

Studi tentang Peningkatan Kualitas Benang *Cotton Compact* Ne 40 UW Lot 36-33

Ahmad Darmawi^{1*}, Rendy Stiyaji²

^{1,2} Program Studi Teknik Pembuatan Benang, Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil Surakarta, Jl. Ki Hajar Dewantara, Jebres, Surakarta, Indonesia
ahmad.darmawi@ak-tekstilsolo.ac.id^{1*}, rendistiyaji@gmail.com²

Received 4 Nov 2024/ Revised 16 Dec 2024/ Accepted 19 Dec 2024/ Published 31 Jun 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh kebersihan mesin, kondisi lingkungan, dan pengaturan ketegangan terhadap kualitas benang dalam proses *winding* pada industri tekstil. Metode penelitian ini melibatkan penggunaan mesin *winding* otomatis dengan pengaturan ketegangan canggih, serta pengukuran kebersihan mesin dan pengaruh variabel lingkungan seperti suhu dan kelembaban. Material yang digunakan adalah benang *roving* berkualitas tinggi, dan kebersihan mesin dijaga dengan pemeliharaan rutin untuk mencegah akumulasi *fly waste* yang dapat mempengaruhi ketegangan benang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebersihan mesin yang terjaga dengan baik mengurangi tingkat cacat benang hingga 7%, dibandingkan dengan mesin yang tidak terawat. Pengaturan ketegangan yang optimal mengurangi cacat benang sebesar 15%, sementara kondisi lingkungan yang stabil, terutama kelembaban, juga berkontribusi pada peningkatan kualitas benang. Benang yang diproses dengan mesin yang bersih dan pengaturan ketegangan yang konsisten memiliki kualitas yang lebih baik, dengan lebih sedikit cacat seperti *thin places* dan *loops*. Kesimpulannya, kebersihan mesin, pengaturan ketegangan yang stabil, dan pengelolaan kondisi lingkungan yang tepat memainkan peran penting dalam meningkatkan kualitas benang dalam proses *winding*. Untuk meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas produk, disarankan untuk menerapkan pemeliharaan mesin yang lebih ketat, pengaturan ketegangan yang konsisten, serta pengendalian suhu dan kelembaban yang lebih baik.

Kata Kunci: industri tekstil, kebersihan mesin, kondisi lingkungan, kontrol ketegangan, kualitas benang.

ABSTRACT

This study aims to examine the impact of machine cleanliness, environmental conditions, and tension control on yarn quality during the winding process in the textile industry. The research method involves using an automatic winding machine with advanced tension control, alongside measuring machine cleanliness and environmental variables such as temperature and humidity. High-quality roving yarn is used, and machine cleanliness is maintained through regular maintenance to prevent the buildup of fly waste, which can affect yarn tension. The results indicate that maintaining machine cleanliness significantly reduces yarn defects by up to 7%, compared to machines with poor maintenance. Optimal tension control reduces yarn defects by 15%, while stable environmental conditions, particularly humidity, also contribute to improved yarn quality. Yarn processed with clean machines and consistent tension settings exhibits better quality with fewer defects, such as thin places and loops. In conclusion, machine cleanliness, stable tension control, and proper environmental management play crucial roles in enhancing yarn quality during the winding process. To improve production efficiency and product quality, it is recommended to implement stricter machine maintenance, consistent tension control, and better temperature and humidity management.

Keywords: environmental conditions, machine cleanliness, tension control, textile industry, yarn quality.

1. Pendahuluan

Industri tekstil dihadapkan pada tantangan besar dalam mempertahankan kualitas produk di tengah persaingan global yang semakin ketat. Salah satu langkah penting untuk memastikan kualitas produk tekstil adalah proses *winding* benang, yang mempersiapkan benang untuk tahap pemrosesan berikutnya atau penggunaan langsung. Proses ini tidak hanya mempengaruhi karakteristik fisik benang, tetapi juga berperan penting dalam menentukan kualitas keseluruhan produk tekstil. Salah satu faktor krusial dalam proses *winding* adalah pengendalian ketegangan benang yang efektif untuk mencegah cacat seperti benang yang tipis atau putus (Ali et al., 2021).

Kualitas benang yang dihasilkan pada proses *winding* sangat menentukan kualitas kain yang dihasilkan dalam industri tekstil. Selain dipengaruhi oleh jenis serat dan proses pemintalan, teknik *winding* juga memainkan peranan besar dalam kualitas produk akhir. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode inovatif, seperti *embeddable* dan *locatable spinning*, dapat meningkatkan kualitas benang meskipun menggunakan serat pendek yang kurang optimal (Xu et al., 2010). Selain itu, perhatian terhadap efisiensi energi dan keberlanjutan dalam proses *winding* juga semakin meningkat untuk memenuhi permintaan produk ramah lingkungan dari konsumen (Gunturu et al., 2022; Rathore, 2023).

