

Analisis Pengaruh Jumlah Rangkaian dan Pemberian Twist terhadap Sifat Mekanis Benang Kapas Murni: Analisis Menggunakan Anova

Fahmi Fawzy Rusman^{1*}, Nurfadilah Ikhsani², Andrian Wijayono³, Verawati Nurazizah⁴, Reski Alya Pradifta⁵, Wilda Murti⁶

^{1,2}Program Studi Teknik Pembuatan Benang, Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil Surakarta, Indonesia

^{3,4}Program Studi Teknik Pembuatan Kain Tenun, Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil Surakarta, Indonesia

^{5,6}Program Studi Teknik Pembuatan Garmen, Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil Surakarta, Indonesia

Email: ¹fahmifawzyr@ak-tekstilsolo.ac.id, ²nurfadilahikhsani@kemenperin.go.id,

³andrianw@kemenperin.go.id, ⁴verawatinurazizah@kemenperin.go.id, ⁵reskialyap@kemenperin.go.id, ⁶wmurti@ak-tekstilsolo.ac.id

Abstrak

Benang merupakan salah satu komponen utama dalam industri tekstil yang menentukan sifat mekanis dan fungsional produk tekstil. Kekuatan tarik dan mulur benang dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk jumlah rangkaian dan pemberian twist. Meskipun penggunaan benang rangkap telah banyak diterapkan dalam industri tekstil untuk meningkatkan kekuatan mekanis, masih diperlukan kajian lebih lanjut mengenai pengaruh jumlah rangkaian terhadap sifat fisik benang, khususnya kekuatan tarik dan mulur. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh jumlah rangkaian dan twist terhadap sifat mekanis benang. Tahapan awal penelitian melibatkan pembuatan benang rangkap dengan variasi jumlah rangkaian (dua dan tiga) serta aplikasi twist pada benang menggunakan mesin doubling dan TFO. Pengujian kekuatan tarik dan mulur dilakukan menggunakan alat instron sesuai dengan standar SNI 7650:2010. Data hasil pengujian dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) untuk menentukan signifikansi pengaruh jumlah rangkaian dan twist terhadap sifat mekanis benang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah rangkaian, semakin tinggi pula nilai kekuatan tarik dan mulur benang. Selain itu, benang yang diberikan twist memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan benang tanpa twist. Namun, peningkatan twist menyebabkan penurunan nilai mulur karena struktur benang menjadi lebih kaku. Dengan demikian, jumlah rangkaian dan tingkat twist menjadi parameter penting dalam optimasi desain benang untuk aplikasi industri tekstil.

Kata Kunci: Benang Rangkap, Jumlah Rangkaian, Kekuatan Tarik, Mulur, Twist

Abstract

Yarn is one of the key components in the textile industry, determining the mechanical and functional properties of textile products. The tensile strength and elongation of yarn are influenced by various factors, including the number of plies and the application of twist. Although plied yarns are widely used in the textile industry to enhance mechanical strength, further investigation is needed to understand the effect of ply number on the physical properties of yarn, particularly tensile strength and elongation. This study aims to evaluate the influence of ply number and twist on the mechanical properties of yarn. The initial stage of the research involved producing plied yarns with different ply numbers (two and three) and applying twist using a doubling machine and a Two-for-One (TFO) twister. Tensile strength and elongation tests were conducted using an Instron testing machine following the SNI 7650:2010 standard. The obtained data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) to determine the significance of the effects of ply number and twist on yarn mechanical properties. The results indicated that a higher ply number leads to increased tensile strength and elongation. Additionally, twisted yarn exhibited higher tensile strength compared to untwisted yarn. However, an increase in twist resulted in lower elongation due to the increased rigidity of the yarn structure. Therefore, ply number and twist level are crucial parameters in optimizing yarn design for industrial textile applications.

