

Reduksi Limbah Pinggiran Kain Jenis Benang Polyester DTY pada Mesin Ravier

Wawan Ardi Subakdo¹, Hendri Pujianto², Pauli Cristy Pakpahan³,

Email: wawan@ak-tekstilsolo.ac.id, hendrip@ak-tekstilsolo.ac.id

Pauli.cp@ak-tekstilsolo.ac.id,

ABSTRAK

Proses tenun dapat dilakukan oleh beberapa jenis mesin salah satunya adalah Mesin tenun Ravier. Mesin tenun Ravier merupakan mesin tenun yang penyisipan benangnya menggunakan sebilah batang tipis yang rigid ataupun fleksibel yang digerakkan secara positif yang disebut dengan ravier. PT Unggulrejo Wasono adalah perusahaan yang bergerak di bidang industri tekstil dengan hasil akhir adalah kain grey. Penelitian berfokus pada mesin berjenis Sulzer R 6500 pada Divisi Weaving II Ravier. Berdasarkan pengamatan, terjadi kekurangan benang pakan jenis polyester DTY setiap kali menjalankan order. Padahal telah dilakukan perhitungan kebutuhan sebelum order berjalan. Berdasarkan analisis yang dilakukan, terdapat beberapa faktor penyebabnya yaitu jarak slide RHS dengan sisir lebih dari 6 mm, kayu opener *gripper* RHS aus, sisa sisir sebelah kanan lebih dari 3 cm, tensioner benang pakan kendur, cones benang cacat, serat benang putus. Solusi dari beberapa faktor tersebut diantaranya adalah dari faktor mesin dengan melakukan *resetting* pada *slide gripper* RHS, pemotongan sisa sisir dan penggantian part kayu *opener* yang aus. Dari faktor manusia adalah dengan membuat pengait benang pakan agar tidak ditarik selebar kain saat terjadi putus pakan, menempatkan benang sesuai *lay out* agar tidak terbentur dan kotor. Dari faktor metode adalah dengan penyediaan *checklist* panjang limbah pinggiran kain dan melakukan evaluasi terhadap hasil penimbangan limbah pinggiran kain. Setelah dilakukan perbaikan, prosentase jumlah limbah pinggiran kain berkurang 2,51% dan jumlah kasus penyebab besarnya jumlah limbah pinggiran kain berkurang 10 kasus.

Kata kunci: Pertenunan, Mesin Ravier, Limbah, Fishbone Diagram

ABSTRACT

The weaving process can be processed by several types of machines, one of which is the ravier loom machine. The ravier loom machine is a weaving machine where the yarn is inserted using a rigid or flexible thin stiff rod that's moved positively which is called as a ravier. PT Unggulrejo Wasono is a company in the textile industry by end result is gray fabric. The research focused on the Sulzer R 6500 type machine in the Weaving Division II Ravier. Based on observations, there was a shortage of DTY polyester weft yarn every time executed an order. Even though has been calculated before the order runs. After performing some analysis, there are several factors that cause it, the distance between the RHS slide and the comb > 6 mm, the opener wood of the RHS gripper is worn, the rest of the right comb > 3 cm, weft tensioner slack, defective yarn cones, broken yarn fibers. The solution to solve some of these factors are the machine factor by resetting the slide gripper RHS, cutting fritter combs and replacing worn opener wood parts. From the human factor by making the weft hook so that it isn't stretched as wide as the fabric when a weft break occurs, placing the thread according to the layout so as not to bump and get dirty. The method factor by provisioning checklist of a fabric waste length and evaluating the results of weighing fabric waste. After performing repair, the percentage of the fabric fringe waste is decreased by 2.51% and total of cases causing the large amount of fabric fringe waste decreased by 10 cases.

Keywords: Weaving, Ravier Loom Machine, Waste, Fishbone Diagram

I. Pendahuluan

Pembuatan kain tenun dilakukan dengan beberapa jenis proses dan mesin. Salah satunya adalah proses tenun dengan Mesin Ravier. Mesin tenun Ravier merupakan mesin tenun yang tidak menggunakan teropong, berarti tidak menggunakan palet pada saat penyisipan benang tetapi menggunakan sebilah batang tipis fleksibel ataupun kaku yang digerakkan secara positif yang disebut dengan ravier [2]. Ravier digunakan untuk memasukkan benang pakan ke mulut lusi, kepala ravier mengambil benang pakan dan membawanya melalui mulut lusi. Setelah mencapai tujuan, ravier kembali kosong untuk mengambil benang pakan berikutnya, yang selesai satu siklus dengan gerakan bolak-balik [1].

