang wol yang ada di pasaran yaitu 295 MPa-439 MPa. Sedangkan untuk hasil karakterisasi benang kasur di pasaran didapatkan bahwa benang mampu menahan beban maksimum 4794,12 gram-5895,45gram dan nilai modulus Young dari benang kasur didapatkan nilai 389,7MPa-495,29 MPa.

### ABSTRACT

*The study of the characteristics of mechanical properties of yarn is a simple but important thing for the development of research on fibers and yarns. In this study two types of yarn were used in the market, namely wool yarn and mattress yarn. Characterization includes yarn strength, elongasi, tenacity and Young's modulus. Based on the tensile test results obtained the value of strength, elongasi and tenacity of the yarn. The strength of wool yarn ranges from 1269.09gram to 1551.32gram. Based on the curve of the tensile test results, it can be estimated that the Young modulus value of wool yarn on the market is 295 MPa-439 MPa. As for the results of the mattress yarn characterization on the market it was found that the yarn was able to withstand a maximum load of 4794.12 gram-5895.45gram and the Young modulus value of the mattress yarn the value is 389.7MPa-495.29 MPa.*

© 2019 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:  
Jurusan Fisika, FMIPA, Institut Teknologi Bandung  
E-mail: mikrajuddin@gmail.com

p-ISSN 2088-1509  
e-ISSN 2684-978X

## **PENDAHULUAN**

Perkembangan industri tekstil di Indonesia semakin baik dan memiliki daya saing di pasar internasional. Hal ini disebabkan industri yang ada di Indonesia mencakup industri dari hulu sampai hilir yakni produk benang (pemintalan), pertenunan, rajutan hingga produk akhir yang siap pakai. Serat alam umumnya bersifat hampir sama yakni kuat, padat, mudah menyusut dan tahan apabila disetrika. Ada serat alam yang berasal dari hewan yaitu wol dan sutera serta adapula yang berasal dari tumbuhan seperti selulosa. Serat wol merupakan bahan tekstil yang terbuat dari bulu domba jenis biri-biri yang memiliki dua atau tiga lapisan bila diamati melalui mikroskop. Lapisan bagian luar terjadi dari sisik-sisik tindih menindih seperti bentuk gelas tersusun yang dilindungi oleh selaput tipis atau membran. Sedangkan lapisan bagian dalamnya terdiri dari sel-sel yang membentuk 90% dari serabut. Sifat ini menarik untuk dikaji sifat mekaniknya dengan membandingkan karakteristiknya dengan serat sintetis seperti benang kasur. Benang merupakan serat panjang yang umumnya digunakan untuk produksi tekstil. Terdapat beberapa jenis benang di pasaran diantaranya benang wol, benang kasur, benang jahit dan lain-lain. Benang-benang tersebut diproduksi dalam berbagai merek. Informasi mengenai karakteristik benang yang dijual di pasaran diperlukan untuk mengetahui kualitas benang.

Kajian mengenai karakteristik sifat mekanik benang merupakan hal yang sifatnya sederhana namun penting dilakukan demi berkembangnya penelitian mengenai serat dan benang. Penelitian mengenai benang/serat juga cukup kompleks telah dikembangkan oleh para peneliti seperti Smith dan Lennard (2014) yang mengkaji mengenai sifat mekanis wol dan kapas yang akan digunakan di masa depan, Munandar dkk (2013) yang menguji kekuatan serat ijuk serta Rahmayanti dkk (2016, 2018, 2019) yang mengembangkan mengenai teori kain, kajian struktur serat masker serta kajian sifat statistik benang dan masih banyak penelitian lainnya yang mengkaji mengenai serat dan benang ini. Namun belum ada data yang mempublikasikan mengenai karakteristik benang yang ada di pasaran. Mengingat pentingnya mengenai kekuatan tarik benang maka perlu mengumpulkan informasi karakterisasi benang yang ada di pasaran. Pada penelitian ini masih terbatas pada uji 2 jenis benang saja yakni benang wol dan benang kasur. Kedua jenis benang ini merupakan jenis benang yang sering kita jumpai dan gunakan. Benang wol sering kita temui penggunaannya dalam bentuk kain rajutan. Sumber dari Kementerian Perindustrian menyebutkan bahwa jumlah industri kain rajutan di Indonesia cukup banyak bahkan pada tahun 2016 mampu menghasilkan nilai ekspor yang mencapai lebih dari 125 juta US dollar.

