

Optimasi Tinggi Kamran untuk Mengurangi *Shuttle Jamming* pada Mesin Tenun *Shuttle* tipe GA615075

Fatimah Nurul Azizah^{1*}, Andrian Wijayono²

^{1,2} Prodi Teknik Pembuatan Kain Tenun, Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil Surakarta,
Jawa Tengah, Indonesia
fatimahnurulazizah37@gmail.com^{1*}, andrianw@kemenperin.go.id²

ABSTRAK

Shuttle Jamming atau teropong nabrak merupakan salah satu cacat dominan pada proses pertenunan dengan mesin *shuttle* di PT Sekar Lima Pratama. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi tinggi kamran terhadap frekuensi terjadinya cacat tersebut, sekaligus mengevaluasi dampaknya terhadap jumlah putus lusi. Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimen dengan tiga variasi tinggi kamran, yaitu 9 cm, 10 cm, dan 11 cm pada mesin *shuttle* RRC tipe GA615075. Observasi dilakukan selama tiga shift produksi (A, B, dan C) untuk setiap variasi tinggi kamran. Hasil menunjukkan bahwa pengaturan tinggi kamran 10 cm menghasilkan jumlah cacat teropong nabrak paling sedikit, yaitu 10 kejadian, dengan tingkat putus lusi yang relatif lebih tinggi dibandingkan variasi 9 cm namun masih dalam batas yang dapat diterima. Kondisi ini menciptakan pembukaan mulut lusi yang lebih stabil sehingga pergerakan shuttle menjadi optimal. Penelitian ini merekomendasikan tinggi kamran 10 cm sebagai standar operasional yang seimbang untuk meminimalkan teropong nabrak sekaligus menjaga kestabilan benang lusi dalam proses produksi.

Kata Kunci: cacat pertenunan, mesin tenun *shuttle*, putus lusi, teropong nabrak, tinggi kamran.

ABSTRACT

Shuttle jamming is one of the dominant defects in the weaving process using shuttle looms at PT Sekar Lima Pratama. This study aims to analyze the effect of heald frame height variations on the frequency of shuttle jamming, while also evaluating its impact on warp breakages. The research employed an experimental approach with three variations of heald frame height, namely 9 cm, 10 cm, and 11 cm, on an RRC GA615075 shuttle loom. Observations were conducted during three production shifts (A, B, and C) for each height variation. The results showed that the 10 cm heald frame height produced the lowest number of shuttle jamming defects, with only 10 occurrences, although warp breakages were relatively higher compared to the 9 cm setting but still within acceptable limits. This condition created a more stable shed opening, allowing optimal shuttle movement. The study recommends 10 cm as the balanced operational standard to minimize shuttle jamming while maintaining warp stability in the weaving process.

Keywords: broken end, shuttle loom, headle height, shuttle jamming, weaving defects.

1. Pendahuluan

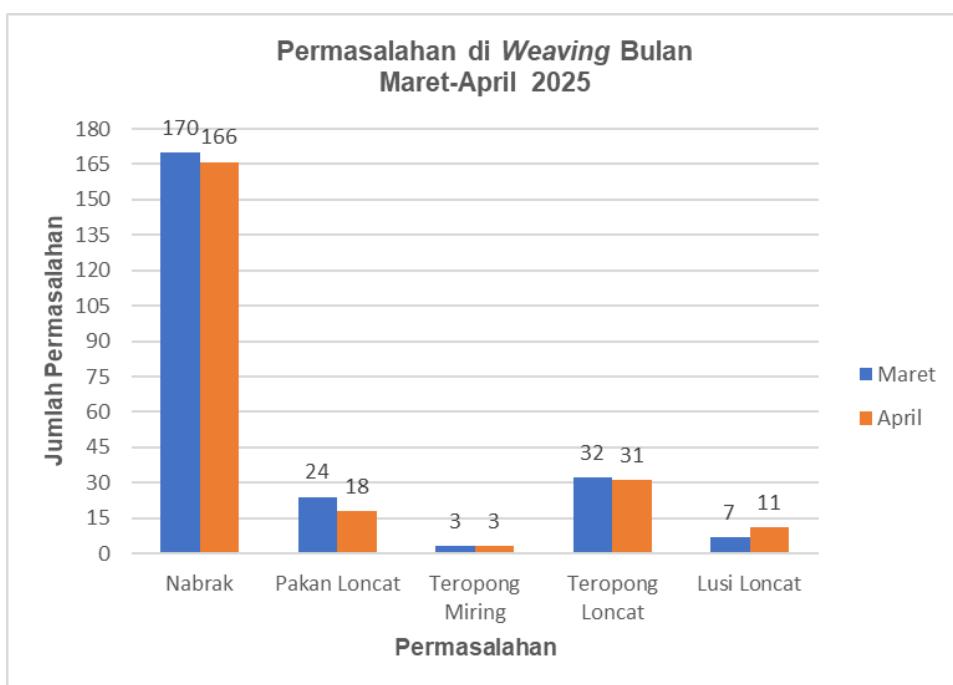
Industri tekstil di Indonesia mengalami perkembangan yang dinamis dengan periode pertumbuhan pesat yang diikuti dengan tantangan dan penurunan kinerja. Meskipun demikian, industri tekstil masih memiliki potensi besar untuk terus berkontribusi terhadap perekonomian nasional, terutama melalui peningkatan produktivitas dan kualitas hasil produksi. Dalam proses produksi kain, mesin memiliki peran penting di setiap tahapannya, salah satunya pada proses pertenunan (Nazar et al., 2024).