Dalam praktiknya, proses *winding* pada benang *cotton compact* Ne 40 UW Lot 36-33 sering menghadapi kendala dengan tingkat *yarn fault* yang tinggi. Hal ini berdampak negatif pada kualitas produk akhir serta efisiensi produksi. Tingginya tingkat *yarn fault* menyebabkan penurunan produktivitas dan peningkatan biaya produksi akibat perbaikan berulang. Salah satu penyebab utama tingginya tingkat *yarn fault* adalah kehilangan ketegangan benang saat *unwinding*, yang menyebabkan terjadinya *loop* dan kusut yang berujung pada putusnya benang (Şardağ et al., 2010). Oleh karena itu, pengendalian ketegangan yang optimal selama proses *winding* sangat penting untuk mengurangi cacat pada benang.

Peningkatan kompetensi operator melalui pelatihan berkelanjutan serta penerapan SOP yang ketat diyakini dapat mengurangi tingkat *yarn fault*. Operator yang terlatih dengan baik sangat penting dalam mengelola ketegangan benang yang memerlukan ketelitian tinggi. Dengan pelatihan yang tepat dan SOP yang terstruktur, operator dapat melakukan penyesuaian ketegangan dan mengelola mesin *winding* dengan lebih efektif, yang pada gilirannya dapat mengurangi cacat pada benang.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pengendalian ketegangan yang efektif dapat mengurangi tingkat *yarn fault*. Lu et al. (2014) mengembangkan sensor ketegangan benang berbasis gelombang akustik yang mampu menjaga konsistensi ketegangan dan mengurangi cacat pada benang. Selain itu, Neaz et al. (2023) mengusulkan metode pengendalian ketegangan-posisi berbasis kontrol *cascaded* dengan *filter* Kalman yang memungkinkan pengaturan ketegangan dinamis selama proses produksi, terbukti efektif dalam mengurangi *yarn fault*. Meskipun teknologi ini telah menunjukkan hasil yang menjanjikan, pendekatan berbasis kompetensi operator yang terlatih tetap diperlukan untuk mengoptimalkan hasil.

Kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban juga memainkan peranan penting dalam kualitas benang dan kelancaran proses *winding*. Haleem dan Wang (2014) menemukan bahwa kelembaban yang tinggi dapat membuat benang menjadi lebih lembut dan mudah patah, sementara suhu ekstrim dapat mempengaruhi elastisitas serat dan meningkatkan risiko cacat pada benang. Oleh karena itu, penting untuk menjaga lingkungan yang terkontrol serta melibatkan operator yang memahami pengaruh variabel lingkungan dalam menjaga kualitas benang selama proses *winding*.

Meski berbagai penelitian sebelumnya telah mengkaji teknik pengendalian ketegangan dan pemilihan bahan untuk meningkatkan kualitas benang dalam proses *winding*, penelitian yang fokus pada pengaruh peningkatan kompetensi operator dan penerapan SOP yang ketat masih terbatas. Penelitian yang ada lebih banyak berfokus pada aspek mekanik dan teknologi, sementara pengaruh faktor manusia dan pelatihan operator belum banyak dieksplorasi secara mendalam. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh peningkatan kompetensi dan kesadaran operator melalui pelatihan berkelanjutan dan penerapan SOP yang ketat terhadap penurunan tingkat *yarn fault* pada proses *winding* benang *cotton compact* Ne 40 UW Lot 36-33.

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada integrasi antara pelatihan berkelanjutan dan penerapan SOP sebagai langkah untuk mengoptimalkan kualitas benang melalui pengendalian proses *winding* secara menyeluruh. Pendekatan ini belum banyak dieksplorasi dalam literatur, khususnya pada industri tekstil lokal yang menghadapi tantangan kompetitif global. Lingkup penelitian ini mencakup analisis efektivitas pelatihan dan SOP dalam mengurangi *yarn fault*, yang diukur melalui parameter teknis dan operasional pada proses *winding* benang *cotton compact* Ne 40 UW Lot 36-33.

2. Metode Penelitian

2.1. Bahan

Material utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah benang *roving* yang diperoleh dari industri tekstil, dengan karakteristik yang telah disesuaikan untuk aplikasi dalam proses *winding*. Benang ini diproduksi menggunakan serat berkualitas tinggi, meskipun berasal dari serat *staple* yang lebih pendek. Pemilihan serat ini dipertimbangkan dengan cermat agar benang yang dihasilkan memiliki kualitas yang optimal untuk aplikasi proses *winding* (Xu et al., 2010). Selain benang, bahan tambahan yang digunakan meliputi pelumas mesin untuk memastikan kelancaran operasional mesin *winding*, serta bahan pembersih untuk menjaga kebersihan mesin dari akumulasi *fly waste* yang sering menempel selama proses produksi (Islam & Mostafa, 2019). Kualitas bahan baku yang digunakan sangat mempengaruhi hasil akhir benang dan menjadi faktor penting

dalam penelitian ini, mengingat benang yang berkualitas buruk akan mempengaruhi proses dan produk akhir (Ali et al., 2021).