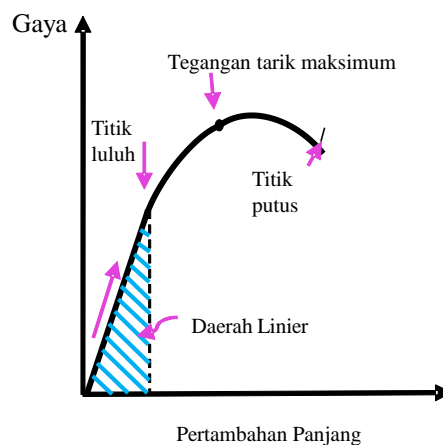
## **METODE**

Pada penelitian ini menguji 2 jenis benang yang ada di pasaran yakni benang wol dan benang kasur yang dijual di pasar tradisional dan supermarket di kota Bandung. Kedua benang ini sering digunakan dan mudah didapatkan di pasaran dengan variasi berbagai merek. Kedua jenis benang dikarakterisasi di Balai Besar Tekstil kota Bandung dengan menggunakan alat uji tarik Textechno-Statimat DS seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Pengujian ini menggunakan standar uji sesuai SNI 08-0276-1989.



Gambar 1. Alat tarik benang

Bahan yang akan diuji diberikan gaya tarik hingga mengalami patahan, bersamaan dengan itu perpanjangan yang dialami bahan uji diamati (Rahmayanti dkk., 2018). Kurva yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 2. Pada penelitian ini uji kekuatan tarik benang, elongasi, *tenacity* serta modulus Young benang dapat ditentukan.



Gambar 2. Data yang dihasilkan dari uji tarik (Rahmayanti dkk., 2017)

Dalam pengujian tarik nilai modulus Young atau modulus elastisitas ( $E$ ) dapat ditentukan secara statis dengan cara ditarik dengan pembebanan pada kedua ujungnya dimana gaya tarik yang diberikan sebesar  $F$  (Newton) kemudian bahan akan mengalami pertambahan panjang ( $\Delta l$ ). Perbandingan antara pertambahan panjang dengan panjang mula-mula disebut regangan dan dinyatakan dalam persamaan:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0} \quad (2.1)$$

dengan  $\varepsilon$  adalah regangan,  $\Delta l$  merupakan pertambahan panjang (m),  $l_0$  adalah panjang mula-mula (m) serta  $l$  merupakan panjang akhir (m).

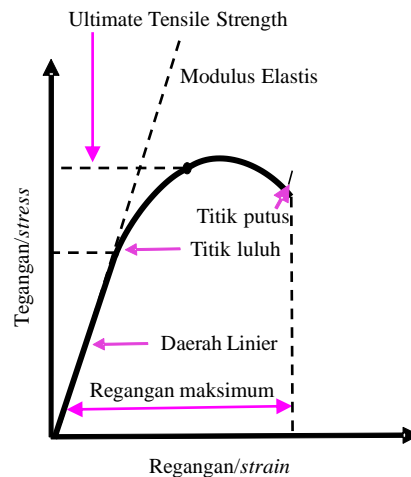
Perbandingan gaya terhadap luas penampang pada saat pemberian gaya disebut tegangan (*stress*). Tegangan tarik maksimum adalah kekuatan tarik (*tensile strength*) suatu bahan yang ditetapkan dengan membagi gaya tarik maksimum dengan luas penampang mula-mula, dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\sigma = \frac{F_m}{A_0} \quad (2.2)$$