Menurut Dahoklory et al. (2024), *weaving* atau proses tenun merupakan salah satu proses utama dalam pembuatan kain dengan cara menyilangkan benang lusi (*warp*) secara vertikal dan benang pakan (*weft*) secara horizontal. PT Sekar Lima Pratama merupakan salah satu unit bisnis tekstil yang menggunakan mesin tenun *shuttle* RRC tipe GA615075. Namun, penggunaan mesin ini tidak lepas dari berbagai tantangan teknis yang dapat mengurangi efisiensi produksi. Dari hasil pengamatan produksi bulan Maret–April 2025 (Gambar 1), ditemukan bahwa permasalahan yang paling dominan pada proses pertenunan di PT Sekar Lima Pratama adalah teropong nabrak (*shuttle jamming*). Jumlah kejadian *shuttle jamming* mencapai 170 kejadian di bulan Maret dan 166 kejadian di bulan April).

Menurut Nazar et al. (2024), teropong nabrak adalah kondisi ketika teropong berhenti di tengah mesin dan terhantam oleh sisir tenun sehingga tersangkut pada kain hasil pertenunan. Permasalahan tersebut tidak hanya menurunkan kualitas kain, tetapi juga meningkatkan *downtime*, memperbesar kerugian akibat limbah kain, serta menambah biaya produksi.

Salah satu faktor teknis yang diduga kuat berpengaruh terhadap tingginya kasus teropong nabrak adalah pengaturan tinggi kamran. Kamran berfungsi untuk membentuk mulut lusi (*shed*) agar *shuttle* dapat bergerak dengan lancar. Menurut Ahmed et al. (2017), tinggi kamran merupakan parameter penting yang memengaruhi tegangan benang lusi. Tinggi Kamran akan mempengaruhi besarnya lajur yang tersedia untuk *shuttle* melintas. Apabila ketinggian kamran tidak cukup besar untuk dilewati oleh *shuttle*, maka ada kemungkinan *shuttle* mengenai bidang benang lusi dan menyangkut di tengah mulut lusi. Hal tersebut menjadi pertimbangan bahwa ketinggian kamran tidak boleh terlalu rendah karena meningkatkan kemungkinan teropong menjadi tersangkut di mulut lusi. Ketika posisi kamran terlalu tinggi, maka tegangan yang diderita oleh benang lusi menjadi semakin tinggi. Dalam konteks besarnya tegangan yang diderita oleh benang lusi, ketinggian kamran yang paling ideal adalah ketinggian kamran yang nilainya paling rendah.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi tinggi kamran terhadap frekuensi terjadinya teropong nabrak pada mesin shuttle RRC tipe GA615075. Variasi yang diuji adalah 9 cm, 10 cm, dan 11 cm. Hasil penelitian diharapkan dapat menemukan pengaturan tinggi kamran yang paling optimal sehingga permasalahan teropong nabrak (*shuttle jamming*) dapat diminimalkan.



Gambar 1. Permasalahan di *weaving* PT Sekar Lima Pratama bulan Maret-April 2025

Selain teropong nabrak, kendala lain yang berpotensi muncul akibat variasi tinggi kamran adalah meningkatnya jumlah putus lusi. Menurut Ahmed et al. (2017), semakin tinggi posisi kamran, semakin besar pula tegangan yang dialami benang lusi karena sudut pembukaan mulut benang lusi yang semakin curam. Tegangan yang berlebih dapat memperbesar risiko benang lusi putus selama proses pertenunan. Dengan demikian, pengaturan tinggi kamran tidak hanya berdampak terhadap kelancaran pergerakan *shuttle*, tetapi juga terhadap kestabilan benang lusi. Pertimbangan ini penting agar optimasi tinggi kamran menghasilkan kondisi yang seimbang, yakni mampu menurunkan kejadian teropong nabrak tanpa meningkatkan frekuensi putus lusi secara signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tinggi kamran optimal yang dapat menurunkan kejadian teropong nabrak dengan tetap menjaga jumlah putus benang lusi pada tingkat minimum, sehingga dapat berkontribusi pada peningkatan efisiensi produksi.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dirancang untuk menganalisis pengaruh variasi tinggi kamran terhadap jumlah kejadian teropong nabrak (*shuttle jamming*) pada mesin tenun *shuttle* tipe RRC GA615075 di PT Sekar Lima Pratama.

