
Perbandingan Kinerja Yarn Guide tipe Pig tail dan Snail Wire dalam Kualitas Hairiness Benang Ring Spinning Frame

Dedy Harianto^{1*}, Sugiyarto², Rizna Nur Azizah³

^{1,3}Program Studi Teknik Pembuatan Benang, Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil Surakarta, Jl. Ki Hajar Dewantara, Jebres, Surakarta, Indonesia

²Program Studi Teknik Pembuatan Garmen, Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil Surakarta, Jl. Ki Hajar Dewantara, Jebres, Surakarta, Indonesia

dedy_mits@yahoo.com^{*}, sugiyarto@ak-tekstilsolo.ac.id², riznaazizah08@gmail.com³

ABSTRAK

Penelitian ini membahas kualitas benang pada industri tekstil, khususnya aspek *hairiness* atau kehalusan permukaan benang, yang mempengaruhi performa produksi lanjutan serta kualitas produk akhir. *Hairiness* yang tinggi dapat mengganggu proses tenun dan rajut, serta menurunkan daya tahan kain. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas dua tipe *yarn guide*, yaitu *pig tail* dan *snail wire*, dalam mengurangi nilai *hairiness* pada benang yang diproduksi dengan mesin *ring spinning frame*. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen, dengan membagi sampel benang menjadi dua kelompok (masing-masing 30 sampel) yang diproduksi dengan *pig tail* dan *snail wire*. Tingkat *hairiness* diukur menggunakan perangkat standar yaitu menggunakan alat *Uster Tester* dan analisis data dilakukan menggunakan uji t independen untuk melihat perbedaan signifikan antara kedua tipe. Hasil penelitian menunjukkan bahwa data *hairiness* pada kedua tipe *yarn guide* berdistribusi normal, sehingga uji t dapat dilakukan. Berdasarkan hasil analisis statistik, *yarn guide* tipe *snail wire* memiliki rata-rata *hairiness* yang lebih rendah (5.77) dibandingkan *pig tail* (5.948), yang menunjukkan efektivitas *snail wire* dalam menekan *hairiness*. Dengan *p-value* sebesar 0.021 (<0.05), terdapat perbedaan signifikan antara kedua metode, mengindikasikan bahwa *snail wire* lebih efektif dalam menghasilkan benang yang lebih halus. Kedua jenis *yarn guide* tetap berada dalam batas standar *hairiness* perusahaan (6.5), namun *snail wire* terbukti lebih efektif dalam mengurangi *hairiness* pada benang.

Kata Kunci: kualitas benang, *hairiness*, *pig tail*, *snail wire*, *ring spinning frame*.

ABSTRACT

This study examines yarn quality in the textile industry, focusing on yarn surface hairiness, which impacts both subsequent production processes and the quality of the final product. High hairiness levels can disrupt weaving and knitting processes and reduce fabric durability. The objective of this study is to assess the effectiveness of two types of yarn guides, pig tail and snail wire, in reducing yarn hairiness in ring spinning frame machines. An experimental method was applied, with yarn samples divided into two groups of 30 samples each, processed using either the pig tail or snail wire guide. Hairiness levels were measured using a standardized device, the Uster Tester, and data were analyzed through an independent t-test to determine any significant differences between the two types. The results indicate that hairiness data for both yarn guides follow a normal distribution, allowing for t-test application. Statistical analysis revealed that the snail wire guide yielded a lower average hairiness (5.77) compared to the pig tail (5.948), demonstrating the effectiveness of the snail wire in minimizing hairiness. With a p-value of 0.021 (<0.05), a statistically significant difference exists between the two guides, supporting the higher efficacy of the snail wire in producing smoother yarn. While both yarn guide types met the company's hairiness standard limit (6.5), the snail wire was conclusively more effective in reducing yarn hairiness.

Keywords: yarn quality, *hairiness*, *pig tail*, *snail wire*, *ring spinning frame*.

1. Pendahuluan

Kualitas merupakan faktor kunci yang sangat penting dalam industri tekstil, terutama bagi produk benang yang digunakan dalam proses lanjutan seperti tenun dan rajutan. Konsumen menggunakan kualitas sebagai tolak ukur utama dalam memutuskan pembelian produk. Semakin baik kualitas benang, semakin besar pula kepuasan konsumen. Oleh karena itu, menjaga dan meningkatkan kualitas produk menjadi prioritas utama bagi produsen dalam menghadapi persaingan pasar yang ketat (Oncul, 2021).

Kualitas benang tidak hanya memengaruhi kinerja pada tahap produksi, tetapi juga berdampak pada performa produk akhir. Dalam bisnis modern, kualitas yang baik dapat membantu perusahaan mempertahankan konsumen serta meningkatkan loyalitas pelanggan. Selain itu, produk berkualitas tinggi juga mengurangi risiko komplain dan pengembalian barang dari konsumen, sehingga menjaga citra baik perusahaan di mata pasar (Birlie & Rangaraj, 2021).

Li et al. (2019) menyebutkan bahwa salah satu aspek penting dari kualitas benang adalah *hairiness* atau kehalusan permukaan benang. *Hairiness* yang tinggi dapat mengakibatkan masalah pada proses produksi lanjutan, seperti tersumbatnya mesin atau kualitas kain yang dihasilkan menurun. Oleh karena itu, mengurangi tingkat *hairiness* menjadi salah satu target utama dalam pengembangan teknologi pemintalan benang.