Keywords: Elongation, Plied Yarn, Ply Number, Tensile Strength, Twist

1. PENDAHULUAN

Benang merupakan komponen utama dalam industri tekstil yang memainkan peran krusial dalam menentukan sifat mekanis dan fungsional produk akhir (Purnomo, 2024). Karakteristik benang, termasuk kekuatan tarik, elastisitas, dan ketidakrataan, sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti jenis dan panjang serat, jumlah puntiran, serta jumlah rangkapan benang (El-Sayed & Abd-Elkawe, 2021; Sekerden, 2011). Pemahaman yang komprehensif mengenai faktor-faktor ini sangat penting dalam meningkatkan performa produk tekstil serta menyesuaikannya dengan kebutuhan konsumen. Kekuatan benang merupakan salah satu parameter utama dalam menentukan kualitas produk tekstil (Afroz & Islam, 2021; Patil et al., 2017). Faktor ini bergantung pada sifat serat penyusun serta struktur benang itu sendiri. Struktur benang dapat dikategorikan menjadi dua jenis utama, yaitu benang tunggal (*single yarn*) dan benang rangkap (*plied yarn*). Benang tunggal merupakan hasil pemintalan serat menjadi satu untai kontinu, dengan karakteristik kekuatan yang bergantung pada panjang serat, distribusi serat dalam benang, serta jumlah *twisting* yang diterapkan selama proses pemintalan (Safari Gorjan et al., 2021; Sowmya et al., 2017). Selain itu, tingkat homogenitas serat dalam benang tunggal juga mempengaruhi kekuatan tariknya, di mana serat dengan distribusi yang lebih seragam cenderung menghasilkan benang yang lebih kuat (Ahmed, 2014; Babaarslan et al., 2023).

Benang tunggal secara umum banyak digunakan dalam berbagai aplikasi tekstil, namun kelemahannya terletak pada kekuatan tarik yang lebih rendah dibandingkan benang rangkap. Hal ini disebabkan oleh kemungkinan putusannya serat individu tanpa adanya dukungan dari serat lainnya dalam struktur benang (Afroz et al., 2022). Oleh karena itu, benang rangkap lebih umum digunakan dalam aplikasi industri yang membutuhkan peningkatan kekuatan tarik dan mulurnya (Zhou et al., 2021). Meskipun penambahan jumlah rangkapan umumnya meningkatkan kekuatan tarik, terdapat batas optimal di mana terlalu banyak rangkapan tanpa kontrol *twisting* yang tepat dapat menyebabkan distribusi tegangan yang tidak merata (Dejene & Ayele, 2024; Dolimov et al., 2023). *Twisting* merupakan proses pemberian *twist*, sehingga membentuk struktur yang lebih kuat pada benang. Pemberian *twist* pada benang dapat mengurangi ketidakrataan dan meningkatkan kekuatan tarik pada benang tunggal maupun rangkap. Peran *twisting* pada benang rangkap adalah untuk meningkatkan interaksi antar benang penyusun, sehingga mengurangi kemungkinan selip pada benang rangkap (Dolimov et al., 2023; Hassan et al., 2024). Namun, jumlah *twist* yang diberikan pada benang rangkap perlu diberikan secara optimal. Olgun et al (2025) telah menemukan bahwa jumlah dan arah *twist* pada benang *dual core spun* memiliki pengaruh signifikan pada kekuatan dan elastisitas benang. Erbil et al (2022) menyatakan bahwa konstruksi benang *dual-core* memiliki pengaruh pada kualitas kain denim yang dihasilkan. Sementara itu Chen & Du (2020) menerangkan bahwa parameter mesin dapat berpengaruh terhadap kualitas dan performa benang yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa sifat dari benang kapas murni tunggal menjadi penting untuk diamati karena termasuk benang yang paling umum dijumpai di industri tekstil (Kulkarni & Sahu, 2022). *Twisting* yang terlalu besar dapat memberikan kekakuan yang tinggi pada benang rangkap, sedangkan *twisting* yang rendah menyebabkan benang mudah terurai. Oleh karena itu, dalam proses pemintalan dan pembuatan benang rangkap, optimalisasi antara jumlah rangkapan dan tingkat puntiran menjadi kunci dalam menghasilkan benang dengan performa mekanis terbaik (Parpiev et al., 2023; Vysanska, 2024).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kekuatan benang rangkap tidak hanya bergantung pada kekuatan benang tunggal penyusunnya, tetapi juga pada faktor-faktor seperti jumlah puntiran dan jumlah rangkapan. Model matematika yang dikembangkan oleh Wang et al (2017) memprediksi kekuatan tarik benang dua rangkap berdasarkan sifat benang filamen tunggal, menunjukkan bahwa interaksi antar benang memainkan peran signifikan dalam menentukan kekuatan akhir benang rangkap.