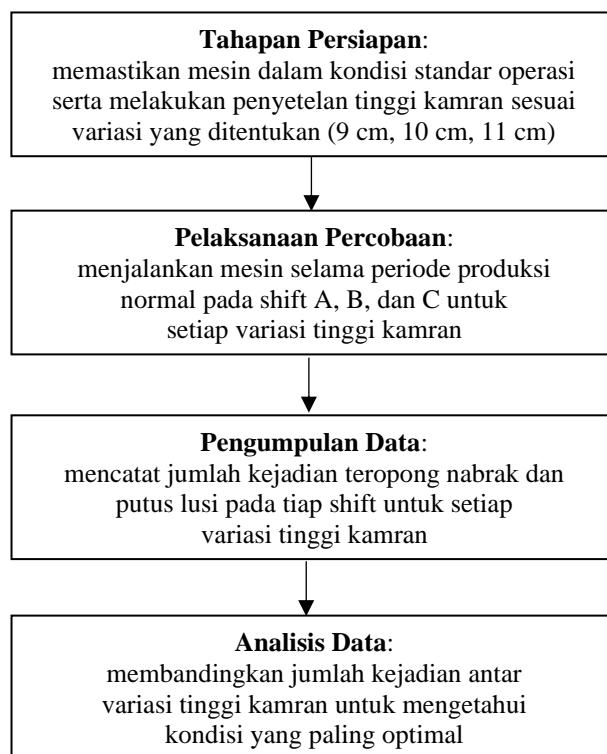
Mesin tenun yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin shuttle nomor 188 di divisi *weaving*. Variasi tinggi kamran yang diuji terdiri dari 9 cm, 10 cm, dan 11 cm.

Percobaan dilakukan dengan menggunakan metode rancangan blok berdasarkan shift produksi, yaitu Shift A, Shift B, dan Shift C. Tabel 1 memperlihatkan rancangan variasi ketinggian kamran yang dilakukan pada penelitian ini. Pengamatan dilakukan selama 3 shift (1 shift = 8 jam kerja) untuk memperoleh data jumlah kejadian teropong nabrak untuk setiap kombinasi tinggi kamran dan shift produksi.

Tabel 1. Rancangan variasi ketinggian kamran yang dilakukan pada penelitian ini

Variasi Tinggi Kamran	Frekuensi Percobaan
9 cm	Dilakukan untuk 3x periode shift
10 cm	(Shift A, Shift B dan Shift C)
11 cm	

Kecepatan mesin tenun yang digunakan adalah sebesar 160 *pick*/menit untuk semua variasi tinggi kamran dan semua shift. Nomor sisir yang digunakan adalah 70 lubang/inci. Spesifikasi kain yang diproduksi pada percobaan ini adalah konstruksi TR30 74×60 anyaman polos (*plain*) dengan lebar kain sebesar 140 cm. Benang lusi dan benang pakan yang digunakan adalah berbahan TR30 (Polyester 65%/Rayon 35% Ne1 30). Dimensi *shuttle* dijaga konstan dan digunakan secara seragam pada seluruh blok percobaan sehingga tidak menjadi variabel pengganggu. Setelan *picking force*, tekanan *brake*, *take-up/let-off*, tipe *shuttle & pirn*, panjang pengisian *pirn*, pelumas, dan setelan *temple* dibuat sama juga untuk setiap kondisi percobaan. Gambar 2 menunjukkan diagram alir percobaan yang dilakukan pada penelitian ini. Gambar 3 menunjukkan tahapan pengukuran variasi tinggi kamran 9 cm, 10 cm dan 11 cm yang dilakukan pada penelitian ini.



Gambar 2. Diagram alir percobaan yang dilakukan pada penelitian ini

Dengan rancangan metode ini, penelitian diharapkan dapat memberikan bukti empiris mengenai pengaruh variasi tinggi kamran terhadap frekuensi terjadinya cacat teropong nabrak (*shuttle jamming*), serta memberikan rekomendasi pengaturan yang lebih efektif pada mesin tenun *shuttle*.



Gambar 3. Penyetelan tinggi kamran di mesin tenun *shuttle* RRC GA615075 di PT Sekar Lima Pratama;
 (a) tinggi kamran 9 cm, (b) tinggi kamran 10 cm, dan (c) tinggi kamran 11 cm