Menurut Khan et al. (2019), *hairiness* dapat diturunkan dengan memodifikasi geometri *spinning triangle* dalam sistem *ring spinning frame*. Dengan modifikasi tersebut, tegangan serat pada benang dapat didistribusikan lebih merata, yang membantu mengurangi keluarnya serat-serat halus dari badan benang selama proses pemintalan. Teknik ini terbukti efektif dalam mengurangi tingkat *hairiness* pada benang.

Selain *hairiness*, aspek lain dari kualitas benang yang perlu diperhatikan adalah kekuatan tarik dan keseragaman benang. Benang yang kuat dan seragam akan lebih tahan terhadap gaya gesekan pada mesin pemintalan, sehingga mengurangi risiko putusnya benang selama proses produksi. Dalam hal ini, penggunaan teknologi pemintalan terbaru sangat membantu produsen dalam mencapai standar kualitas yang diinginkan (Farooq et al., 2023). Pengujian kekuatan merupakan salah satu cara mengetahui kualitas benang, seperti yang ditulis oleh (Harianto et al., 2023)

Dengan memperhatikan faktor-faktor tersebut, kualitas benang yang tinggi dapat dicapai melalui pemantauan yang ketat dan penerapan teknologi yang tepat. Proses optimasi kualitas benang terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi di industri tekstil, di mana peningkatan kualitas akan terus menjadi fokus utama dalam meningkatkan daya saing di pasar global (Oncul, 2021).

Hairiness merupakan salah satu aspek mutu benang yang sangat penting, karena dapat menyebabkan berbagai masalah pada proses selanjutnya seperti anyaman, rajutan, dan pencelupan. *Hairiness* terjadi karena adanya serat-serat yang menonjol keluar dari badan benang, yang disebabkan oleh gaya gesekan selama proses pemintalan dan penggulangan. *Hairiness* yang tinggi dapat memperburuk kualitas hasil akhir kain dan mengurangi produktivitas mesin tekstil (Duc Trung et al., 2022).

Pada proses *spinning*, gaya gesekan memainkan peran penting dalam menentukan tingkat *hairiness*. Gesekan yang terjadi antara benang dengan bagian mesin seperti *traveller*, *ring*, dan *guide* meningkatkan kemungkinan serat-serat keluar dari badan benang. Kondisi ini terutama terjadi pada sistem *ring spinning frame*, yang sering kali menunjukkan tingkat *hairiness* lebih tinggi dibandingkan dengan sistem *spinning* lainnya. Faktor-faktor seperti kecepatan penggulangan dan tekanan pada benang saat proses pemintalan juga mempengaruhi *hairiness* (Li et al., 2019). Menurut Bintang et al. (2022) fluktuasi tekanan udara memengaruhi tingkat *hairiness* benang, *Imperfection Index* (IPI), dan kekuatannya. Ketika tekanan udara menurun, kekuatan benang melemah dan tingkat *hairiness* menurun; namun, saat tekanan udara meningkat, kekuatan benang meningkat meskipun tingkat *hairiness* dan IPI menjadi lebih tinggi. Untuk menjaga stabilitas tekanan udara pada *nozzle*, beberapa parameter mesin perlu diterapkan dan dirawat dengan baik.

Pada mesin *ring spinning frame*, *traveller* adalah komponen kecil yang memiliki peran penting dalam proses pemintalan benang. Komponen ini berputar pada *ring*, memberikan *twist* atau puntiran pada serat yang kemudian digulung menjadi benang pada bobin. Fungsi utama dari *traveller* adalah memastikan serat mengalami puntiran yang konsisten, sehingga menghasilkan benang berkualitas tinggi dengan kekuatan dan tekstur yang merata (Padma Kishore Dey et al., 2021). Ring, tempat berjalannya *traveller*, menyediakan struktur stabil yang mendukung proses pemintalan, terutama dalam menjaga agar *twist* diterapkan secara merata. Efisiensi proses ini sangat dipengaruhi oleh jenis ring dan ukuran flange yang digunakan (Textilesphere, 2019). Sementara itu, *guide* atau *traverse guide* adalah komponen yang memastikan serat tetap berada pada jalur yang benar sebelum mengalami *twisting*. Hal ini bertujuan mencegah cacat pada benang yang dapat mempengaruhi kualitas akhir produk (Hananto, 2018).

Menurut Mahmoud (2019), penggunaan sistem pemintalan yang berbeda, seperti *jetring carded* atau *combed compact spinning*, dapat menghasilkan benang dengan *hairiness* yang lebih rendah. Faktor seperti *twist multiplier* dan *count* benang juga memiliki pengaruh signifikan terhadap *hairiness*. Semakin tinggi *count* benang, *hairiness* cenderung berkurang, sedangkan peningkatan *twist multiplier* juga dapat mengurangi tingkat *hairiness* pada benang.

Khan et al. (2019) menekankan pentingnya modifikasi geometri *spinning triangle* dalam mengurangi *hairiness*. Dengan mengubah sudut dan panjang *spinning triangle*, distribusi tegangan serat menjadi lebih merata, sehingga mengurangi keluarnya serat dari badan benang selama proses *spinning*. Metode ini terbukti efektif dalam menurunkan tingkat *hairiness* pada benang yang diproduksi dengan sistem *ring spinning*.

Selain itu, penelitian oleh Yu et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan teknologi *rotary compact groove cylinder (CGC)* juga dapat mengurangi *hairiness* secara signifikan. *CGC* membantu menangkap serat-serat yang keluar dari badan benang dan mengembalikannya ke dalam, sehingga memperbaiki kualitas benang. Teknologi ini tidak hanya menurunkan *hairiness*, tetapi juga meningkatkan kekuatan benang.