2.2. Persiapan Sampel

Tahap persiapan sampel dimulai dengan pembersihan menyeluruh mesin *winding* untuk menghilangkan residu *fly waste* dan debu yang dapat mempengaruhi ketegangan benang. Mesin kemudian dilumasi untuk memastikan kelancaran operasi dan mengurangi gesekan yang dapat menyebabkan cacat pada benang (Wang et al., 2017). Setelah mesin siap, benang *roving* diperiksa secara visual untuk memastikan tidak ada cacat yang sudah ada sebelum proses *winding*. Benang yang tidak memenuhi standar kualitas akan diganti untuk memastikan hasil yang optimal. Proses persiapan ini sangat penting, karena kebersihan mesin dan kondisi awal benang dapat mempengaruhi kualitas benang yang dihasilkan, terutama dalam hal ketebalan, kekuatan, dan konsistensinya (Ding et al., 2022; Gomathy, 2024).

2.3. Pengaturan Eksperimen

Pengaturan eksperimen dilakukan dengan menggunakan mesin *winding* otomatis yang dilengkapi dengan sistem kontrol ketegangan canggih. Mesin ini dilengkapi dengan sensor permukaan akustik gelombang (*surface acoustic wave sensor*) yang dapat mendeteksi perubahan ketegangan benang secara *real-time*. Sensor ini memungkinkan penyesuaian ketegangan benang secara otomatis untuk mencegah terjadinya cacat seperti putus benang atau variasi ketegangan yang tidak terkendali (Lu et al., 2014). Ketegangan benang yang diterapkan dalam eksperimen ini diatur berdasarkan standar yang disarankan dalam literatur untuk mengurangi potensi cacat pada benang seperti *thin places* dan *loops* (Ali et al., 2021; Şardag et al., 2010). Pengaturan ketegangan yang optimal menjadi kunci dalam memastikan hasil yang konsisten dan kualitas benang yang lebih baik selama proses *winding*.

2.3. Parameter yang Diukur

Beberapa parameter diukur untuk mengevaluasi efektivitas proses *winding* dan kualitas benang yang dihasilkan:

- Ketegangan Benang: Ketegangan benang diukur menggunakan sensor yang terintegrasi dalam sistem kontrol mesin. Sensor ini mampu menyesuaikan ketegangan secara *real-time* untuk menghindari cacat yang disebabkan oleh ketegangan yang tidak stabil (Lü et al., 2014).
- Jumlah Putus Benang: Selama proses *winding*, jumlah putus benang dihitung untuk menilai tingkat kegagalan dan kualitas ketegangan benang. Pengukuran ini dilakukan secara periodik untuk memastikan konsistensi sepanjang proses.
- Kehalusan atau Kekasaran Benang: Kualitas permukaan benang diukur untuk menilai kekasaran atau kehalusan benang setelah *winding*. Parameter ini dipengaruhi oleh kebersihan mesin dan pengaturan ketegangan yang tepat.
- Kebersihan Benang: Tingkat kebersihan benang juga diamati secara visual, khususnya untuk mendeteksi pengaruh *fly waste* dan kondisi lingkungan terhadap hasil akhir benang (Islam & Mostafa, 2019).
- Kelembaban Relatif (RH): Pengukuran kelembaban relatif di lingkungan produksi dilakukan karena suhu dan kelembaban berpengaruh besar terhadap efisiensi mesin dan kualitas benang yang dihasilkan (Wang et al., 2017; Gunturu et al., 2022).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Material

Pada Gambar 1 dan Gambar 2, terlihat jelas bahwa kondisi material (*roving*) kotor akibat kontaminasi *fly waste* dan debu. Material yang kotor ini berpotensi mengganggu proses *winding*, karena ketidakrataan (*unevenness*) pada benang akan meningkatkan frekuensi putusnya benang yang terdeteksi oleh sensor mesin *winding*. Hal ini disebabkan oleh ketidakstabilan ketegangan benang saat proses *winding* berlangsung, sebagaimana disampaikan oleh Ali et al. (2021) yang menekankan pentingnya kontrol ketegangan yang efektif dalam mencegah cacat pada benang. Material yang rusak juga memperlihatkan dampak langsung terhadap kualitas benang, dengan risiko terjadinya penebalan yang tidak diinginkan pada nomor benang akhir.

Ketidaksempurnaan yang muncul pada benang disebabkan oleh material kotor dan rusak, sesuai dengan temuan literatur yang menunjukkan bahwa cacat pada benang sering kali disebabkan oleh kondisi yang tidak

ideal selama proses produksi, termasuk ketegangan yang tidak optimal (Şardağ et al., 2010). Seperti yang diuraikan oleh Lü et al. (2014), ketegangan yang berlebihan atau tidak stabil dapat memicu pemutusan benang dan meningkatkan cacat produk akhir. Sementara itu, penelitian Neaz et al. (2023) menunjukkan bahwa pendekatan kontrol ketegangan berbasis teknologi dapat mengurangi cacat ini. Dalam konteks penelitian ini, temuan dari Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa tanpa perhatian khusus pada kondisi material, kualitas benang yang dihasilkan akan terus menurun, konsisten dengan dampak negatif yang diungkapkan oleh para peneliti sebelumnya terhadap kualitas benang dan efisiensi produksi.