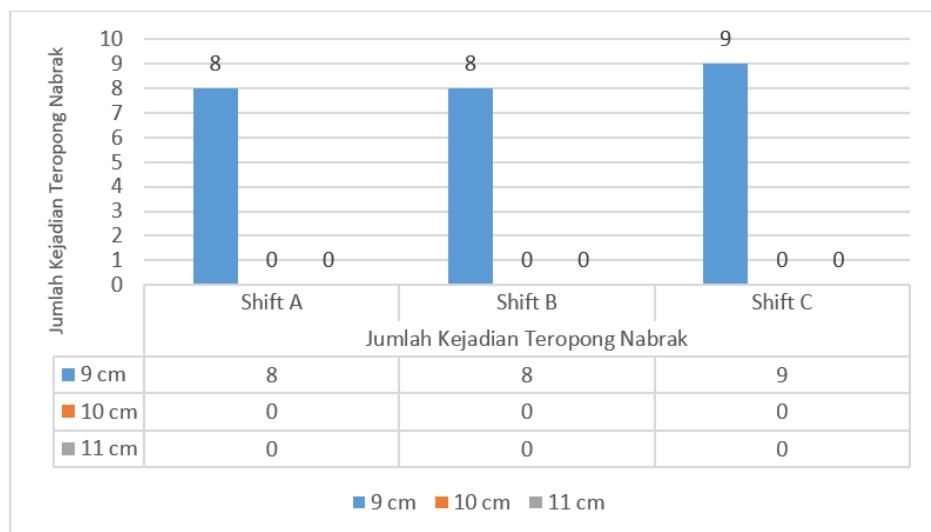
Selain mencatat jumlah teropong nabrak (*shuttle jamming*), penelitian ini juga mengamati jumlah putus lusi sebagai variabel tambahan. Hal ini dilakukan untuk memberikan pertimbangan teknis bahwa semakin tinggi kamran, tegangan benang lusi akan meningkat sehingga berpotensi memperbesar jumlah putus lusi. Dengan demikian, hasil analisis dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kondisi optimal tinggi kamran.

Data dianalisis secara deskriptif melalui tabulasi dan penyajian grafik untuk menunjukkan kecenderungan perubahan jumlah teropong nabrak dan putus lusi pada setiap variasi tinggi kamran. Hasil analisis digunakan sebagai dasar dalam menentukan pengaturan tinggi kamran yang paling sesuai guna meminimalkan permasalahan teropong nabrak tanpa menimbulkan peningkatan putus lusi yang berlebihan.

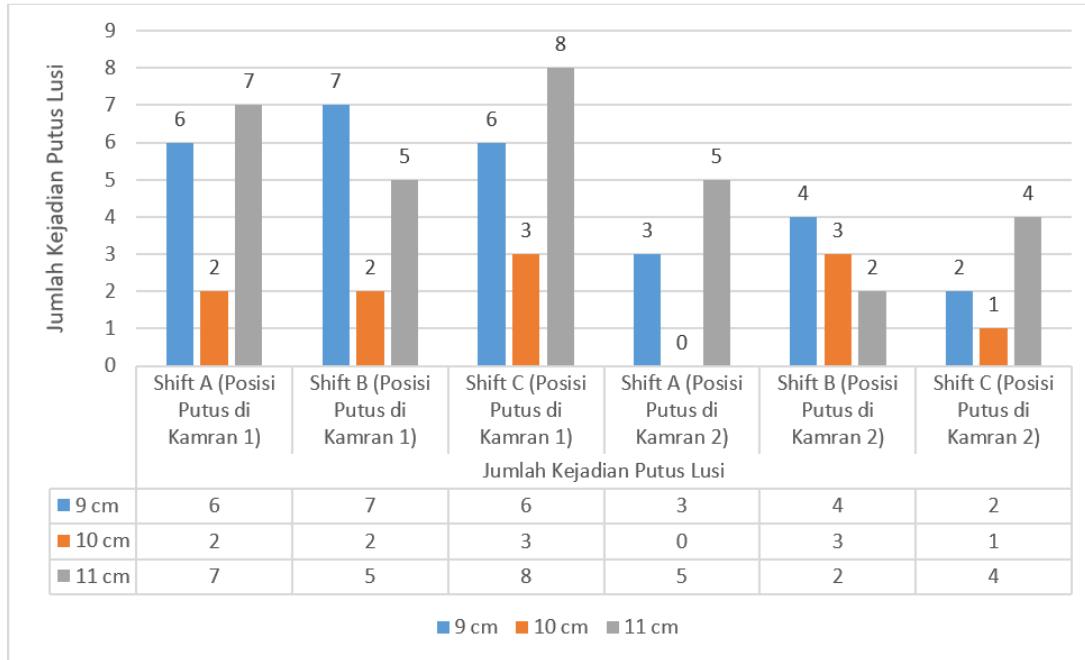
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

Penelitian ini menguji pengaruh variasi tinggi kamran terhadap kejadian teropong nabrak dan jumlah putus lusi pada mesin tenun *shuttle* tipe GA6150. Tiga variasi tinggi kamran yang digunakan adalah 9 cm, 10 cm, dan 11 cm, dengan pengamatan dilakukan selama tiga shift produksi (A, B, dan C). Data pengamatan jumlah kejadian teropong nabrak dan total putus lusi pada setiap variasi tinggi Kamran (selama periode pengamatan tiga shift) terlihat pada Tabel 2. Untuk jumlah jumlah kejadian teropong nabrak dan total putus lusi pada setiap shift untuk setiap variasi Tinggi Kamran masing-masing dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4. Selain itu, pada Gambar 4 dan Gambar 5 juga diperlihatkan grafik jumlah kejadian teropong nabrak dan putus lusi pada setiap shift saat periode pengamatan percobaan berlangsung.