Dengan demikian, pengendalian *hairiness* menjadi salah satu fokus utama dalam pengembangan teknologi pemintalan. Berbagai metode telah diusulkan dan diuji untuk mengurangi *hairiness*, baik melalui modifikasi mesin maupun perubahan parameter pemintalan, yang pada akhirnya bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk tekstil akhir (Ramasamy et al., 2019).

Gesekan yang sering terjadi pada benang dalam mesin *ring spinning frame* dapat mempengaruhi kualitas benang, terutama selama proses penggulangan. Gesekan ini terutama melibatkan interaksi antara benang dan beberapa komponen mesin seperti *traveller*, *ABC Ring (Anti Balloning Control Ring)*, dan *yarn guide*. Faktor gesekan ini dapat menimbulkan masalah seperti peningkatan *hairiness*, yang dapat mempengaruhi kualitas benang secara keseluruhan (Siddiqua & Iqbal, 2019).

Pada mesin *ring spinning frame*, gesekan antara benang dan *traveller* memainkan peran penting dalam proses pemintalan. *Traveller* berfungsi untuk memberikan *twist* pada benang sekaligus membantu proses penggulangan. Gesekan yang terjadi antara *traveller* dan benang menghasilkan panas, yang pada akhirnya dapat mempengaruhi struktur dan kekuatan benang. Proses ini sangat dipengaruhi oleh kecepatan *spindle* serta berat *traveller* yang digunakan (Dey et al., 2021).

Menurut Wu et al. (2022), gesekan yang dihasilkan antara benang dan *ABC Ring* dapat menyebabkan peningkatan suhu yang signifikan pada benang dan *traveller*. Peningkatan suhu ini dapat memengaruhi kecepatan maksimum *traveller* dan menghasilkan variasi dalam kualitas benang yang dihasilkan. Oleh karena itu, penting untuk meminimalkan gesekan yang terjadi selama proses ini guna meningkatkan efisiensi dan kualitas benang.

Khan et al. (2019) menekankan bahwa *yarn guide* juga berperan penting dalam mengarahkan benang melalui berbagai bagian mesin dengan minim gesekan. Pemilihan material yang tepat untuk *yarn guide* dapat mengurangi gesekan dan meningkatkan daya tahan benang selama proses pemintalan. Pengurangan gesekan ini tidak hanya meningkatkan kualitas benang, tetapi juga memperpanjang umur peralatan mesin.

Gesekan yang berulang antara benang dan komponen mesin juga dapat menyebabkan perubahan struktur benang, seperti peningkatan tingkat *hairiness* dan penurunan kekuatan benang. Peningkatan *hairiness* ini dapat menyebabkan masalah dalam proses lanjutan seperti tenun dan rajut, serta menurunkan kualitas produk tekstil akhir. Pengendalian suhu dan gesekan pada sistem *traveller* sangat penting untuk mengurangi efek negatif ini (Wu et al., 2023).

Sparing et al. (2020) mencatat bahwa perbaikan pada desain sistem *yarn guide* dan *ABC Ring* dapat memberikan dampak signifikan dalam mengurangi gesekan selama proses *spinning*. Penggunaan sistem *anti-friction* seperti *superconducting magnetic bearing (SMB)* juga menjadi solusi untuk meningkatkan kecepatan produksi dan kualitas benang tanpa meningkatkan risiko kerusakan akibat panas atau gesekan.

Selain metode yang telah disebutkan, penggunaan teknologi *air nozzle* pada proses *ring spinning frame* juga terbukti efektif dalam mengurangi tingkat *hairiness* pada benang. Studi ini menunjukkan bahwa dengan memasang *nozzle* udara pada sistem pemintalan, tingkat *hairiness* pada benang dapat dikurangi melalui penyesuaian tekanan udara yang berdampak pada penyesuaian serat dan mengurangi serat yang menonjol. Secara khusus, konfigurasi seperti *jet-ring* atau *modified jet-ring*, yang menggunakan aliran udara terarah di dalam *nozzle*, memungkinkan peningkatan kualitas benang dan penurunan *hairiness* tanpa mengurangi kekuatan atau sifat lainnya. Pendekatan ini, yang diterapkan pada mesin pemintalan modern, merupakan perkembangan menjanjikan dalam menjaga kualitas benang melalui penyesuaian aliran udara yang terkendali (Ahmed et al., 2018; Gulsevincler et al., 2020).

Selain metode *air nozzle*, pengurangan *hairiness* pada benang juga dapat dicapai dengan penerapan *ring spinning frame* yang dilengkapi dengan teknologi *compact spinning*. Teknologi ini bekerja dengan mengurangi ruang udara di sekitar serat selama proses pemintalan, sehingga serat-serat yang cenderung keluar dari badan benang dapat ditekan kembali ke dalam struktur benang. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kaminszky et al. (2023), penggunaan *compact spinning* terbukti dapat menurunkan tingkat *hairiness* secara signifikan dibandingkan dengan sistem *ring spinning* konvensional. Proses ini sangat efektif karena meminimalkan interaksi serat dengan udara bebas, yang pada akhirnya mengurangi kemungkinan serat keluar dari benang selama pemintalan.