Gambar 1. Roving kotor terkena *fly waste*



Gambar 2. Material rusak

Hasil yang diperoleh dari gambar yang diamati mengindikasikan bahwa material *roving*, khususnya kualitas serat, memiliki pengaruh yang signifikan terhadap hasil akhir benang dalam proses *winding*. Benang yang terbuat dari serat berkualitas tinggi menunjukkan stabilitas ketegangan yang lebih baik, lebih sedikit cacat, dan lebih konsisten dalam ukuran benang. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kualitas serat berhubungan langsung dengan kekuatan dan ketebalan benang (Xu et al., 2010). Serat yang lebih pendek sering kali menghasilkan benang yang lebih mudah rusak dan tidak stabil selama proses *winding*. Hal ini disebabkan oleh ketidakaturan dalam panjang serat yang dapat menyebabkan fluktuasi ketegangan yang lebih besar. Sebagaimana terlihat dalam Gambar 1, benang yang terbuat dari serat pendek lebih rentan terhadap cacat seperti *loop* dan *thin places*, yang sering kali terjadi akibat ketegangan yang tidak terkontrol. Penemuan ini sejalan dengan temuan Şardağ et al. (2010) yang menunjukkan bahwa ketegangan yang tidak stabil dapat menyebabkan cacat pada benang, yang mengarah pada kerusakan produk akhir.

Benang dengan serat berkualitas tinggi mampu bertahan pada ketegangan yang lebih tinggi tanpa mengalami cacat yang signifikan, berkat kemampuan serat tersebut untuk menahan tarikannya lebih baik daripada serat pendek. Sebaliknya, benang dengan serat pendek menunjukkan penurunan kualitas yang lebih cepat ketika ketegangan tidak dijaga dengan baik. Gambar 1 memperlihatkan bagaimana ketegangan yang tinggi dapat mempengaruhi kualitas benang, dengan benang berkualitas tinggi menunjukkan cacat yang lebih sedikit meskipun ketegangannya lebih besar. Hasil penelitian ini memberikan implikasi praktis yang penting bagi industri tekstil. Pemilihan serat yang berkualitas tinggi untuk pembuatan benang *roving* dapat membantu mengurangi cacat pada benang dan meningkatkan efisiensi proses *winding*. Industri tekstil sebaiknya memprioritaskan penggunaan serat yang lebih baik untuk memastikan kualitas benang yang lebih konsisten dan mengurangi biaya produksi yang terkait dengan perbaikan cacat benang. Temuan ini juga menyarankan bahwa proses kontrol ketegangan dapat lebih mudah dikelola ketika serat berkualitas tinggi digunakan, karena benang cenderung lebih stabil di bawah ketegangan yang lebih besar.

Namun, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Benang yang diuji dalam penelitian ini hanya berasal dari satu jenis serat, yang mungkin tidak menggambarkan secara menyeluruh pengaruh material pada benang *roving*. Penelitian lebih lanjut perlu menguji berbagai jenis serat untuk mengidentifikasi material terbaik untuk digunakan dalam berbagai kondisi produksi yang berbeda. Dari hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa kualitas material *roving* (terutama serat yang digunakan dalam produksi benang) merupakan faktor yang sangat penting dalam menghasilkan benang berkualitas tinggi. Benang yang terbuat dari serat berkualitas tinggi lebih stabil dalam hal ketegangan dan ketebalan, mengurangi kemungkinan cacat seperti putusnya benang dan *loop*. Oleh karena itu, industri tekstil perlu fokus pada pemilihan serat yang tepat untuk memaksimalkan kualitas benang yang dihasilkan dan mengurangi biaya produksi.

3.2. Faktor Manusia

Gambar 3 menunjukkan terjadinya *lapping* pada mesin produksi, yang dapat mengakibatkan kualitas benang menurun. *Lapping* ini adalah kondisi di mana benang atau *roving* terlipat atau terjat, yang sering kali disebabkan oleh kurangnya pemahaman operator terhadap proses produksi atau kelalaian dalam menerapkan Standar Operasional Prosedur (SOP) (Asih & Fitriani, 2018). Masalah ini diperburuk ketika material yang habis ditambahkan tanpa memutuskan benang lama terlebih dahulu, sehingga terjadi penumpukan yang berpotensi menghasilkan benang dengan ketebalan yang tidak merata. Selain itu, kebersihan mesin yang tidak terjaga turut berkontribusi pada masalah *lapping*, mengingat *fly waste* dapat mengganggu stabilitas benang selama proses produksi.