Meskipun terdapat penelitian mengenai pengaruh tingkat puntiran dan struktur benang terhadap kekuatan tarik, studi yang secara khusus meneliti pengaruh jumlah rangkapan dan *twisting* terhadap kekuatan benang kapas masih terbatas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh variasi jumlah rangkapan dan *twisting* terhadap kekuatan tarik benang kapas. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam bagi industri tekstil dalam mengoptimalkan desain spesifikasi benang guna meningkatkan kualitas dan performa produk akhir.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Bahan dan Alat

Proses pembuatan benang rangkap dilakukan di mesin doubling, yang berfungsi untuk menggabungkan dua atau lebih benang tunggal menjadi satu struktur yang lebih kuat dan stabil. Prinsip kerja pada mesin doubling ini adalah benang tunggal ditempatkan pada *creel* penyimpanan, kemudian benang tersebut dilewatkan pada *guide bar* yang diberikan tegangan. Benang tersebut akan dililitkan pada cones dengan kecepatan tertentu. Proses pembuatan benang rangkap dilakukan pada mesin *doubling* dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Mesin Doubling yang Digunakan

No	Spesifikasi	Deskripsi
1	Model	L-202SDI
2	Nomor seri	86708
3	Tegangan	380 V
4	Frekuensi	50 Hz
5	Nilai ampere maksimum	1 KVA

Variasi jumlah rangkapan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sejumlah tiga jenis. Tiga jenis rangkapan yang digunakan adalah satu rangkap, dua rangkap dan tiga rangkap. Variasi jumlah rangkapan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pembuatan Sampel Benang Kapas 100%

Sampel Benang	Nomor Benang	Jenis Benang	Jumlah Sampel Uji
A	32	Rangkap 1	25 Sampel
B	16	Rangkap 2	25 Sampel
C	9	Rangkap 3	25 Sampel

Seluruh sampel yang dibuat, akan dilakukan evaluasi pengaruhnya terhadap kekuatan tarik dan mulur benang. Setelah proses doubling selesai, benang akan digulung dalam bentuk cones untuk memudahkan proses pengujian kekuatan tarik dan mulur benang.



Gambar 1. Mesin Doubling Untuk Proses Perangkapan Benang

Proses pemberian *twist* pada benang dilakukan pada mesin TFO (*two for one*), yang berfungsi untuk memberikan *twist* pada benang rangkap guna meningkatkan sifat mekanisnya. Mesin TFO bekerja dengan cara benang yang dimasukkan pada spindle dengan kecepatan tinggi. Saat benang melewati spindle ini, terjadi proses pembentukan dua *twist* dalam satu putaran spindle. Proses pemberian *twist* pada benang dilakukan pada mesin TFO dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 3. Spesifikasi mesin TFO

No	Spesifikasi	Deskripsi
1	Model	LW-5E1SA
2	Nomor seri	210004
3	Tegangan	380 V
4	Frekuensi	50 Hz
5	Nilai ampere maksimum	3,7 kW

Pada penelitian ini telah diberikan dua jenis perlakuan twist, yaitu (1) tanpa diberikan perlakuan twist dan (2) diberikan twist sebanyak 750 *twist* per meter. Tabel 4 memperlihatkan spesifikasi sampel benang yang diberikan perlakuan 750 *twist* per meter.

Tabel 4. Pembuatan sampel benang rangkap dengan pemberian *twist*

Sampel Benang	Nomor Benang	Jenis Benang	Jumlah <i>Twist</i> /m	Jumlah Sampel
D	16	Rangkap 2 + <i>Twist</i>	750	25 Sampel
E	9	Rangkap 3 + <i>Twist</i>	750	25 Sampel



Gambar 2. Mesin TFO Untuk Proses Pemberian *Twist* Pada Benang

Pengujian ini dilakukan menggunakan alat uji Instron Strength Tester dengan spesifikasi sesuai Tabel 5. Gambar 3 menunjukkan alat instron strength tester yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 5. Spesifikasi Instron Strength Tester

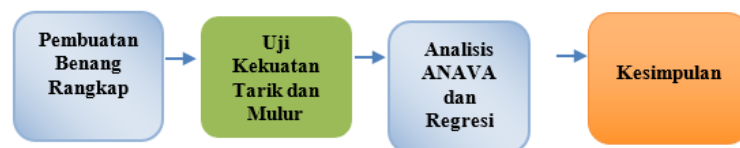
No	Spesifikasi	Deskripsi
1	Merek	Textechno
2	Nomor seri	205080/2012
3	Tipe	BS1-FR.5TN.140.002
4	Daya	200-250 V
5	Fnom	2,5 kN