Dengan  $\sigma$  merupakan tegangan tarik maksimum ( $\text{Nm}^{-2}$ ),  $A_0$  adalah luas penampang awal ( $\text{m}^2$ ) dan  $F_m$  adalah gaya tarik maksimum (N). Sedangkan besaran modulus Young ditentukan dengan persamaan:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2.3)$$

Dengan  $E$  merupakan modulus elastisitas atau modulus Young ( $\text{Nm}^{-2}$ ). Guna pembahasan lebih lanjut, hubungan antara gaya tarikan dan pertambahan panjang (Gambar 2) dapat dimodifikasi menjadi hubungan antara tegangan (*stress*) dengan regangan (*strain*) seperti ditunjukkan Gambar 3.



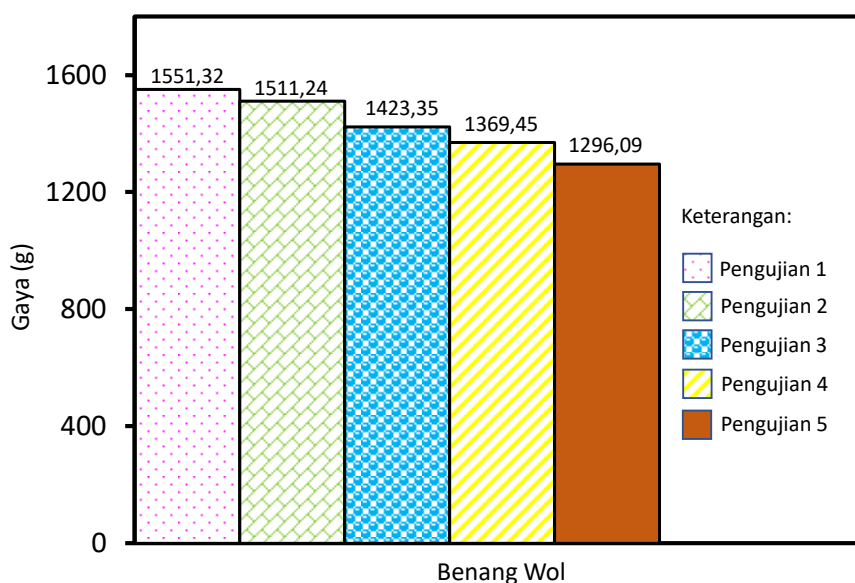
Gambar 3. Kurva tegangan-regangan bahan (Rahmayanti dkk., 2017)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini masih terbatas pada pengujian dua jenis benang yaitu benang wol dan benang kasur. Terdapat beberapa merek untuk jenis benang ini di pasaran. Untuk karakterisasi sifat mekanik benang, pada penelitian ini akan ditampilkan hasil uji kekuatan, elongasi, *tenacity* dan modulus Young dari benang.

### Benang Wol

Kekuatan merupakan salah satu sifat benang yang sangat penting. Hal utama yang mempengaruhi kekuatan sebuah benang yaitu sifat-sifat bahan bakunya serta konstruksi benang. Sifat-sifat bahan baku berkaitan dengan panjang serat, kerataan serat dan kehalusan benang (Sulam, 2008). Lain halnya dengan konstruksi benang yang sangat ditentukan oleh jumlah antihan. Antihan adalah putaran yang dimiliki benang tunggal. Gambar 4 menunjukkan besarnya gaya maksimum yang dapat menarik benang wol hingga putus.