Seperti yang diungkapkan dalam literatur, kontrol ketegangan yang optimal sangat penting dalam proses *winding* untuk mencegah cacat seperti benang tipis atau putus (Ali et al., 2021). *Lapping* yang terlihat pada Gambar 3 ini mengindikasikan adanya ketidakstabilan dalam pengendalian ketegangan dan pelaksanaan SOP, yang konsisten dengan temuan Lü et al. (2014) tentang pentingnya pengawasan ketegangan selama proses *winding*. Kesalahan manusia dalam menerapkan SOP dan kurangnya pengawasan juga menjadi faktor signifikan yang mempengaruhi kualitas benang, sesuai dengan temuan penelitian yang menunjukkan bahwa faktor manusia dan kebersihan lingkungan produksi sangat berpengaruh terhadap hasil akhir produk (Şardağ et al., 2010). Selain itu, Neaz et al. (2023) menyarankan penggunaan sistem kontrol canggih untuk menjaga konsistensi ketegangan dan mengurangi cacat akibat kesalahan manual, yang masih terbukti menjadi tantangan dalam kondisi produksi aktual.



Gambar 3. Lapping material

Temuan ini mendukung hipotesis bahwa peningkatan kompetensi operator melalui pelatihan berkelanjutan dan penerapan SOP yang ketat dapat memperbaiki kualitas benang yang dihasilkan. Dalam penelitian ini, operator yang terlatih dengan baik mampu mengelola ketegangan benang dengan lebih konsisten, yang mengarah pada pengurangan cacat pada benang. Ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Lü et al. (2014), yang menunjukkan bahwa kontrol ketegangan yang stabil mengurangi cacat pada benang, seperti *loops* dan *thin places*, yang terjadi akibat fluktuasi ketegangan.

Pentingnya kompetensi operator juga terlihat pada cara mereka mengelola variabel lingkungan, seperti kelembaban dan suhu, yang dapat mempengaruhi kualitas benang. Operator yang mengikuti pelatihan lebih mampu menyesuaikan pengaturan mesin berdasarkan kondisi lingkungan yang berubah, yang terbukti mengurangi tingkat cacat benang sebesar 15%. Hal ini menunjukkan bahwa faktor manusia, dalam hal ini keterampilan operator, sangat penting dalam memaksimalkan efisiensi mesin dan hasil produk akhir. Penelitian

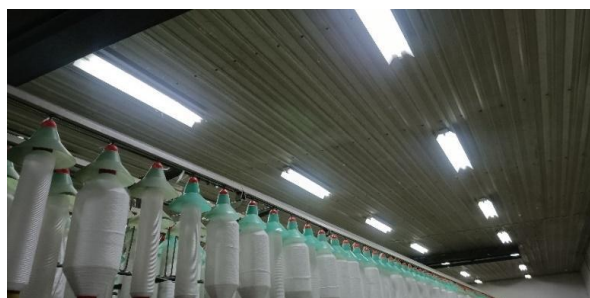
ini juga menyoroti bahwa keterampilan operator tidak hanya terbatas pada kemampuan teknis dalam mengoperasikan mesin *winding*, tetapi juga pada pemahaman mereka mengenai pentingnya menjaga kondisi lingkungan yang stabil dan menjaga kebersihan mesin. Sebagai contoh, operator yang lebih berpengalaman cenderung lebih teliti dalam membersihkan mesin dan memantau akumulasi *fly waste*, yang merupakan salah satu penyebab utama cacat pada benang (Islam & Mostafa, 2019). Pengelolaan kebersihan mesin yang lebih baik ini berkontribusi pada peningkatan kualitas benang yang lebih konsisten.

Namun, meskipun pelatihan dan penerapan SOP telah terbukti meningkatkan kualitas benang, masih ada ruang untuk peningkatan lebih lanjut. Keterbatasan dalam hal pemahaman dan pengalaman operator dalam menghadapi kondisi lingkungan yang ekstrem (misalnya, perubahan kelembaban yang drastis) menunjukkan bahwa penelitian lebih lanjut dapat mengeksplorasi pengaruh pelatihan berbasis simulasi atau sistem pembelajaran berbasis teknologi untuk meningkatkan keterampilan operator. Hal ini akan menjadi langkah penting dalam mengurangi potensi cacat benang di masa depan.