Gambar 3. Instron Strength Tester Untuk Menguji Kekuatan Tarik dan Mulur Benang

2.2. Prosedur Eksperimen

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh jumlah rangkapan dan *twisting* terhadap kekuatan tarik dan mulur benang. Pada tahap awal, bahan utama yang digunakan adalah benang kapas yang diperoleh dari proses pemintalan dengan nomor benang dalam Ne_1 32. Benang ini kemudian dibentuk menjadi benang rangkap, dengan jumlah rangkapan yang bervariasi untuk menilai pengaruhnya terhadap kekuatan tarik dan mulur. Benang tunggal dan benang rangkap selanjutnya diuji menggunakan alat uji kekuatan tarik dan mulur sesuai dengan SNI 7650: 2010. Tahapan terakhir berupa analisis dari data yang didapat pada uji kekuatan tarik dan mulur berdasarkan SNI 7650:2010. Hasil pengamatan akan dianalisis menggunakan ANAVA dan regresi untuk melihat pengaruh dari jumlah rangkapan dan *twist* terhadap sifat kekuatan tarik dan mulur benang kapas 100%.



Gambar 4. Alur Proses Penelitian

Pengujian kekuatan tarik dan mulur benang dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan standar SNI 7650:2010. Pengujian ini bertujuan untuk melakukan evaluasi terhadap ketahanan benang saat diberi beban sebelum putus.

Setiap sampel benang dijepit pada kedua *clamp* dengan jarak jepit sesuai dengan standar SNI 7650:2010 adalah 750 mm. Pengujian dilakukan sebanyak 25x percobaan, dengan kecepatan tarik yang diatur secara presisi untuk memastikan distribusi gaya tarik.

Pada pengujian ini, didapatkan data kekuatan tarik benang dalam cN/tex dan pertambahan panjang benang (mulur) dalam %. Data yang diperoleh dari pengujian ini mencerminkan seberapa besar gaya yang dapat ditahan oleh benang sebelum putus, yang menjadi indikator utama dalam menilai kualitas dan ketahanan mekanis benang.

2.3. Metode Analisis Data

Pada penelitian ini akan digunakan analisis uji perbedaan rata-rata antar populasi menggunakan Metode ANAVA (Analisis Varians) dan SNK (Student Newman Keuls). Jumlah populasi yang terlibat pada penelitian ini berjumlah lima, yaitu (1) populasi benang tunggal tanpa proses *twisting* bernomor Ne_1 32, (2) populasi benang rangkap dua tanpa proses *twisting* bernomor Ne_1 16, (3) populasi benang rangkap tiga tanpa proses *twisting* bernomor Ne_1 9, (4) populasi benang rangkap dua dengan proses *twisting* bernomor Ne_1 16 dan (5) populasi benang rangkap tiga dengan proses *twisting* bernomor Ne_1 9.

Pengujian Analisis Varians dan Student Newman Keuls dilakukan dengan menggunakan software SPSS Statistics 22.0, dengan asumsi taraf kepercayaan 95%. Setiap populasi telah diuji memiliki sifat berdistribusi normal dan memenuhi asumsi homogenitas. Asumsi Terima H_0 (rata-rata antar populasi tidak berbeda secara signifikan) diambil ketika nilai Sig. > 0,05. Asumsi Tolak H_0 (rata-rata antar populasi berbeda secara signifikan) diambil ketika nilai Sig. < 0,05. Hasil analisis ini dapat menunjukkan signifikansi perbedaan rata-rata pada setiap populasi yang diamati dan memberikan interpretasi karakteristik benang hasil proses. Apabila nilai asumsi Tolak H_0 diperoleh, maka dapat dilanjutkan dengan menggunakan analisis SNK untuk melihat pengelompokan populasi yang berada pada nilai yang sama.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Pada penelitian ini telah diamati hasil kekuatan tarik dan mulur benang kapas dengan variasi jumlah rangkapan dan *twisting*. Pada Tabel 6 ditunjukkan nilai kekuatan Tarik dan mulur benang tanpa

mengalami proses *twisting*. Pada Tabel 7 ditunjukkan nilai kekuatan Tarik dan mulur benang untuk benang yang mengalami proses *twisting* Benang *twisting* yang digunakan memiliki nilai *twist* sebesar 750 puntiran / meter.