Gambar 4. Besarnya gaya tarik benang wol

Gambar 4 menunjukkan besarnya gaya maksimum yang diberikan pada benang wol yaitu berkisar antara 1269,09 gram-1551,32 gram. Hal ini berarti bahwa benang wol di pasaran dapat menahan beban maksimum yakni 1269,09 gram-1551,32 gram. Jika diberikan lebih dari itu maka benang akan putus. Kualitas dan panjang benang wol sangat dipengaruhi oleh panjang serat wol. Panjang serat diukur mulai dari permukaan kulit sampai ujung serat (Syamyono dkk., 2003). Panjang serat wol menunjukkan kemampuan produksi wol dari seekor domba (Ensminger, 1991). Karakteristik serat wol yang berbeda dari bangsa domba yang berbeda akan menghasilkan kualitas benang yang berbeda (Johnston, 1983). Pada pengujian ini menghasilkan bahwa kekuatan dari benang wol yang ada di pasaran hampir sama rata.

Selanjutnya dalam pengujian sifat mekanik benang diuji juga elongasi atau daya mulur benang. Daya mulur merupakan kemampuan sehelai benang untuk mulur dibanding dengan panjang aslinya. Elongasi benang sangat erat hubungannya dengan kekuatan benang. Elongasi dipengaruhi oleh daya ikat dan elastisitas serat, oleh karena itu benang yang kuat akan memiliki elongasi yang tinggi (Syamyono dkk., 2003). Semakin banyak serat halus maka semakin besar daya ikatnya dan semakin besar daya elastisitasnya. Serat halus mempunyai daya ikat antar serat yang kuat karena permukaannya bersisik. Besarnya elongasi dari benang wol disajikan dalam Tabel 1.

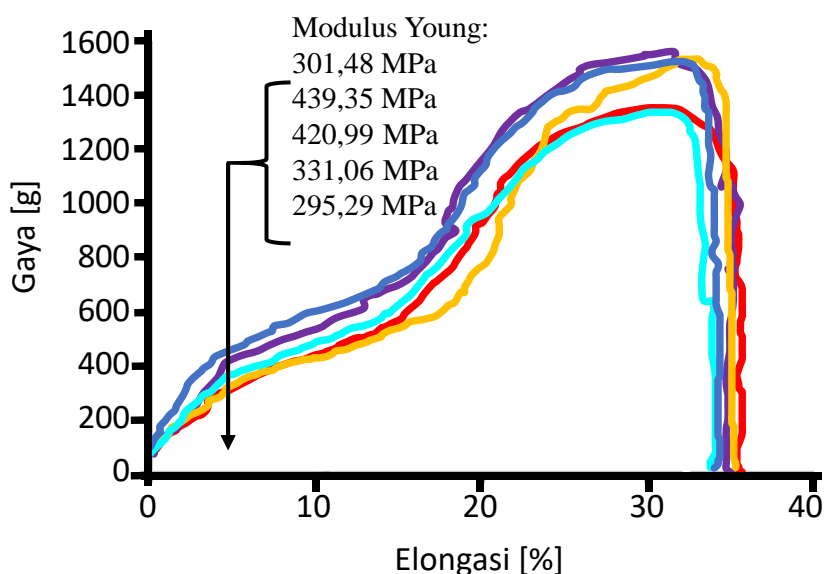
Tabel 1. Hasil Pengujian Elongasi dan *Tenacity* Benang Wol

Keterangan	Elongasi [%]	<i>Tenacity</i> [cN/tex]
Pengujian 1	34,23	9,46
Pengujian 2	34,84	9,22
Pengujian 3	34,23	8,68
Pengujian 4	35,24	8,35
Pengujian 5	32,82	7,91

Tabel 1 menunjukkan bahwa elongasi benang berkisar antara 32,82%-35,24%. Elongasi 32,82% artinya benang tersebut dapat ditarik sampai panjangnya lebih 32,82% dari panjang aslinya

sampai benang tersebut putus. Misalnya panjang benang wol 1 meter artinya benang wol dapat ditarik maksimum hingga 1,3 meter dan jika lebih dari itu benang akan putus.