Selain itu, modifikasi desain komponen mesin seperti *traveller* dan *ring* juga dapat memberikan kontribusi besar dalam mengurangi *hairiness* benang. Penggunaan *traveller* yang lebih ringan atau material *ring* yang dilapisi dengan bahan khusus untuk mengurangi gesekan dapat mengurangi potensi keluarnya serat dari benang. Studi oleh Pereira et al. (2024) menunjukkan bahwa pengurangan berat *traveller* atau modifikasi bahan dapat mengurangi gesekan yang berlebihan, sehingga menurunkan tingkat *hairiness* pada benang yang

dihasilkan. Modifikasi ini juga meningkatkan kecepatan pemintalan tanpa mengorbankan kualitas benang, yang menjadikannya solusi yang menjanjikan dalam industri tekstil modern.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan efektivitas penggunaan *yarn guide* dengan tipe *pig tail* dan *snail wire* dalam mengurangi tingkat *hairiness* pada benang *ring spinning frame*. *Hairiness* merupakan aspek penting dari kualitas benang yang dapat berdampak negatif pada proses lanjutan, seperti tenun dan rajutan, sehingga kontrol *hairiness* sangat penting dalam meningkatkan kualitas benang. Berdasarkan tujuan penelitian ini, hipotesis yang diharapkan adalah bahwa tipe *yarn guide* tertentu, yaitu *snail wire*, lebih efektif dibandingkan dengan tipe *pig tail* dalam mengurangi tingkat *hairiness* pada benang yang dihasilkan oleh mesin *ring spinning frame*. Hipotesis ini didasarkan pada asumsi bahwa desain *snail wire* dapat memberikan kontrol yang lebih baik terhadap serat yang menonjol pada benang, sehingga berpotensi menghasilkan benang dengan tingkat *hairiness* yang lebih rendah. Penurunan *hairiness* ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas benang dan meminimalkan potensi masalah pada proses lanjutan, seperti tenun dan rajutan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental untuk membandingkan efektivitas penggunaan *pig tail* dan *snail wire* dalam mengurangi tingkat *hairiness* pada benang *ring spinning frame*. Sampel yang digunakan terdiri dari 60 sampel benang *ring spinning frame* yang diproduksi di pabrik tekstil XYZ, dibagi menjadi dua kelompok dengan masing-masing 30 sampel benang untuk metode *pig tail* dan 30 sampel benang untuk metode *snail wire*. Perusahaan menetapkan batas maksimal *hairiness* adalah 6.5. Variabel independen dalam penelitian ini adalah metode yang digunakan (*pig tail* dan *snail wire*), sementara variabel dependennya adalah tingkat *hairiness* pada benang *ring spinning frame*. Prosedur penelitian meliputi persiapan sampel, penerapan metode, pengukuran *hairiness* menggunakan alat pengukur *hairiness* standar, pengumpulan data, pengujian dan analisa data serta diakhiri dengan menarik kesimpulan.

Proses persiapan sampel untuk penelitian ini mengikuti Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berlaku untuk memastikan akurasi dan validitas hasil pengujian. Sampel diambil dari mesin *ring spinning frame* dengan *spindle* yang menggunakan *yarn guide* tipe *pig tail* dan *snail wire* sesuai dengan prosedur pengambilan sampel berdasarkan SNI 08-0267-1989, yaitu cara pengambilan sampel benang untuk pengujian dan penerimaan lot (Badan Standardisasi Nasional, 1989c). Dalam metode ini, sampel diambil secara acak dari *batch* produksi yang representatif untuk memastikan bahwa sampel dapat mencerminkan variasi yang ada dalam produksi benang.

Selanjutnya, kondisi lingkungan diatur sesuai dengan SNI 08-0261-1989 yang mengatur kondisi ruangan pengujian untuk serat, benang, dan kain kapas. Ruangan uji memiliki suhu terkontrol pada 20-25°C dan kelembapan relatif antara 65-70% untuk menjaga kestabilan sifat fisik benang selama pengujian (Badan Standardisasi Nasional, 1989a). Standar SNI 08-0262-1989 juga diikuti untuk memastikan kondisi sampel dalam pengujian, termasuk persiapan spesimen uji yang melibatkan pelurusan dan pengaturan benang sesuai prosedur standar, sehingga mengurangi variabel luar yang dapat mempengaruhi tingkat *hairiness* pada hasil pengujian (Badan Standardisasi Nasional, 1989b).

Pengukuran *hairiness* benang dilakukan dengan menggunakan alat *Uster Tester*. Penggunaan alat *Uster Tester* dalam pengukuran *hairiness* benang melibatkan teknologi optik atau kapasitansi untuk mendeteksi serat-serat yang menonjol dari permukaan benang. Alat ini bekerja dengan menarik benang melalui sensor yang menghitung panjang dan jumlah serat yang keluar, menghasilkan data berupa nilai indeks *hairiness*. Selama proses pengujian, serat-serat halus yang berada di luar badan benang terdeteksi berdasarkan intensitas hamburan cahaya atau perubahan kapasitansi, yang kemudian diolah menjadi indikator tingkat *hairiness*. Dengan metode ini, *Uster Tester* mampu memberikan hasil yang akurat dan konsisten, sehingga digunakan dalam kontrol kualitas benang di industri tekstil untuk mengevaluasi serat dengan standar tertentu dan menjaga kestabilan kualitas produk akhir (Afifuddin et al., 2021; Bintang et al., 2022).