Tabel 6. Kekuatan Tarik Dan Mulur Benang Kapas Dengan Variasi Jumlah Rangkaian

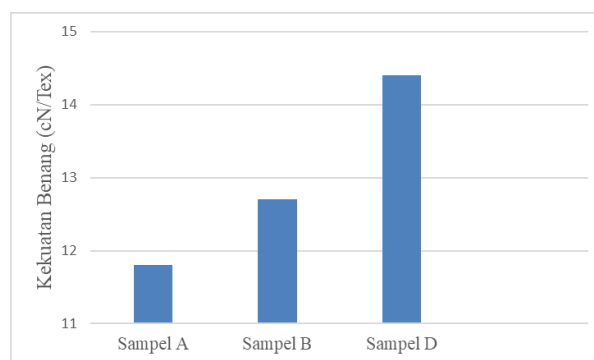
Sampel	Jumlah Rangkaian	Kekuatan Tarik (gram)	Kekuatan Tarik (cN/Tex)	Mulur Benang (%)
A	1	221	11,8	5,3
B	2	477	12,7	6,3
C	3	937	14,4	7,8

Tabel 7. Kekuatan Tarik Dan Mulur Benang Kapas Setelah Mengalami *Twisting*

Sampel	Jumlah Rangkaian	Kekuatan Tarik (gram)	Kekuatan Tarik (cN/Tex)	Mulur Benang (%)
D	2	487	13	4,8
E	3	1050	15,9	7,0

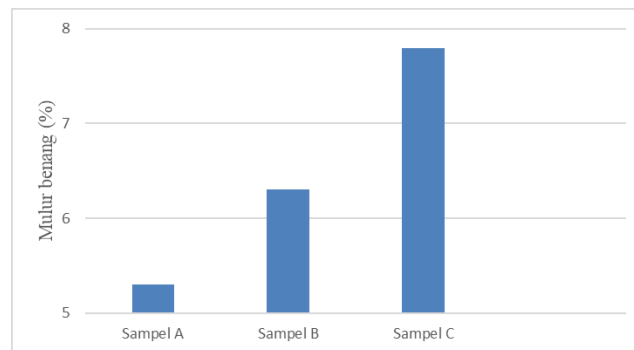
3.2. Diskusi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah rangkaian pada benang kapas menghasilkan peningkatan pada kekuatan tarik nya. Sampel B memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dari sampel A. Sama halnya dengan sampel C memiliki kekuatan tarik lebih tinggi dari sampel B. Dalam pengujian kekuatan tarik, struktur benang rangkap mampu mendistribusikan beban tarik secara merata. Hal tersebut yang mengakibatkan kemungkinan putus benang akibat beban yang diberikan saat pengujian menjadi berkurang. Pada penelitian Wang et al (2017), hasilnya menunjukkan bahwa benang dua rangkap memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan benang tunggal karena adanya redistribusi tegangan antar benang penyusun.



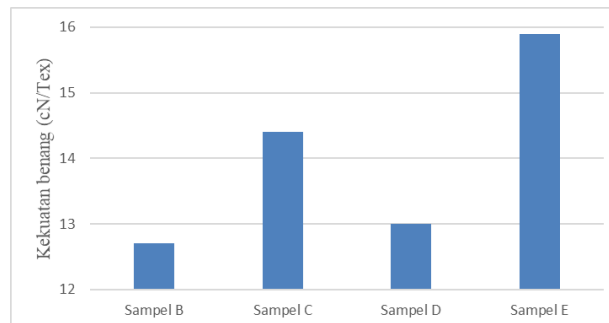
Gambar 1. Perbandingan antara jumlah rangkaian terhadap kekuatan tarik benang kapas

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah rangkaian pada benang kapas menghasilkan peningkatan pada mulur benang nya. Sampel B memiliki mulur yang lebih tinggi dari sampel A. Sama halnya dengan sampel C yang memiliki nilai mulur lebih tinggi dari sampel B. Hal tersebut dapat dilihat secara eksplisit pada Gambar 5. Berdasarkan grafik, benang rangkap menunjukkan nilai pertambahan panjang sebelum putus yang lebih tinggi dibandingkan benang tunggal. Penelitian yang dilakukan oleh Oner et al (2018) juga menemukan bahwa benang dengan jumlah rangkaian lebih banyak menunjukkan peningkatan nilai mulur dibandingkan benang tunggal. Struktur benang rangkap memungkinkan pergerakan relatif antar benang yang lebih besar dibandingkan benang tunggal. Dengan bertambahnya jumlah rangkaian, gaya gesekan antar benang meningkat, tetapi tetap memberikan ruang bagi benang penyusun untuk bergerak lebih fleksibel sebelum mencapai batas elastisitasnya. Gambar 6 menunjukkan perbandingan mulur benang antar sampel tanpa pemberian twist.