Pengukuran kuat tarik bahan dapat dihitung berdasarkan berapa tegangan maksimum (*stress*) yang bisa ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik, sebelum bahan tersebut patah. *Stress* adalah istilah yang digunakan ketika gaya yang diberikan dinyatakan relatif terhadap luas penampang. Dalam pengujian ini sulit untuk menentukan luas penampang spesimen benang karena bentuknya sering tidak beraturan. Oleh karena itu, *stress* biasanya dinyatakan sebagai '*tenacity*' (biasanya disebut sebagai keuletan), yaitu beban relatif terhadap kerapatan linier (*linear density*). Kerapatan linear adalah sebuah ukuran massa benang dalam gram per 1000 m panjangnya dan diberi satuan tex (Smith dkk., 2014). Pada Tabel 1 disajikan *tenacity* dari benang wol di pasaran yakni sekitar 7,91-9,46 cN/tex.

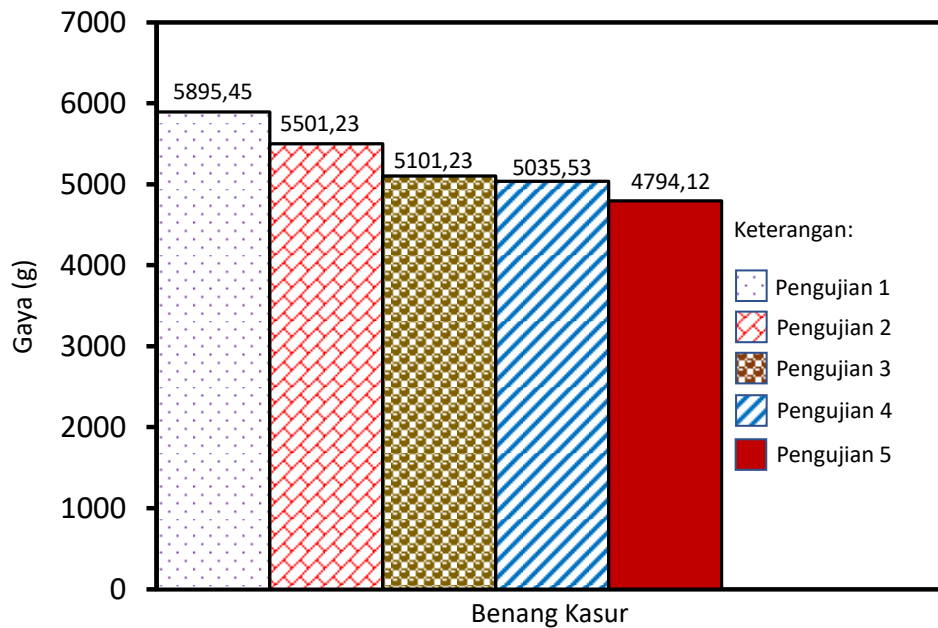


Gambar 5. Kurva elongasi terhadap gaya hasil pengujian kuat tarik benang wol

Pada pengujian kuat tarik, bahan uji diberi gaya tarik secara kontinu hingga bahan tersebut mengalami patahan, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami bahan uji. Dari Gambar 5 terlihat garis perpanjangan putus dari hasil uji tarik benang wol. Garis perpanjangan putus pada pengukuran uji kuat tarik menentukan keelastisan bahan atau material. Dari hasil pengujian kuat tarik, dapat diestimasi besarnya modulus Young yang menentukan sifat elastisitas suatu bahan. Pada Gambar 5 menunjukkan nilai modulus Young benang wol yang ada di pasaran berkisar antara 295 MPa-439 MPa. Nilai ini mendekati dari Hasil yang dilaporkan Zak dan Kobielarz (2010) bahwa nilai modulus Young benang wol yang dihasilkan dari beberapa binatang berkisar antara 300-500 MPa.