Gambar 4. Jumlah kejadian teropong nabrak pada tinggi kamran 9 cm, 10 cm, dan 11 cm untuk setiap shift



Gambar 5. Jumlah kejadian putus lusi pada tinggi kamran 9 cm, 10 cm, dan 11 cm untuk setiap shift

Tabel 2. Jumlah kejadian teropong nabrak dan putus lusi pada variasi tinggi kamran

Tinggi Kamran	Total Teropong Nabrak (selama tiga shift)	Total Putus Lusi Kamran 1 (selama tiga shift)	Total Putus Lusi Kamran 2 (selama tiga shift)
9 cm	25	19	9
10 cm	0	7	4
11 cm	0	20	11

Tabel 3. Jumlah kejadian teropong nabrak pada setiap shift untuk setiap variasi tinggi kamran

Tinggi Kamran	Jumlah Kejadian Teropong Nabrak			
	Shift A	Shift B	Shift C	Total Keseluruhan
9 cm	8	8	9	25
10 cm	0	0	0	0
11 cm	0	0	0	0

Tabel 4. Jumlah kejadian putus lusi pada setiap shift untuk setiap variasi tinggi kamran

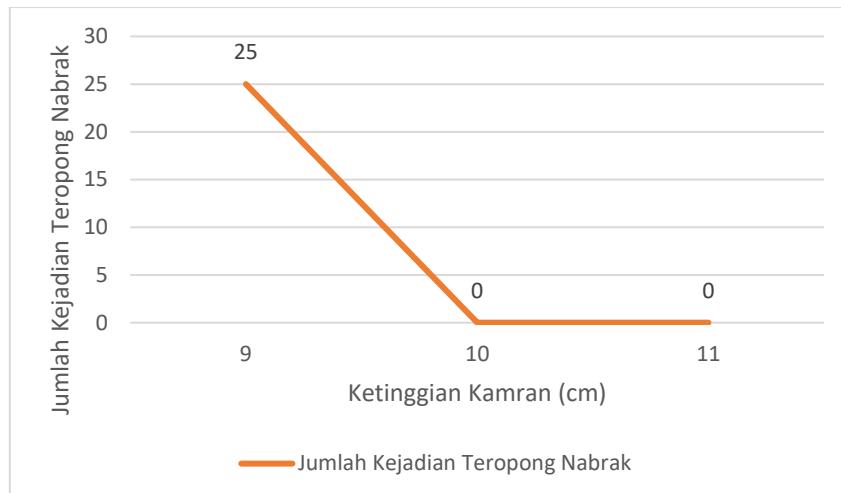
Tinggi Kamran	Posisi	Jumlah Kejadian Putus Lusi			
		Shift A	Shift B	Shift C	Total Keseluruhan
9 cm	Kamran 1	6	7	6	19
10 cm		2	2	3	7
11 cm		7	5	8	20
9 cm	Kamran 2	3	4	2	9
10 cm		0	3	1	4
11 cm		5	2	4	11

3.2. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi kamran, semakin kecil kemungkinan terjadinya teropong nabrak. Pada ketinggian 9 cm, jalur mulut lusi relatif lebih sempit dan sudut pembukaan benang lusi relatif lebih kecil. Hal ini menyebabkan shuttle berpotensi menyentuh atau menabrak bidang benang lusi. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada ketinggian kamran 9 cm menghasilkan jumlah kejadian teropong nabrak untuk shift A sebanyak 8 kali, untuk shift B sebanyak 8 kali, dan untuk C sebanyak 9 kali.

Sebaliknya, pada pengaturan tinggi kamran sebesar 10 cm dan 11 cm, jalur mulut lusi relatif lebih lebar dan sudut pembukaan benang lebih relatif lebih besar. Kondisi ini mempermudah shuttle melintas dengan stabil tanpa gangguan. Fakta ini mendukung teori Adanur (2001) yang menyebutkan bahwa semakin besar sudut

pembukaan mulut lusi, semakin kecil kemungkinan *shuttle* terganggu oleh benang lusi. Gambar 6 menunjukkan grafik hubungan grafik hubungan tinggi kamran dengan jumlah teropong nabrak.