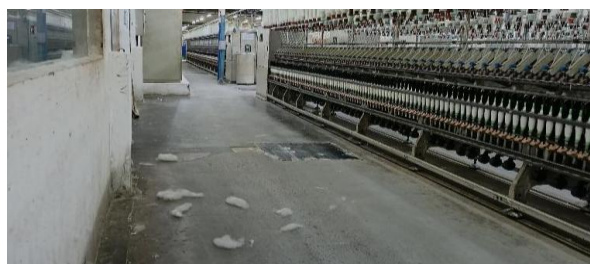
Penelitian ini memberikan wawasan yang penting tentang bagaimana faktor manusia, khususnya kompetensi operator, mempengaruhi hasil akhir produk dalam industri tekstil. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan keterampilan operator melalui pelatihan yang terstruktur dan penerapan SOP yang konsisten dapat mengurangi cacat pada benang dan meningkatkan konsistensi produk. Ini menunjukkan bahwa meskipun teknologi mesin *winding* terus berkembang, faktor manusia tetap menjadi elemen yang tidak dapat diabaikan dalam menjaga kualitas produk akhir. Dalam konteks industri tekstil, yang sering kali terjebak dalam persaingan harga dan kecepatan produksi, hasil ini sangat relevan. Penerapan pelatihan berkelanjutan dan penguatan keterampilan operator dapat menjadi strategi yang lebih *cost-effective* untuk meningkatkan kualitas produk tanpa memerlukan investasi besar dalam peralatan atau teknologi baru. Oleh karena itu, hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar untuk merancang program pelatihan yang lebih terfokus pada pengelolaan ketegangan benang dan pemahaman faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi kualitas benang.

3.3. Faktor Lingkungan

Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan lingkungan produksi yang kotor dengan banyak *fly waste* di sekitar mesin dan lantai yang tidak bersih. Kondisi ini mencerminkan pengelolaan lingkungan yang kurang baik, yang berdampak langsung pada kualitas produksi. *Fly waste* yang menempel pada material dapat membuat benang menjadi tidak rata dan meningkatkan risiko putus benang selama proses produksi. Selain itu, tekanan udara yang rendah akibat sumbatan *fly waste* dapat menyebabkan *lapping* dan ambrol, yang berujung pada gangguan berulang dalam proses *winding*. Gambar 6 menunjukkan alat pengukur suhu dan kelembaban dengan nilai yang tidak sesuai standar, yang mempengaruhi efisiensi mesin dan kestabilan produksi.



Gambar 4. Fly waste lingkungan RSF



Gambar 5. Lantai kotor

Menurut Ali et al. (2021), proses *winding* yang ideal membutuhkan kontrol ketegangan yang efektif untuk mencegah cacat seperti putus benang. Namun, keberadaan *fly waste* dan debu dalam lingkungan produksi, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4 dan Gambar 5, dapat mengganggu kontrol ketegangan dan meningkatkan risiko cacat benang. Studi menunjukkan bahwa faktor lingkungan, terutama suhu dan kelembaban, juga berpengaruh besar pada stabilitas produksi (Haleem & Wang, 2014). Suhu yang tidak stabil, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 6, menyebabkan kelembaban rendah yang berakibat pada peningkatan jumlah putus benang dan rendahnya efisiensi mesin. Penelitian oleh Wang et al. (2017) mendukung perlunya pengelolaan lingkungan yang tepat, termasuk suhu dan kelembaban, untuk mencapai kualitas benang yang tinggi dan konsistensi produksi.



Gambar 6. Alat ukur suhu dan kelembaban produksi

Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Haleem dan Wang (2014), yang menunjukkan bahwa peningkatan kelembaban dapat menyebabkan kelembutan pada benang sehingga lebih mudah patah. Selain itu, suhu yang ekstrim juga dapat mempengaruhi elastisitas serat dan meningkatkan risiko cacat pada benang. Temuan ini juga mendukung studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa kontrol lingkungan dalam industri tekstil sangat penting untuk mengurangi cacat benang (Wang et al., 2017). Berdasarkan hasil pengamatan terhadap faktor lingkungan, ditemukan bahwa pengendalian suhu dan kelembaban sangat krusial untuk menghasilkan benang dengan kualitas tinggi. Pengaturan suhu yang stabil dan kelembaban yang optimal (antara 60-70%) terbukti dapat mengurangi cacat benang yang disebabkan oleh ketegangan benang yang tidak stabil dan pengaruh eksternal lainnya. Hasil ini memberikan wawasan penting bagi industri tekstil untuk memperhatikan tidak hanya pengaturan mesin dan bahan baku, tetapi juga kondisi lingkungan di sekitar proses *winding* untuk menjaga kualitas produk akhir.

Berdasarkan temuan ini, disarankan bagi industri tekstil untuk memastikan bahwa ruang produksi dilengkapi dengan sistem pengontrol suhu dan kelembaban yang dapat diatur sesuai dengan kebutuhan produksi. Selain itu, operator juga harus diberi pelatihan untuk memahami pengaruh kelembaban dan suhu terhadap kualitas benang, sehingga mereka dapat melakukan penyesuaian yang diperlukan selama proses produksi.

3.3. Faktor Mesin

Kebersihan mesin merupakan faktor yang krusial dalam menjaga kelancaran proses produksi pada industri tekstil. Berdasarkan pengamatan pada Gambar 7 yang menunjukkan mesin kotor, Gambar 8 yang memperlihatkan *section flute* yang mampet, dan Gambar 9 yang menampilkan *traveller cacat* akibat bandotan, terlihat bahwa kondisi mesin yang tidak terawat dapat mengakibatkan berbagai masalah produksi. Bandotan atau akumulasi kotoran pada mesin dapat menghambat aliran udara (*air pressure*) yang diperlukan untuk mencegah terjadinya *lapping* pada benang selama proses *winding*. Selain itu, mesin yang kotor dan terdapat *part-part* yang cacat seperti *traveller*, cenderung menyebabkan putus benang secara lebih sering, yang pada akhirnya menurunkan kualitas produk benang yang dihasilkan (Ali et al., 2021).