Data yang terkumpul akan dianalisis menggunakan uji statistik komparatif, yaitu uji t independen (*Independent t-test*), untuk membandingkan rata-rata tingkat *hairiness* antara kedua kelompok. Menurut Laerd Statistics (2020) uji t independen digunakan ketika kita ingin membandingkan rata-rata dari dua kelompok yang tidak berpasangan (independen) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara keduanya. Field (2024) mengatakan uji ini sangat bermanfaat ketika kita memiliki dua sampel yang independen dan ingin mengevaluasi apakah kedua kelompok tersebut berasal dari populasi dengan rata-rata yang sama atau berbeda. Hasil analisis statistik akan diinterpretasikan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan signifikan dalam tingkat *hairiness* antara benang yang menggunakan *yarn guide* tipe *pig tail* dan *snail wire*, dengan mempertimbangkan nilai p (p-value) yang diperoleh dari uji t independen. Dengan metode penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh kesimpulan yang jelas mengenai efektivitas penggunaan *yarn guide* tipe *pig tail*

dan *snail wire* dalam mengurangi tingkat *hairiness* pada benang *ring spinning frame*, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kualitas benang yang dihasilkan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Uji Normalitas Data

Untuk melakukan uji t terlebih dahulu dilakukan uji normalitas data menggunakan perangkat lunak SPSS. Hipotesis yang digunakan adalah H_0 (Hipotesis Nol) yaitu data sampel berasal dari distribusi normal dan H_a (Hipotesis Alternatif) yaitu data sampel tidak berasal dari distribusi normal. Data *hairiness* benang yang menggunakan *yarn guide* tipe *pig tail* dan *snail wire* dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini. Dengan pengolahan data menggunakan perangkat lunak SPSS didapatkan nilai statistik deskriptif data *hairiness* dari *yarn guide* tipe *pig tail* dan *snail wire* seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 1. *Hairiness* benang yang menggunakan *yarn guide* tipe *pig tail* dan *snail wire*

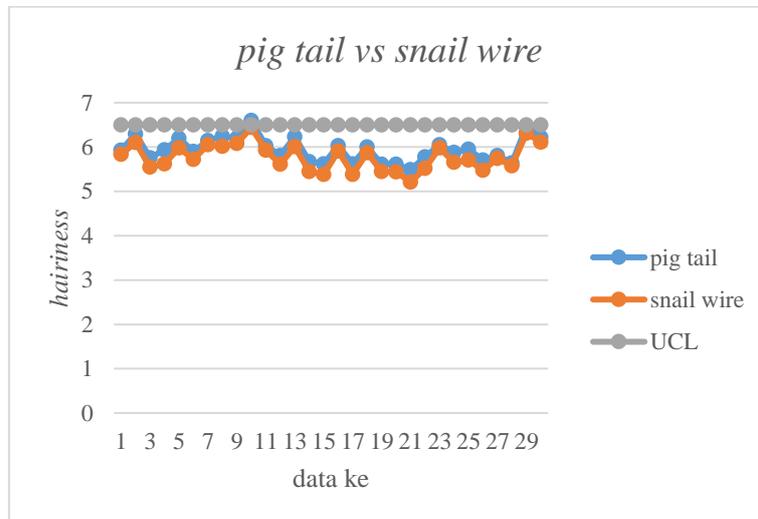
No	<i>pig tail</i>	<i>snail wire</i>	maks
1	5.93	5.84	6.5
2	6.3	6.1	6.5
3	5.76	5.55	6.5
4	5.94	5.62	6.5
5	6.2	5.98	6.5
6	5.9	5.72	6.5
7	6.15	6.05	6.5
8	6.24	6.02	6.5
9	6.2	6.08	6.5
10	6.6	6.44	6.5
11	6.03	5.93	6.5
12	5.81	5.61	6.5
13	6.23	6.01	6.5
14	5.67	5.45	6.5
15	5.62	5.38	6.5
16	6.03	5.91	6.5
17	5.62	5.38	6.5
18	6	5.87	6.5
19	5.61	5.45	6.5
20	5.61	5.44	6.5
21	5.49	5.21	6.5
22	5.78	5.52	6.5
23	6.05	5.98	6.5
24	5.88	5.66	6.5
25	5.95	5.71	6.5
26	5.71	5.48	6.5
27	5.81	5.74	6.5
28	5.64	5.58	6.5
29	6.46	6.31	6.5
30	6.22	6.11	6.5

Tabel 2. Statistik deskriptif data *hairiness*

			Statistic	Std. Error
<i>pig_tail</i>	Mean		5.9480	.05069
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	5.8443	
		Upper Bound	6.0517	
	5% Trimmed Mean		5.9376	
	Median		5.9350	
	Variance		.077	
	Std. Deviation		.27764	
	Minimum		5.49	
	Maximum		6.60	
	Range		1.11	
	Interquartile Range		.50	
	Skewness		.414	.427
	Kurtosis		-.425	.833
	<i>snail_wire</i>	Mean		5.7710
95% Confidence Interval for Mean		Lower Bound	5.6584	
		Upper Bound	5.8836	
5% Trimmed Mean			5.7643	
Median			5.7300	
Variance			.091	
Std. Deviation			.30159	
Minimum			5.21	
Maximum			6.44	

Range	1.23	
Interquartile Range	.50	
Skewness	.230	.427
Kurtosis	-.609	.833

Dari Tabel 2 diketahui bahwa nilai rata-rata *hairiness yarn guide* dengan tipe *pig tail* adalah 5.948 dan nilai rata-rata *hairiness yarn guide* dengan tipe *snail wire* adalah 5.771. Kedua tipe *yarn guide* ini menghasilkan nilai *hairiness* dibawah batas standar perusahaan 6.5 seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Yarn guide tipe *pig tail* vs *snail wire*

Hasil pengujian normalitas menggunakan metode *Shapiro-Wilk* seperti terlihat pada Tabel 3. Metode ini dipilih karena jumlah data yang digunakan memiliki jumlah sampel yang relatif kecil ($n = 30$ untuk masing-masing grup) (Laerd Statistics, 2020).