Gambar 6. Hubungan tinggi kamran dengan jumlah teropong nabrak

Beberapa literatur juga sudah membahas mengenai pengaruh tinggi kamran terhadap berbagai aspek cacat dan kemungkinan efeknya pada proses pertenunan. Dalam beberapa artikel disebutkan bahwa tinggi kamran berpengaruh pada *shed geometry* (Ahmed et al., 2020; Dawson, 2000; Ghosh et al., 2015; Kovačević et al., 2020). Misalnya, penelitian oleh Ahmed et al. menyoroti bagaimana variasi sudut pembukaan mulut lusi (*shed*) berpengaruh pada starting mark kain tenun akibat perubahan jarak antar-pakan saat mesin berhenti dan berjalan kembali. Dawson (2000) menambahkan bahwa keterbatasan geometri *shed* juga memengaruhi lintasan *shuttle* dan elemen pemandu, yang jika tidak selaras dapat menimbulkan gangguan pada proses penyisipan pakan.

Selain itu, Ghosh et al. (2015) mengembangkan model teoretis mengenai perkembangan tegangan lusi selama proses *shedding*. Peneliti menunjukkan bahwa tegangan benang bervariasi secara signifikan pada tiap zona lintasan *shed*, dan tegangan puncak dapat mencapai dua kali lipat di beberapa posisi *heald*. Hal ini mendukung temuan penelitian ini, bahwa pengaturan kamran yang terlalu tinggi (11 cm) menyebabkan tegangan lusi meningkat drastis sehingga risiko putus lusi bertambah.

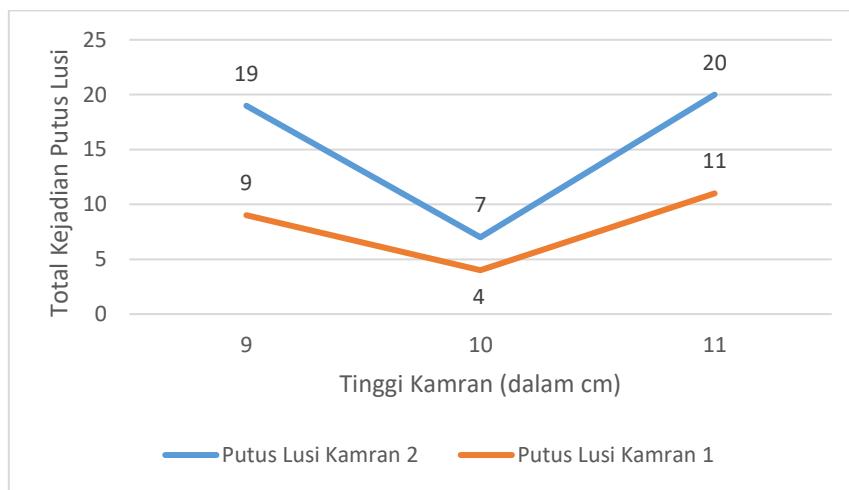
Kovačević et al. (2020) juga menggarisbawahi pentingnya karakteristik benang dan kondisi *shed* terhadap prediksi jumlah putus lusi. Dengan pendekatan diagram distribusi gaya tarik dan gaya dinamis pada *shed*, terdapat korelasi kuat antara area interseksi kedua kurva dengan jumlah putus lusi aktual. Ini selaras dengan hasil penelitian di PT Sekar Lima Pratama, di mana semakin tinggi kamran, semakin besar gaya tarik tambahan sehingga jumlah putus lusi meningkat.

Meskipun pengaturan kamran 10 cm dan 11 cm sama-sama efektif menghilangkan kejadian teropong nabrak, jumlah putus lusi meningkat signifikan pada ketinggian yang lebih tinggi. Peningkatan ini disebabkan oleh bertambahnya sudut pembukaan benang lusi, sehingga tegangan benang meningkat.

Pada pengaturan 11 cm, jumlah putus lusi mencapai 54 helai, tertinggi di antara variasi lain. Hal ini sejalan dengan temuan Ahmed et al. (2017) bahwa peningkatan sudut pembukaan benang lusi akibat posisi kamran yang lebih tinggi memperbesar tegangan tarik, sehingga risiko putus lusi meningkat. Dukungan teori juga datang dari penelitian Ghosh et al. (2015) yang menegaskan bahwa geometri *shed* menentukan distribusi tegangan dinamis lusi di berbagai zona, dan pada titik-titik ekstrem tegangan yang berlebihan dapat memicu putusnya benang. Beberapa penelitian sudah secara ekstensif dilakukan dan menyimpulkan bahwa tegangan benang dapat menyebabkan peningkatan putus benang pada proses produksi tekstil (Nurazizah et al., 2025; Murti et al., 2017; Putra et al., 2019; Rusman et al., 2025; Wijayono et al., 2017; Wijayono et al., 2025).

Penelitian Huang (2017) modifikasi pergerakan *whip roll* yang terbukti mampu menurunkan fluktuasi tegangan lusi dan memperbaiki kestabilan tenunan. Hal ini menunjukkan bahwa selain tinggi kamran, faktor mekanisme pendukung *shedding* juga sangat berpengaruh terhadap tingkat kerusakan benang.