PT Unggulrejo Wasono adalah suatu perusahaan yang bergerak di bidang industri tekstil dengan hasil akhir adalah kain grey yang menggunakan baku benang pakan DTY 300 CSY (polyester) sebagai salah satu bahan bakunya. Perhitungan kebutuhan benang dihitung sebelum order berjalan untuk melakukan produksi. Salah satu masalah yang terjadi pada proses produksi di unit Weaving II Ravier adalah terjadinya kekurangan benang pakan pada jenis kode kain dengan benang pakan polyester DTY setiap kali menjalankan order akibat jumlah aktual limbah pakan pinggiran kain melebihi batas toleransi limbah pakan.

Permasalahan yang sering terjadi disebabkan oleh jarak *slide* RHS dengan sisir lebih dari 6 mm, kayu *opener gripper* RHS aus, sisa sisir sebelah kanan > 3 cm, tensioner benang pakan kendor, cones benang cacat dan benang rusak (serat putus). Penyebab tersebut mengganggu proses produksi, sehingga dalam proses produksi perusahaan dapat meminimasi waste atau kendala-kendala yang mengganggu proses produksi agar proses produksi dapat berjalan lancar [5]. Usaha yang seharusnya dilakukan oleh perusahaan yaitu menghilangkan waste dengan tujuan meningkatkan produktivitas produksi dan perbaikan secara berkelanjutan [4].

Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan adalah dengan analisis diagram fishbone. Analisis *Fishbone* (atau Ishikawa) adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan dilakukan suatu analisis lebih terperinci dalam menemukan penyebab-penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian, dan kesenjangan yang ada [3]. Langkah-langkah yang harus dilakukan adalah pengumpulan data, menggambarkan bagan faktor penyebab, identifikasi akar masalah dan rekomendasi dan implementasi. Berdasarkan latar belakang tersebut maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi limbah benang pakan pinggiran kain yang terjadi pada proses pertenunan di Mesin Ravier dan bagaimana cara penanganannya.

II. Metode Penelitian

Objek penelitian ini adalah Mesin tenun Ravier berjenis Sulzer R 6500 pada Divisi Weaving II Ravier yang dimiliki oleh PT Unggulrejo Wasono yang merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri tekstil dengan hasil akhir adalah kain grey sebagai lokasi pengambilan data. Mesin tenun Ravier merupakan salah satu mesin tenun yang digunakan dalam proses pertenunan. Mekanisme mesin tenun ini cukup sederhana yaitu benang pakan yang akan disisipkan datang dari suatu gulungan yang tetap dan ditempatkan pada *creel* di luar mesin yang biasa disebut dengan *supply package*. Penelitian dilakukan selama 4 hari pada mesin ada 5 mesin berjenis Sulzer G 6500 yang sedang memproduksi kain dengan konstruksi yang menggunakan benang pakan DTY 300 CSY (polyester). Tahapan penelitian yang dilakukan adalah dengan analisis diagram *fishbone* dengan langkah pengumpulan data aktual jumlah penggunaan benang pakan dan jumlah limbah pinggiran kain DTY 300 CSY (polyester) pada jenis kode kain yang diproduksi pada Divisi Weaving II Ravier yang limbah pakannya melebihi toleransi, menentukan penyebab dan jumlah kasus dari permasalahan yang terkait dengan jumlah limbah pinggiran kain yang melebihi toleransi menggunakan diagram *fishbone*, melakukan perbaikan dan penyelesaian masalah, serta melakukan pengamatan kembali terhadap penurunan jumlah kasus dan limbah setelah dilakukan perbaikan.