Gambar 2. Perbandingan antara jumlah rangkapan terhadap mulut benang kapas

Hasil penelitian menunjukkan bahwa benang kapas yang diberikan *twisting* memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan benang tanpa *twisting*. Sesuai pada grafik, Sampel D memiliki nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi dari Sampel B dan Sampel E memiliki nilai kekuatan tarik lebih tinggi dari Sampel C. *Twist* dalam benang berperan penting dalam meningkatkan kohesi antar serat, yang memungkinkan transfer gaya tarik yang lebih merata di sepanjang struktur benang. Sebaliknya, benang tanpa *twist* cenderung lebih lemah karena serat-serat penyusunnya tidak terikat dengan baik, sehingga lebih mudah terurai dan mengalami putus ketika ditarik. Dalam pengujian kekuatan tarik, benang dengan *twisting* menunjukkan peningkatan dalam parameter kekuatan tarik dibandingkan benang tanpa *twist*. Peningkatan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ahmed (2014), yang menunjukkan bahwa adanya *twist* dalam benang meningkatkan ikatan mekanis antar serat, sehingga mengurangi kemungkinan putusnya serat secara individu sebelum gaya tarik didistribusikan secara keseluruhan. Gambar 7 memperlihatkan perbandingan kekuatan benang kapas yang diberikan *twist* dan tanpa *twist*.

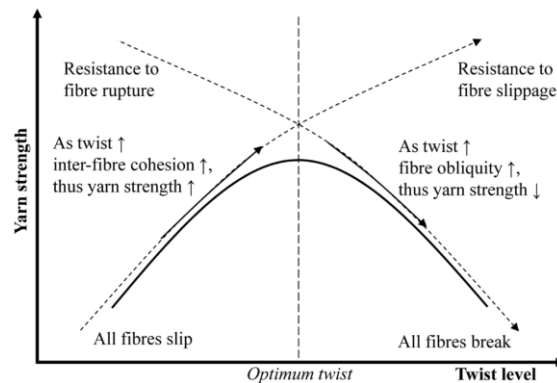


Gambar 3. Perbandingan antara kekuatan tarik benang kapas terhadap *twist* dan tanpa *twist*

Berdasarkan Tabel 8 di bawah ini, didapatkan hasil uji statistik ANOVA untuk kekuatan tarik (tenacity) pada benang kapas. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa terdapat populasi yang berbeda nilainya.

Tabel 8. Hasil uji statistic ANOVA kekuatan tarik (tenacity)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	28037.552	4	7009.388	10.317	.000
Within Groups	81525.520	120	679.379		
Total	109563.072	124			



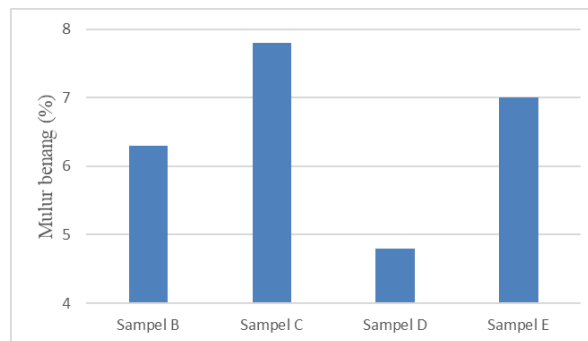
Gambar 4. Pengaruh twist terhadap kekuatan tarik benang (Shah et al., 2012)

Tabel 9 di bawah ini menjelaskan hasil uji statistik post-hoc Student Newman Keuls pada kekuatan tarik (tenacity) benang kapas. Hasilnya menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan secara signifikan untuk benang tunggal, benang rangkap dua dengan twist dan benang rangkap dua. Sama halnya dengan benang rangkap dua dan benang rangkap tiga. Jumlah rangkapan menghasilkan kekuatan yang berbeda. Pada benang rangkap yang diberi twist sebanyak 750 per meter, belum menghasilkan perbedaan yang signifikan. Hal tersebut dimungkinkan karena jumlah twist yang diberikan tidak optimum. Berdasarkan penelitian Shah et al (2012) terdapat nilai optimum pada twist yang diberikan untuk kekuatan tarik benang, sehingga terdapat kemungkinan bahwa twist yang diberikan pada penelitian ini belum optimum (sesuai Gambar 8).