Hal serupa juga ditemukan bahwa ketinggian kamran secara langsung berpengaruh pada jumlah putus lusi pada Gambar 7. Ketinggian kamran 11 cm memiliki putus lusi relatif paling tinggi pada kamran 1 maupun kamran 2, yang kemungkinan disebabkan oleh tegangan lusi yang sangat tinggi. Untuk ketinggian kamran 9 cm juga memiliki jumlah kejadian putus lusi yang relatif lebih besar daripada tinggi kamran 10 cm. Hal ini mungkin disebabkan oleh bidang lusi yang tergesek dan bersinggungan dengan teropong yang meluncur. Tinggi lusi yang paling optimum dalam meminimalisir jumlah kejadian lusi putus adalah tinggi kamran 10 cm, yang diasumsikan keadaan lusi tidak menderita tegangan yang terlalu besar namun juga tidak tergesek oleh teropong yang meluncur.



Gambar 7. Hubungan tinggi kamran dengan jumlah putus lusi

Dengan mempertimbangkan kedua aspek, yaitu frekuensi teropong nabrak dan jumlah putus lusi, dapat disimpulkan bahwa pengaturan tinggi kamran 10 cm merupakan kondisi optimal. Pada ketinggian ini, kejadian teropong nabrak berhasil dieliminasi tanpa meningkatkan jumlah putus lusi secara berlebihan. Sebaliknya, meskipun 11 cm juga menghilangkan teropong nabrak, jumlah putus lusi yang jauh lebih tinggi dapat mengganggu kelancaran produksi dan menambah beban kerja operator.

Temuan ini mendukung gagasan *trade-off* yang dijelaskan oleh Decrette & Drean (2016), bahwa desain *shedding* harus mempertimbangkan keseimbangan antara keterbukaan mulut lusi (*shed*) untuk memudahkan penyisipan pakan dan tegangan benang lusi untuk menjaga ketahanan. Penyesuaian tinggi *shed* yang berlebihan dapat menguntungkan dari sisi stabilitas *shuttle*, namun merugikan dari sisi kekuatan benang.

Hasil penelitian ini memiliki implikasi praktis bagi operasional mesin tenun shuttle di PT Sekar Lima Pratama. Pertama, pengaturan kamran pada posisi 10 cm dapat direkomendasikan sebagai standar setelan untuk mengurangi cacat teropong nabrak sekaligus menjaga efisiensi produksi. Kedua, peningkatan tinggi kamran lebih dari 10 cm sebaiknya dihindari karena meskipun dapat mengurangi teropong nabrak, karena justru memperbesar risiko putus lusi yang berimbang pada *downtime* mesin dan produktivitas.

Penelitian oleh Nasan & Stylios (2017) menegaskan bahwa tinggi *shed* dan posisi *back rest* juga berpengaruh terhadap cacat geometris lain seperti *fabric skewness*. Hal ini memperlihatkan bahwa pengaturan *shedding* tidak hanya berimplikasi pada tegangan lusi dan kestabilan *shuttle*, tetapi juga pada kualitas dimensi kain yang dihasilkan. Oleh karena itu, penerapan pengaturan kamran 10 cm di PT Sekar Lima Pratama dapat dipandang sebagai kompromi terbaik untuk menjaga keseimbangan antara kualitas kain dan kontinuitas produksi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan terhadap tiga variasi tinggi kamran (9 cm, 10 cm dan 11 cm) disetiap shift (A, B, dan C), dapat disimpulkan bahwa pengaturan tinggi kamran pada mesin *shuttle* RRC type GA615075 memiliki pengaruh yang signifikan terhadap jumlah cacat produksi berupa pakan loncat dan teropong nabrak. Pengaturan tinggi kamran pada posisi 9 cm menyebabkan bukaan benang lusi terlalu sempit sehingga ruang lintasan *shuttle* terbatas, mengakibatkan benang pakan sulit masuk dengan stabil dan memicu terjadinya pakan loncat sebanyak 25 kali serta teropong nabrak sebanyak 4 kali selama periode pengamatan. Sementara itu,

pengaturan tinggi kamran 11 cm menghasilkan bukaan benang lusi lebih lebar, sehingga teropong nabrak dapat diminimalkan, namun ketegangan benang lusi menjadi kurang stabil dan waktu peluncuran *shuttle* tidak sesuai dengan posisi bukaan benang lusi, sehingga masih terjadi pakan loncat sebanyak 16 kali. Berdasarkan hasil pengamatan, pengaturan tinggi kamran 10 cm terbukti sebagai posisi paling optimal karena bukaan benang lusi berada pada kondisi ideal, *shuttle* dapat melintas dengan stabil, ketegangan benang lusi terjaga dengan baik, serta tidak ditemukan cacat pakan loncat maupun teropong nabrak pada seluruh shift selama masa percobaan. Dengan demikian, pengaturan tinggi kamran 10 cm dapat dijadikan sebagai acuan Standar Operasional Prosedur (SOP) pada mesin *shuttle* di PT Sekar Lima Pratama untuk meminimalkan cacat produksi, menjaga stabilitas proses produksi, meningkatkan efisiensi mesin, serta mempertahankan kualitas kain *greige* yang dihasilkan perusahaan.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Sekar Lima Pratama dan Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil Surakarta atas dukungan dan bimbingannya selama pelaksanaan penelitian ini.