Tabel 3. Uji normalitas data menggunakan metode *Shapiro-Wilk*

	<i>Shapiro-Wilk</i>		
	Statistic	df	Sig.
<i>pig_tale</i>	0.965	30	0.411
<i>snail_wire</i>	0.972	30	0.609

Dari Tabel 3 diketahui bahwa untuk penggunaan *yarn guide* tipe *pig tail*, nilai statistik adalah 0.965 sedangkan nilai *p-value* adalah 0.411. Karena $p\text{-value} > 0.05$, kita gagal menolak H_0 . Data *yarn guide* tipe *pig tail* dianggap berdistribusi normal. Pada penggunaan *yarn guide* tipe *snail wire* diketahui bahwa nilai statistik adalah 0.972 sedangkan nilai *p-value* adalah 0.589. Karena $p\text{-value} > 0.05$, kita gagal menolak H_0 . Data *snail wire* juga dianggap berdistribusi normal. Berdasarkan uji *Shapiro-Wilk* menggunakan perangkat lunak SPSS, baik data *yarn guide* tipe *pig tail* maupun *snail wire* berdistribusi normal. Oleh karena itu, kita bisa melanjutkan dengan uji *t* independen untuk membandingkan efektivitas kedua metode dalam mengurangi tingkat *hairiness* pada benang *ring spinning frame*.

3.2. Uji *t* independen

Hipotesis yang digunakan dalam uji *t* independen adalah Hipotesis Nol (H_0) yaitu tidak ada perbedaan signifikan antara penggunaan *yarn guide* tipe *pig tail* dan *snail wire* dalam mengurangi tingkat *hairiness* pada benang *ring spinning frame*, sedangkan Hipotesis Alternatif (H_a) yaitu ada perbedaan signifikan antara penggunaan *yarn guide* tipe *pig tail* dan *snail wire* dalam mengurangi tingkat *hairiness* pada benang *ring spinning frame*. Hipotesis ini akan diuji menggunakan uji *t* independen untuk menentukan apakah rata-rata tingkat *hairiness* yang dihasilkan oleh kedua metode (*yarn guide* tipe *pig tail* dan *snail wire*) berbeda secara signifikan atau tidak. Hasil pengujian *t* independen menggunakan perangkat lunak SPSS dapat dilihat pada Tabel 4.

Levene's Test adalah pengujian untuk menentukan bahwa sampel data yang digunakan homogen atau tidak (Field, 2024). Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 4 diketahui bahwa *Levene's Test Sig. value* = 0.456 >

0.05, sehingga kita gagal menolak H0 bahwa variansi kedua grup adalah sama (sampel yang digunakan homogen, *equal variances assumed*). Pengujian t-test diperoleh hasil bahwa nilai $t = 2.365$, $p\text{-value} = 0.021 < 0.05$. Karena $p\text{-value}$ lebih kecil dari 0.05, kita menolak H0 dan menyimpulkan bahwa ada perbedaan signifikan antara rata-rata nilai hairiness pada *yarn guide* tipe *Pig tail* dan *Snail Wire*.

Tabel 4. Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances t-test for Equality of Means									
		F	Sig.	t	df	Sig. tailed	(2-Mean Difference	Std. Difference	Error of the Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
										Lower	Upper
hairiness	<i>Equal variances assumed</i>	.562	.456	2.365	58	.021	.17700	.07484	.02719	.32681	
	<i>Equal variances not assumed</i>			2.365	57.608	.021	.17700	.07484	.02717	.32683	

Yarn guide tipe *snail wire* memiliki desain yang lebih halus dan alur melingkar yang mendukung pengendalian pergerakan benang dengan lebih presisi. Hal ini membantu mengurangi gesekan berlebih yang biasanya menyebabkan serat keluar dari badan benang, sehingga mengurangi tingkat *hairiness* secara signifikan. Di sisi lain, desain *pig tail* yang cenderung lebih terbuka memungkinkan lebih banyak pergerakan bebas pada benang, yang dapat meningkatkan gesekan dan membuat serat-serat kecil lebih mudah terlepas.

Penelitian yang dilakukan oleh Khan et al. (2019) menunjukkan bahwa modifikasi pada geometri *spinning triangle* dapat secara signifikan mengurangi hairiness pada benang dengan cara menyeimbangkan tegangan serat selama proses *spinning*. Metode geometri *spinning triangle* memiliki kesamaan tujuan dengan desain *snail wire* dalam mengurangi protusi/tonjolan serat dari badan benang.

Selain itu, penelitian oleh Kaminszky et al. (2023) menyoroti penggunaan *compact spinning* yang mampu meminimalkan *hairiness* dengan mengintegrasikan serat tepi lebih baik ke dalam struktur benang utama. Teknologi *compact spinning* ini memberikan penegasan bahwa inovasi desain dalam komponen *spinning*, seperti *yarn guide* tipe *snail wire*, juga dapat membantu mencapai kualitas serupa dengan mengurangi keluarnya serat dari permukaan benang. Dengan demikian, penemuan dalam studi ini sejalan dengan hasil dari metode *compact* dan modifikasi *spinning triangle* dalam menurunkan *hairiness*, yang pada akhirnya memperkuat kesimpulan tentang efektivitas desain *snail wire* dalam meningkatkan kualitas benang.

Potensi aplikasi hasil penelitian dari peningkatan kualitas benang melalui pengurangan *hairiness* memiliki dampak signifikan dalam industri tekstil, terutama dalam produksi kain halus, pakaian, dan tekstil teknis. Benang dengan tingkat *hairiness* yang rendah memberikan keunggulan dalam proses *weaving* dan *knitting*, karena mengurangi gesekan antar benang serta mencegah akumulasi serat di mesin yang dapat menyebabkan penurunan efisiensi produksi. Pada industri kain halus, benang berkualitas tinggi meminimalkan cacat pada permukaan kain, menghasilkan tekstil dengan tampilan dan tekstur lebih baik yang sesuai dengan standar premium di pasaran.