Tabel 9. Tabel hasil uji statistik post-hoc SNK karakteristik kekuatan tarik benang (tenacity)

Sampel	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Benang Tunggal	25	112.9600		
Benang Rangkap Dua Dengan Twist	25	115.7600		
Benang Rangkap Dua	25	126.6800	126.6800	
Benang Rangkap Tiga	25		140.0000	140.0000
Benang Rangkap Tiga Dengan Twist	25			152.7600
Sig.		.155	.073	.086

Hasil penelitian menunjukkan bahwa benang yang diberi *twisting* memiliki nilai mulur yang lebih rendah dibandingkan benang tanpa *twist*. Sesuai pada grafik, Sampel D memiliki nilai mulur yang lebih rendah dari Sampel B dan Sampel E memiliki nilai mulur lebih rendah dari Sampel C. Mulur adalah kemampuan benang untuk mengalami pertambahan panjang sebelum putus ketika diberi gaya tarik. Semakin tinggi nilai mulur nya maka semakin elastis benang yang dihasilkan. Namun, ketika *twist* diberikan pada benang, serat dalam benang akan lebih mengikat satu sama lain. Hal ini menyebabkan struktur dalam benang lebih padat, namun membatasi pergerakan bebas antar serat saat diberikan gaya tarik. Pengurangan nilai mulur pada benang dengan *twist* telah dikonfirmasi oleh berbagai penelitian sebelumnya. Oner et al (2018) menjelaskan bahwa ketika serat dalam benang dipuntir, struktur benang menjadi lebih kaku dan kohesi antar serat meningkat, sehingga membatasi kemampuan benang untuk mengalami deformasi elastis. Gambar 9 menunjukkan perbandingan mulur antar benang yang diberi twist dan tanpa twist.



Gambar 5. Perbandingan antara mulur benang kapas terhadap twist dan tanpa twist

Berdasarkan Tabel 10 di bawah ini, didapatkan hasil uji statistik ANOVA untuk mulur pada benang kapas. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa masing-masing populasi benang memiliki rata-rata mulur yang berbeda nilainya secara signifikan.

Tabel 10. Hasil uji statistic ANOVA karakteristik mulur benang

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	146.260	4	36.565	128.269	.000
Within Groups	34.208	120	.285		
Total	180.468	124			

Tabel 11 di bawah ini menjelaskan hasil uji statistik post-hoc SNK pada mulur benang kapas. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat perbedaan secara signifikan untuk mulur yang dihasilkan terhadap seluruh sampel benang yang diuji.

Tabel 11. Tabel hasil uji statistik post-hoc SNK karakteristik mulur benang

Sampel	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
Benang Rangkap Dua Dengan Twist	25	4.8360				
Benang Tunggal	25		5.2800			
Benang Rangkap Dua	25			6.2720		
Benang Rangkap Tiga Dengan Twist	25				6.9720	
Benang Rangkap Tiga	25					7.7960
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan bahwa jumlah rangkapan dan pemberian twisting memiliki pengaruh signifikan terhadap sifat mekanis benang. Semakin banyak jumlah rangkapan, semakin tinggi nilai kekuatan tarik dan mulur benang. Hal ini disebabkan oleh distribusi beban yang lebih merata serta meningkatnya interaksi antar benang dalam struktur rangkap. Selain itu, benang yang diberikan *twist* memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan benang tanpa *twist*, karena *twist* yang diberikan dapat meningkatkan kohesi antar serat dan mengurangi kemungkinan putusannya serat individu saat diberikan tegangan. Namun, peningkatan nilai *twist* berbanding terbalik dengan mulur benang, di mana semakin tinggi tingkat *twisting*, semakin rendah nilai mulur yang dihasilkan. Hasil uji ANAVA dan SNK telah mengkonfirmasi bahwa jumlah rangkapan dan *twist* memiliki pengaruh pada kekuatan dan mulur benang tunggal. Hal ini terjadi karena puntiran yang tinggi mengurangi fleksibilitas serat dalam struktur benang, sehingga membatasi kemampuan deformasi sebelum mengalami kegagalan. Penelitian ini telah memberikan kontribusi berupa pengetahuan bahwa pemilihan jumlah rangkapan dan tingkat twisting yang optimal menjadi faktor penting yang mempengaruhi karakteristik mekanis benang sesuai dengan kebutuhan industri tekstil. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan pada