6. Daftar Pustaka

- Adanur,S. (2001).*Handbook Of Weaving*. Boca Raton, Florida, USA:CRC Press.
- Ahmed, S., Alimuzzaman, S., & Monjurul Haque, A. K. M. (2020). Effect of shed geometry on starting mark of woven fabric. *SN Applied Sciences*, 2(4), 602.
- Ahmed, T., Sarker, J., & Ashique, S. (2017). Loom settings and fabric structure: Two major influencing factors of warp tension variation. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences*, 29(1), 68-79.
- Amanuel, L. (2021). Woven fabric defect control methods in shuttle loom. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 16, 15589250211014181.
- Çelik, Ö., & Eren, R. (2014). Mathematical analysis of warp elongation in weaving machines with positive backrest system. *Textile and Apparel*, 24(1), 56-65.
- Dawson, R. M. (2000). Geometric Constraints Due to Filling Insertion Element Guides Inside the Front Shed. *Textile research journal*, 70(3), 217-223.
- Dahoklory, M., Suatkab, S. G., Alyona, C., Salamoni, T. D., & Parera, J. A. (2024). Aplikasi, e-Commerce, Tenun, Ten Implementasi Aplikasi “Tenwiri” Berbasis E-Commerce Sebagai Upaya Peningkatan Promosi Umkm Pengarajin Tenun Desa Tawiri. *Jurnal Simetrik*, 14(1), 843-848.
- Decrette, M., & Drean, J. Y. (2022). *Shedding principles and mechanisms*. In *Advanced Weaving Technology* (pp. 115-166). Cham: Springer International Publishing.
- Ghosh, S., Chary, P., & Roy, S. (2015). Development of warp yarn tension during shedding: A theoretical approach. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series E*, 96(2), 107-124.
- Gu, H. (1984). Reduction of warp tension fluctuation and beat-up strip width in weaving. *Textile Research Journal*, 54(3), 143-148.
- Kovačević, S., Schwarz, I., & Brnada, S. (2022). Study of predicting the number of warp thread breaks during the weaving process. *Textile research journal*, 92(23-24), 4954-4968.
- Murti, W., Wijayono, A., Putra, V. G. V., & Wardiningsih, W. (2017). Pemodelan dan validasi nilai sudut antihan benang secara teori dan pengolahan citra digital. In *Prosiding 2nd Indonesian Textile Conference*.
- Nasan, A., & Stylios, G. K. (2014). The effect of weaving machine setting on fabric skewness. *The Journal of the Textile Institute*, 105(11), 1135-1145.
- Nazar, Y., Helvianto, A. W., Maulana, J. D., Wijayono, A., & Nurazizah, V. (2024). Analisis Permasalahan Teropong Menabrak Pada Mesin Shuttle GA615D Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis. *Jurnal Tekstil: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Bidang Tekstil dan Manajemen Industri*, 7(1), 11-18.
- Nurazizah, V., Wijayono, A., Rusman, F. F., Ikhsani, N., Pradifta, R. A., & Murti, W. (2025). Pengaruh Jumlah Twist per meter (TPM) dan Rangkapan Benang terhadap Kinerja Mekanis Benang Gintir. *Metode: Jurnal Teknik Industri*, 11(1), 171-180.

- Putra, V. G. V., Wijayono, A., Martina, T., & Rosyidan, C. (2019). Suatu Studi Pemodelan Viskoelastik Material Benang Viz 100% Wool 36 Tex Menggunakan Pendekatan Fisika. *Wahana Fisika*, 4(1), 27-34.
- Rusman, F. F., Ikhsani, N., Wijayono, A., Nurazizah, V., Pradifta, R. A., & Murti, W. (2025). Analisis Pengaruh Jumlah Rangkapan dan Pemberian Twist terhadap Sifat Mekanis Benang Kapas Murni: Analisis Menggunakan Anova. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 5(2), 889-900.
- Wijayono, A., Murti, W., Putra, V. G. V., & Rohmah, S. (2017). Pemodelan dan validasi nilai konstanta diameter benang secara teori dan pengolahan citra digital. In *Prosiding 2nd Indonesian Textile Conference*.
- Wijayono, A., & Abdillah, F. (2025). Pengaruh Penggunaan Pin Spacer Pada Pemintalan Compact Ring Spinning Terhadap Kualitas Benang Cotton Ne 30. *Jurnal Tekstil: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Bidang Tekstil dan Manajemen Industri*, 8(1), 29-34.