### Benang Kasur

Berbeda dengan benang wol, benang kasur memiliki kekuatan tarik yang lebih besar. Pada Gambar 6 menunjukkan besarnya gaya maksimum yang diberikan pada benang kasur yakni antara 4794,12 gram-5895,45 gram yang berarti bahwa benang kasur mampu menahan beban maksimum 4794,12 gram-5895,45 gram. Benang kasur merupakan benang yang biasanya digunakan untuk menjahit kasur atau jok mobil. Dari bentuk dan fungsinya benang kasur memiliki kekuatan lebih besar dari pada benang wol hal ini terbukti dari hasil pengujian kekuatan tarik yang telah dilakukan pada penelitian ini.



Gambar 6. Besarnya gaya tarik benang kasar

Nama lain benang kasar adalah benang jagung. Benang ini kuat, berdiameter besar dan bertekstur kasar. Benang kasar terbuat dari serat selulosa. Selain untuk menjahit kasar, benang kasar juga biasa digunakan untuk hiasan pakaian. Benang kasar memiliki elongasi dan *tenacity* seperti ditunjukkan Tabel 2.

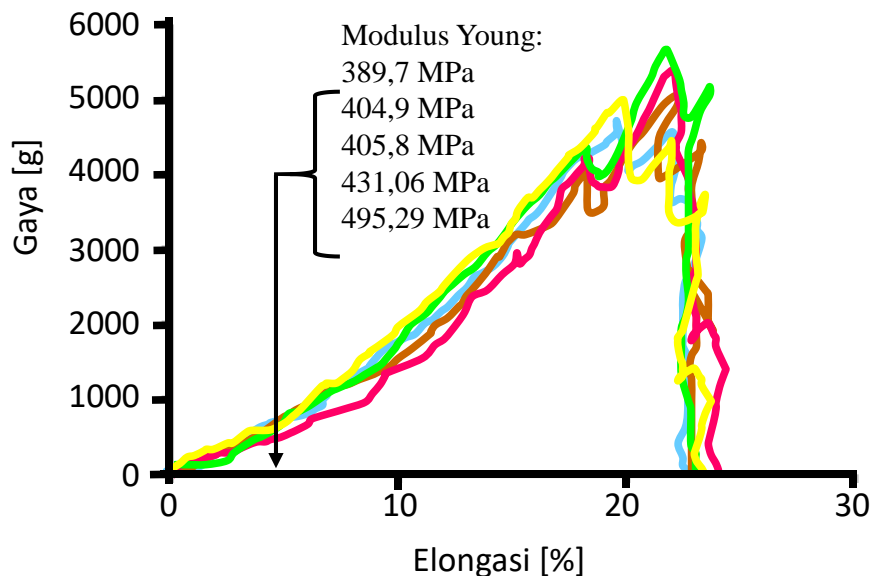
Tabel 2. Hasil Pengujian Elongasi dan *Tenacity* Benang Kasur

Keterangan	Elongasi [%]	<i>Tenacity</i> [cN/tex]
Pengujian 1	24,21	8,65
Pengujian 2	24,26	8,07
Pengujian 3	20,43	7,49
Pengujian 4	21,82	7,39
Pengujian 5	19,58	7,04

Besarnya daya mulur benang kasar yakni antara 19,58% hingga 24,26%. Elongasi 19,58% artinya benang tersebut dapat ditarik sampai panjangnya lebih 19,58% dari panjang aslinya sampai benang tersebut putus. Misalnya panjang benang kasar 2 meter artinya benang kasar dapat ditarik maksimum hingga  $\pm 2$  meter dan jika lebih dari itu benang akan putus. Elongasi benang kasar lebih kecil dibandingkan benang wol, hal ini berarti benang wol mempunyai sifat lebih elastis dibandingkan benang kasar. *Tenacity* benang kasar yang ada di pasaran mempunyai nilai antara 7,0-8,65 cN/tex.