jenis serat yang berbeda, serta pada spektrum nilai jumlah twist dan rangkapan yang lebih luas untuk dapat menjelaskan pengaruhnya dengan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afroz, F., & Islam, M. M. (2021). Study on mechanical property of woven fabrics made from 50/50 cotton-tencel blended siro yarn. *Heliyon*, 7(10).
- Afroz, F., Rashid, M. M., Islam, M. M., & Akter, S. (2022). Investigation on the effect of cotton-tencel (50: 50) siro yarn twist multipliers on fabric stiffness. *Heliyon*, 8(12).
- Ahmed, S. (2014). *Prediction of yarn tenacity of raw cotton using fuzzy inference system*. Bangladesh University of Engineering and Technology.
- Babaarslan, O., Shahid, M. A., & Okyay, N. (2023). Investigation of the performance of cotton/polyester blend in different yarn structures. *AUTEX Research Journal*, 23(3), 370–380.
- Chen, J., & Du, Z. (2020). Structural design and performance characterization of stable helical auxetic yarns based on the hollow-spindle covering system. *Textile Research Journal*, 90(3–4), 271–281.
- Dejene, B. K., & Ayele, M. (2024). Impact of Weft Yarn Structure and Fiber Type on Weft Yarn Velocity and Twist Loss in Air-Jet Weaving: A Critical Review. *Journal of Natural Fibers*, 21(1).
- Dolimov, A., Gafurov, A., Nasretidinov, A., & Akhmadjanov, A. (2023, June). Analysis of the twisting process with the addition of cotton yarn and water-soluble chemical yarn. *AIP Conference Proceedings*.
- El-Sayed, E. R., & Abd-Elkawe, E. Y. (2021). Production of Fine Count Yarns from Some Extra-long Egyptian Cottons on Different Spinning Systems. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*, 3(5), 90–96.
- Erbil, Y., Babaarslan, O., Islam, M. R., & Sirlibas, S. (2022). Performance of core & dual-core cotton yarn structures on denim fabrics. *Journal of Natural Fibers*, 19(14), 9500–9513.
- Hassan, S. H., Hussain, T., Awais, H., & Ali, Z. (2024). Effects of yarn count and twist multiplier on the properties of knitted fabrics made from naturally colored sustainable cotton. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 19.
- Kulkarni, K. M., & Sahu, A. R. (2022). Brief overview on study of various parameters affecting the productivity of cotton yarn. *Smart Technologies for Energy, Environment and Sustainable Development, Vol 1. Springer Proceedings in Energy*.
- Olgun, Y., Babaarslan, O., & Habib, A. (2025). Development of dual-core spun yarn using different fiber as a core by hamel twisting (elasto twist) technique and its impact on the denim fabric performance. *The Journal of The Textile Institute*, 116(4), 680–690.
- Oner, E., Topcuoglu, S., & Kutlu, O. (2018). The effect of cotton fibre characteristic on yarn properties. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 012057.
- Parpiev, K., Parpiev, D., Soloxiddinov, J., Toirov, U. B., & Rizaev, B. (2023). The difference between the length of single yarns in plied yarn content in different twisting machines. *AIP Conference Proceedings*.
- Patil, K. R., Sing, K., Kolte, P. P., & Daberao, A. M. (2017). Effect of twist on yarn properties. *International Journal on Textile Engineering and Processes*, 3(1), 19–23.
- Purnomo, A. (2024). *Pemetaan Rantai Pasokan Di Industri Tekstil Dan Produk Tekstil*. Arta Media.
- Safari Gorjan, E., Ezazshahabi, N., & Mousazadegan, F. (2021). Study on the tearing behaviour of woven shirting fabrics—the effect of yarn and fabric properties. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 33(3), 353–363.
- Sekerden, F. (2011). Investigation on the unevenness, tenacity and elongation properties of bamboo/cotton blended yarns. *Wetlands*, 6(9).

- Shah, D. U., Schubel, P. J., & Clifford, M. J. (2012). Modelling the effect of yarn twist on the tensile strength of unidirectional plant fibre yarn composites. *Journal of Composite Materials*, 47(4), 425–436.
- Sowmya, R., Vasugi Raaja, N., & Prakash, C. (2017). Investigation of relationship between blend ratio and yarn twist on yarn properties of bamboo, cotton, polyester, and its blends. *Journal of Natural Fibers*, 14(2), 228–238.
- Vysanska, M. (2024). Counter-plying of two-ply yarn: inner structure changes and external response. *Textile Research Journal*, 94(19), 2220–2231.
- Wang, Y., Cao, G., Xia, L., Sheng, D., Jiang, S., Pan, H., ..., & Xu, W. (2017). Effect of anti-creasing component on properties of two-ply cotton yarn. *Cellulose*, 24, 3073–3082.
- Zhou, X., Fang, S., Leng, X., Liu, Z., & Baughman, R. H. (2021). The power of fiber twist. *Accounts of Chemical Research*, 54(11), 2624–2636..

Halaman Ini Dikosongkan