Selain itu, kualitas benang yang tinggi berdampak pada ketahanan dan kenyamanan produk akhir, yang sangat penting dalam aplikasi tekstil teknis dan pakaian fungsional. Benang dengan *hairiness* rendah memungkinkan produk lebih tahan lama dan mengurangi risiko kerusakan saat proses pencucian atau penggunaan yang intensif. Inovasi seperti *snail wire* dan *compact spinning* membuka peluang bagi industri untuk memenuhi permintaan pasar akan produk berkualitas tinggi, meningkatkan efisiensi produksi, dan mendukung prinsip keberlanjutan dengan mengurangi potensi limbah dari produk yang cacat atau kurang tahan lama.

4. Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan *yarn guide* tipe *snail wire* lebih efektif dalam mengurangi tingkat *hairiness* pada benang dibandingkan tipe *pig tail*. Berdasarkan uji t independen, terdapat perbedaan signifikan antara rata-rata *hairiness* yang dihasilkan oleh kedua tipe *yarn guide*, di mana *snail wire* menunjukkan nilai rata-rata *hairiness* yang lebih rendah. Desain *snail wire* yang lebih presisi dan halus memberikan kontrol yang lebih baik pada pergerakan benang, mengurangi gesekan berlebih dan mencegah serat-serat kecil keluar dari badan benang, sehingga menghasilkan benang dengan kualitas yang lebih baik. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa modifikasi geometri dan inovasi desain dalam *spinning* dapat mempengaruhi kualitas benang, khususnya dalam mengurangi *hairiness*.

Berdasarkan hasil percobaan, *yarn guide* tipe *snail wire* menghasilkan kualitas *hairiness* yang lebih baik dengan nilai 5.77 dibandingkan *yarn guide* tipe *pig tail* yang memiliki nilai 5.948. Meskipun demikian, *hairiness* yang dihasilkan oleh *yarn guide* tipe *pig tail* dan *snail wire* masih berada dalam batas standar yang ditentukan yaitu 6.50. Untuk memperkuat hasil ini, disarankan untuk melakukan uji pada parameter *spinning* lainnya, seperti kecepatan *spindle*, tipe material benang, dan variasi ketegangan benang. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah efek dari desain *snail wire* konsisten di berbagai kondisi produksi. Mengingat teknologi *compact spinning* terbukti efektif dalam meminimalkan *hairiness*, penelitian lanjutan dapat menggabungkan penggunaan *snail wire* dengan *compact spinning* untuk menilai efektivitas desain ganda ini dalam mencapai kualitas benang optimal. Penggunaan *snail wire* yang mengurangi *hairiness* berpotensi meningkatkan efisiensi produksi. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengamati dampak jangka panjang penggunaan *snail wire* terhadap *durabilitas* benang dan efisiensi operasional mesin dalam skala industri.

5. Daftar Pustaka

- Afifuddin, M., Sugiyarto, ., & Rusdiana, I. (2021). Analisis Penyebab Tingginya Angka Hairiness pada Benang Cd 40's di Mesin Ring Spinning Perusahaan Pembuatan Benang PT XYZ. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 20(1), 1. <https://doi.org/10.20961/PERFORMA.20.1.44832>
- Ahmed, H. A. H., Afify, R. S., Hassanin, A. H., El-Hawary, I. A., & Mashaly, R. I. (2018). Numerical and experimental study of the influence of nozzle flow parameters on yarn production by jet-ring spinning. *Alexandria Engineering Journal*, 57(4), 2975–2989. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2018.06.002>
- Badan Standardisasi Nasional. (1989a). *SNI 08-0261-1989 Kondisi ruangan untuk pengujian serat, benang, dan kain kapas*.
- Badan Standardisasi Nasional. (1989b). *SNI 08-0262-1989 Kondisi contoh uji untuk pengujian serat benang dan kain kapas*.
- Badan Standardisasi Nasional. (1989c). *SNI 08-0267-1989 Cara pengambilan contoh kain untuk pengujian dan penerimaan lot*.
- Bintang, H. S., Khairunnisa, H., & Qomaruzzaman, G. (2022). Pengaruh Tekanan Udara Nozzle pada Mesin Muratec Vortex Spinning terhadap Kualitas Benang. *Jurnal Tekstil: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Bidang Tekstil Dan Manajemen Industri*, 5(1), 19–26. <https://doi.org/10.59432/JUTE.V5I1.19>
- Birlie, B., & Rangaraj, S. (2021). Investigation of Yarn Quality in Ring Yarn by Modifying Bottom Apron/Nose Bar with Perforations and Air-Suction. *American Journal of Applied Scientific Research 2021, Volume 7, Page 56*, 7(3), 56–76. <https://doi.org/10.11648/J.AJASR.20210703.14>
- Dey, P. K., Das, B., Islam, S., Das, P. K., Chowdhury, N., & Das, A. (2021). Determination of suitable traveller for definite yarn count: A comparative study. <https://Gjeta.Com/Sites/Default/Files/GJETA-2021-0137.Pdf>, 9(1), 036–039. <https://doi.org/10.30574/GJETA.2021.9.1.0137>
- Duc Trung, T., Dieu Huong, C., & Anh Tuan, D. (2022). Influence of some winding parameters on hairiness of yarn after winding process. *Fibres and Textiles*, 29(4), 29–37. <https://doi.org/10.15240/tul/008/2022-4-004>
- Farooq, A., Khan, N., Irshad, F., & Nasir, U. (2023). Predictive Modeling of Yarn Quality at Ring Spinning Machine using Resilient Back Propagation Neural Networks. *Textile and Apparel*, 33(1), 9–14. <https://doi.org/10.32710/TEKSTILVEKONFEKSIYON.904406>
- Field, A. P. . (2024). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. 1110.
- Gulsevincer, E., Usal, M. R., & Yilmaz, D. (2020). Effects of nozzle structural parameters on yarn hairiness in jetring spinning system. *Journal of the Textile Institute*, 111(11), 1567–1577. <https://doi.org/10.1080/00405000.2020.1716527>
- Hananto, A. (2018). Perancangan dan pembuatan sistem transmisi regangan (drafting) dan antihan (twisting) pada mesin ring spinning berbasis mikrokontroler. In *METAL INDONESIA Journal homepage* (Vol. 40, Issue 2). <http://www.jurnalmetal.or.id/index.php/jmi>
- Harianto, D., Sugiyarto, S., & Wulandari, A. (2023). Pengaruh Jumlah Lilitan Roving pada Flyer terhadap Kerataan Roving dan Kekuatan Benang yang Dihasilkan. *Jurnal Tekstil (JUTE)*, 6(1), 37–41.
- Kaminszky, R., Avram, D., Fogorasi, M. S., Dochia, M., Barbu, I., Popa, A., & Bucevschi, A. (2023). Innovative Solution for Reducing Yarns Hairiness on Ring Spinning Machines. *Journal of Natural Fibers*, 20(2). <https://doi.org/10.1080/15440478.2023.2248386>
- Khan, Md. K. R., Begum, H. A., Sheikh, Md. R., Khan, Md. K. R., Begum, H. A., & Sheikh, Md. R. (2019). An Overview on the Spinning Triangle Based Modifications of Ring Frame to Reduce the Staple Yarn Hairiness. *Journal of Textile Science and Technology*, 6(1), 19–39. <https://doi.org/10.4236/JTST.2020.61003>