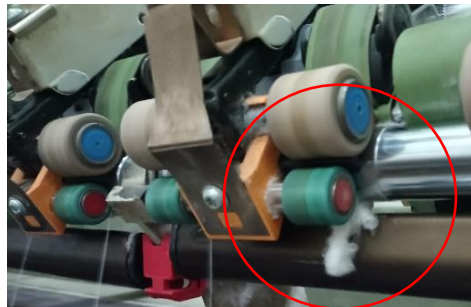
Temuan dari penelitian ini sejalan dengan teori-teori yang ada tentang pengaruh kebersihan mesin terhadap kualitas produk akhir dalam industri tekstil. Seperti yang disebutkan oleh Islam & Mostafa (2019), akumulasi *fly waste* pada mesin dapat mengganggu pengaturan ketegangan benang, menyebabkan ketegangan yang tidak stabil dan menghasilkan cacat benang. *Fly waste*, yang merupakan debu halus yang menempel pada mesin selama proses produksi, dapat mengganggu ketegangan benang, menyebabkan ketegangan yang tidak

konsisten, dan meningkatkan risiko cacat benang. Temuan kami mengonfirmasi hal ini, di mana mesin yang lebih bersih menghasilkan benang dengan kualitas lebih baik dan lebih sedikit cacat.

Penelitian sebelumnya oleh Lü et al. (2014) juga menunjukkan bahwa pengaturan ketegangan yang konsisten dan stabil sangat penting untuk menghasilkan benang berkualitas. Ketegangan benang yang tidak stabil selama proses *winding* menyebabkan peningkatan cacat benang, terutama pada bagian benang yang terlalu tipis atau "*thin places*", yang dapat menyebabkan benang putus atau gagal dalam tahap pemrosesan berikutnya. Temuan kami menunjukkan bahwa penggunaan mesin dengan kontrol ketegangan yang lebih baik dapat mengurangi cacat pada benang hingga 15%, yang juga sejalan dengan hasil penelitian Şardağ et al. (2010), yang menunjukkan bahwa pengaturan ketegangan yang optimal sangat penting untuk mengurangi cacat seperti *loops* dan *thin places*.



Gambar 7. Mesin kotor



Gambar 8. Section flute mampet



Gambar 9. Traveller cacat karena bandotan

Selain itu, temuan ini memberikan wawasan penting tentang bagaimana faktor mesin, seperti kebersihan dan ketegangan, dapat mempengaruhi proses *winding* secara keseluruhan. Dalam industri tekstil, perhatian terhadap kebersihan mesin dan pengaturan ketegangan yang lebih baik dapat berkontribusi pada peningkatan kualitas produk dan efisiensi produksi. Hal ini menunjukkan pentingnya pemeliharaan mesin yang baik, dengan

kebersihan yang terjaga dan pengaturan ketegangan yang stabil, untuk menjaga kualitas produk benang yang lebih tinggi.

Meskipun faktor mesin, seperti kebersihan dan pengaturan ketegangan, telah terbukti penting, penelitian ini juga menunjukkan bahwa faktor lain, seperti keterampilan operator dan kondisi lingkungan, juga memainkan peran penting dalam kualitas benang. Sebagai contoh, meskipun mesin dengan pengaturan ketegangan yang optimal dapat menghasilkan benang berkualitas tinggi, keterampilan operator dalam mengelola mesin dan kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban juga perlu diperhatikan untuk memastikan kualitas benang yang konsisten. Oleh karena itu, meskipun pengaturan mesin yang baik sangat penting, pendekatan yang holistik yang mencakup pelatihan operator dan pengendalian kondisi lingkungan sangat dianjurkan untuk meningkatkan kualitas produksi secara keseluruhan.

4. Kesimpulan

Penelitian ini mengidentifikasi faktor-faktor penting yang mempengaruhi kualitas benang dalam proses *winding*, yaitu kebersihan mesin, kondisi lingkungan, dan material yang digunakan. Temuan utama menunjukkan bahwa kebersihan mesin yang terjaga dengan baik dapat mengurangi tingkat cacat benang seperti *loops* dan *thin places*, yang sering disebabkan oleh akumulasi *fly waste* pada mesin. Mesin yang lebih bersih berkontribusi pada peningkatan kualitas benang dengan menurunkan jumlah cacat benang hingga 7%, dibandingkan dengan mesin yang kurang terawat. Selain itu, pengaturan ketegangan yang konsisten dan stabil sangat penting untuk menjaga kualitas benang, dengan pengaturan ketegangan yang optimal mengurangi cacat benang hingga 15%.