Gambar 7 menunjukkan hasil uji tarik benang kasar yakni kurva antara elongasi terhadap gaya. Nilainya tidak bergantung pada ukuran bahan, melainkan karena faktor jenis bahan. Dari pengujian kuat tarik didapatkan nilai modulus Young benang kasar yakni antara 389,7 MPa-495,29 MPa. Dari kurva juga terlihat garis perpanjangan putus dari hasil uji tarik benang kasar yang ada di

pasaran terlihat hampir sama rata. Hal ini berarti keelastisan benang kasur yang ada di pasaran mempunyai nilai yang hampir sama.



Gambar 7. Kurva elongasi terhadap gaya hasil pengujian kuat tarik benang kasur

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil uji tarik didapatkan nilai kekuatan, elongasi dan tenacity dari benang. Nilai kekuatan benang wol berkisar 1269,09 gram-1551,32 gram yang berarti bahwa benang wol yang ada di pasaran mampu menahan beban maksimum antara 1269,09 gram-1551,32 gram. Sedangkan untuk elongasi dan *tenacity* dari benang wol berturut-turut adalah 32,82%-35,24% dan 7,91-9,46 cN/tex. Dari kurva hasil uji tarik dapat diestimasi nilai modulus Young dari benang wol yang ada di pasaran yaitu 295 MPa-439 MPa. Sedangkan untuk hasil karakterisasi benang kasur di pasaran didapatkan bahwa benang mampu menahan beban maksimum 4794,12 gram-5895,45 gram dengan elongasi dan *tenacity* berturut-turut mempunyai nilai 19,58%-24,26% dan 7,0-8,65 cN/tex. Untuk nilai modulus Young dari benang kasur didapatkan nilai 389,7MPa-495,29 MPa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik sifat mekanik benang tidak semua bergantung fungsinya. Data yang diperoleh dari penelitian ini nantinya dapat digunakan untuk pengembangan penelitian di bidang serat.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi Republik Indonesia melalui Program Master Doktor Sarjana Unggul (PMDSU) No. 535C/II.C01/PL/2018.

## REFERENSI

- Ensminger. (1991). *Animal Science 9th Ed.* USA: The Interstate Printers of Publisher, Inc. Danville Illionis
- Johnston, R.G. (1983). *Introduction to Sheep Farming.* London: Granada Publishing
- Munandar, I., & Savetlana, S. (2013). Kekuatan Tarik Serat Ijuk (Arenga Pinnata Merr). *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(3).
- Rahmayanti, H. D., Utami, F. D., & Abdullah, M. (2016). Physics model for wringing of wet cloth. *European Journal of Physics*, 37(6), 065806.



- Rahmayanti, H. D., Amalia, N., Dewi, Y. C., Sustini, E., & Abdullah, M. (2018). Development of Nata de Coco-based transparent air masks. *Materials Research Express*, 5(5), 054004.
- Rahmayanti, H. D., Rahmawati, R., Sustini, E., & Abdullah, M. (2018). Kajian Struktur Serat dan Porositas Masker Udara. *Jurnal Fisika*, 8(1).
- Rahmayanti, H. D., Munir, R., Sustini, E., & Abdullah, M. (2019). Curling evolution of suspended threads replicates 2D self-avoiding walk phenomena and 1D crystallization process. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2019(1), 013401.
- Syamyono, O., Inounu, I & Yamin, M. (2003) Wool characteristic of Priangan sheep and its crossbred. *JITV*, 8(3): 205-210
- Smith, M. J., Flowers, T. H., & Lennard, F. J. (2015). Mechanical properties of wool and cotton yarns used in twenty-first century tapestry: Preparing for the future by understanding the present. *Studies in Conservation*, 60(6), 375-383.
- Sulam, A. L. (2008). *Teknologi Pembuatan Benang dan Pembuatan Kain Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Zak, M., & Kobielarz, M. (2010). The mechanical properties of fibres and yarns in different group of animals. *In Youth Symposium on Experimental Solid Mechanics*.