- Laerd Statistics. (2020). *Independent t-test in SPSS Statistics - Procedure, output and interpretation of the output using a relevant example* | Laerd Statistics. <https://statistics.laerd.com/spss-tutorials/independent-t-test-using-spss-statistics.php>
- Li, P., Guo, M., Sun, F., & Gao, W. (2019). Reducing yarn hairiness in ring spinning by an agent-aided system. *https://doi.org/10.1177/0040517519835769*, 89(21–22), 4438–4451.
- Mahmoud, H. (2019). Determination of the optimum technological criteria under different spinning systems affecting the yarn hairiness. *International Design Journal*, 9(4), 31–43. <https://doi.org/10.21608/IDJ.2019.82546>
- Oncul, K. (2021). Quality optimization and process capability analysis of ring spun Supima cotton yarn. *Materialpruefung/Materials Testing*, 63(10), 943–949. <https://doi.org/10.1515/MT-2021-0027/MACHINEREADABLECITATION/RIS>
- Padma Kishore Dey, Bishwajit Das, Shariful Islam, Pabitra Kumar Das, Nobel Chowdhury, & Anik Das. (2021). Determination of suitable traveller for definite yarn count: A comparative study. *Global Journal of Engineering and Technology Advances*, 9(1), 036–049. <https://doi.org/10.30574/GJETA.2021.9.1.0137>
- Pereira, F., Pinto, L., Soares, F., Vasconcelos, R., Machado, J., & Carvalho, V. (2024). Online yarn hairiness– Loop & protruding fibers dataset. *Data in Brief*, 54, 110355. <https://doi.org/10.1016/J.DIB.2024.110355>
- Ramasamy, K. M., Duraisamy, R., & Mammo, H. (2019). Improving Yarn Quality by Modification on Drafting Zone Settings of Draw Frame. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 67(11), 157–166. <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V67I11P226>
- Siddiqua, T., & Iqbal, S. M. F. (2019). Analysis of Ring Yarn Properties Produced from Different Traveller Brands. *European Scientific Journal*, 15(18). <https://doi.org/10.19044/ESJ.2019.V15N18P53>
- Sparing, M., Espenhahn, T., Fuchs, G., Hossain, M., Abdkader, A., Nielsch, K., Cherif, C., & Hühne, R. (2020). Analysis of the high-speed rotary motion of a superconducting magnetic bearing during ring spinning. *Eng. Res. Express*, 2, 35039. <https://doi.org/10.1088/2631-8695/abb7e4>
- Textilesphere. (2019). *Faults In Ring Frame - Causes and Remedies*. <https://www.textilesphere.com/2019/10/faults-in-ring-frame-causes-and-remedies.html>
- Wu, X., Hurren, C., Li, W., & Wang, X. (2022). Numerical analysis of heat transfer in ring spinning. *https://doi.org/10.1177/00405175221098576*, 92(21–22), 3990–4007. <https://doi.org/10.1177/00405175221098576>
- Wu, X., Li, W., Hurren, C., & Wang, X. (2023). Modeling the temperatures of traveler and ring in ring spinning. *https://doi.org/10.1177/00405175231170312*, 93(17–18), 4080–4095. <https://doi.org/10.1177/00405175231170312>
- Yu, H., Yang, S., Jiang, W., Liu, K., Jiang, L., Chen, J., Li, Z., Xia, Z., & Xu, W. (2023). The Influence of a Rotary Compact Groove Cylinder on the Properties of Ring Spun Yarn. *Journal of Natural Fibers*, 20(1). <https://doi.org/10.1080/15440478.2023.2172640>