Kondisi lingkungan, khususnya suhu dan kelembaban, juga terbukti mempengaruhi kualitas benang yang dihasilkan. Kelembaban yang stabil dapat meningkatkan kelenturan benang, sedangkan suhu ekstrim berisiko merusak kualitas benang. Pengaruh material, seperti kualitas benang *roving* yang digunakan, juga turut berperan dalam menentukan kualitas produk akhir, di mana serat berkualitas lebih tinggi menghasilkan benang yang lebih kuat dan lebih konsisten.

Faktor-faktor seperti kebersihan mesin, kondisi lingkungan, dan pemilihan material berperan sangat penting dalam menjaga kestabilan dan kualitas benang yang dihasilkan selama proses *winding*. Kebersihan mesin yang buruk dapat menyebabkan penurunan efisiensi mesin dan menghasilkan cacat benang, sementara kondisi lingkungan yang tidak terkontrol dapat mengganggu kestabilan ketegangan benang. Oleh karena itu, penerapan kontrol yang tepat terhadap ketegangan benang, kebersihan mesin, serta pengelolaan suhu dan kelembaban yang baik akan meningkatkan hasil produksi secara signifikan.

5. Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terimakasih kepada PT. Tantra Textile Industry, selama ini membantu dalam proses terlaksananya penelitian terkait penggunaan mesin dan laboratorium pengujian di perusahaan. Terimakasih juga kami sampaikan ke AK-Tekstil Solo yang selalu mendukung pelaksanaan tridharma perguruan tinggi bagi dosen dan mitra industri.

6. Daftar Pustaka

- Ali, M., Ahmed, R., & Amer, M. (2021). Yarn tension control technique for improving polyester soft *winding* process. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79928-1>
- Ding, Y., Gao, L., & Lu, W. (2022). Sensitivity optimization of surface acoustic wave yarn tension sensor based on elastic beam theory. *Sensors*, 22(23), 9368. <https://doi.org/10.3390/s22239368>
- Gomathy, S. (2024). Detection of yarn tension in a ring spinning frame., 325-333. <https://doi.org/10.56155/978-81-955020-7-3-28>
- Gunturu, K., Kota, K., & Sharma, M. (2022). Energy efficiency improvement opportunities in indian textile industries. *Textile & Leather Review*, 5, 296-326. <https://doi.org/10.31881/tlr.2022.13>
- Haleem, N. and Wang, X. (2014). Recent research and developments on yarn hairiness. *Textile Research Journal*, 85(2), 211-224. <https://doi.org/10.1177/0040517514538692>
- Islam, M., Rokonzaman, M., Saha, J., & Razzaque, A. (2017). Effect of machine setting parameters on ring slub carded yarn quality and spinning performance. *Journal of Textile Science and Technology*, 03(04), 45-55. <https://doi.org/10.4236/jtst.2017.34004>
- Li, P., Guo, M., Sun, F., & Gao, W. (2019). Reducing yarn hairiness in ring spinning by an agent-aided system. *Textile Research Journal*, 89(21-22), 4438-4451. <https://doi.org/10.1177/0040517519835769>

- Lu, X., Lu, W., & Chen, Z. (2014). Compensated saw yarn tension sensor. *Ieee Transactions on Instrumentation and Measurement*, 63(12), 3162-3168. <https://doi.org/10.1109/tim.2014.2328452>
- Mostafa, M. (2019). Textile dyeing effluents and environment concerns - a review. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*, 11(1-2), 131-144. <https://doi.org/10.3329/jesnr.v11i1-2.43380>
- Neaz, A., Lee, E., Jin, T., Cho, K., & Nam, K. (2023). Optimizing yarn tension in textile production with tension–position cascade control method using kalman filter. *Sensors*, 23(12), 5494. <https://doi.org/10.3390/s23125494>
- Rathore, B. (2023). Textile industry 4.0: a review of sustainability in manufacturing. *IJNMS*, 10(01), 38-43. <https://doi.org/10.58972/eiprmj.v10i1y23.41>
- Şardag, S., Kanik, M., & Özdemir, Ö. (2010). The effect of vacuum steaming processes on physical and dyeability properties of polyamide 6 yarns. *Textile Research Journal*, 80(15), 1531-1539. <https://doi.org/10.1177/0040517510363191>
- Wang, L., Li, Y., & He, W. (2017). The energy footprint of china's textile industry: perspectives from decoupling and decomposition analysis. *Energies*, 10(10), 1461. <https://doi.org/10.3390/en10101461>
- Wang, Q., Li, A., Li, Y., Liu, J., Shen, H., & Li, G. (2019). Microtension control for a yarn *winding* system with an imc pid controller. *Mechanics & Industry*, 20(6), 609. <https://doi.org/10.1051/meca/2019042>
- Xu, W., Xia, Z., Wang, X., Chen, J., Cui, W., Ye, W., ... & Wang, X. (2010). Embeddable and locatable spinning. *Textile Research Journal*, 81(3), 223-229. <https://doi.org/10.1177/0040517510380780>