III. Hasil dan Pembahasan

Terdapat 3 jenis kode kain dengan masing-masing konstruksi kain yang diproduksi pada Divisi Weaving II Ravier yang menggunakan benang pakan DTY 300 CSY (polyester). Penggunaan jenis benang pakan DTY 300 CSY (polyester) dari kode-kode kain tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis benang pakan DTY 300 CSY (polyester) pada kode kain

Kode Kain	Konstruksi	Jenis Benang Pakan
KM OXF 31	133 X 48 X 62"/ PE 30 X DTY 300 CSY	DTY 300 CSY
JSS 5852	58 X 52 X 68"/ OE 7 X DTY 300 CSY	DTY 300 CSY
KM OXF 32	127 X 46 X 62"/PE 30 X DTY 300 CSY	DTY 300 CSY

Tabel 1 menjelaskan bahwa kode kain yang menggunakan material benang pakan berjenis Polyester DTY 300 CSY adalah kode kain KM OXF 31, JSS 5852, KM OXF 32. Selanjutnya adalah tahap mengamati jumlah penggunaan benang pakan dari setiap kode kain dengan konstruksi dengan jenis benang pakan DTY 300 CSY yang limbah pakannya melebihi toleransi. Grafik perbandingan toleransi dengan aktual pemakaian benang pakan dan jumlah limbah pinggiran kain (kg) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik toleransi, aktual pemakaian benang pakan dan jumlah limbah pinggiran kain (kg)

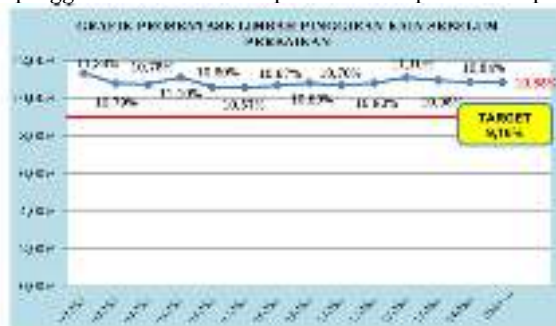
Gambar 1 menjelaskan bahwa jumlah aktual limbah pakan yang dihasilkan dan jumlah aktual pemakaian benang pakan melebihi batas toleransi limbah pakan dan toleransi pemakaian benang pakan yang ditentukan perusahaan. Kode kain yang melebihi batas toleransi yang telah ditentukan adalah KM OXF 31 dan KM OXF 32.

Tahap selanjutnya adalah menentukan penyebab dan jumlah kasus dari permasalahan yang terkait dengan jumlah limbah pinggiran kain yang melebihi toleransi. Pengamatan dilakukan selama 4 hari pada 5 mesin berjenis Sulzer G 6500 dengan nomor mesin D4, E4, F4, G3, G4. Penyebab dan jumlah kasus yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penyebab dan jumlah kasus

NO	PERMASALAHAN	NO MESIN					TOTAL KASUS
		D4	E4	F4	G3	G4	
1.	Jarak slide RHS - sisir > 6 mm	V	V	V		V	4 kasus
2.	Kayu opener gripper RHS aus			V		V	2 kasus
3.	Sisa sisir sebelah kanan > 3 cm		V		V		2 kasus
4.	Tensioner benang pakan kendur		V	V	V	V	4 kasus
5.	Cones benang cacat				V		1 kasus
6.	Benang rusak (serat putus)					V	1 kasus
TOTAL		1	3	3	3	4	14 kasus

Tabel 2 menjelaskan bahwa yang menjadi penyebab timbulnya kasus limbah pakan yang dihasilkan dan jumlah aktual pemakaian benang pakan melebihi batas toleransi yaitu Jarak Slide RHS dengan sisir lebih dari 6 mm, kayu *opener gripper* RHS aus, sisa sisir sebelah kanan > 3 cm, *tensioner* benang pakan kendur, *cones* benang cacat dan benang rusak (serat putus). Total kasus yang terjadi selama pengamatan adalah 14 kasus. Hasil pengamatan, menjelaskan bahwa faktor mesin yaitu jarak antara *slide* RHS dengan sisir serta *tensioner* benang pakan yang tidak stabil menjadi faktor tertinggi penyebab terjadinya limbah pinggiran kain di luar toleransi. Prosentase limbah pinggiran kain sebelum perbaikan dapat dilihat pada Gambar 2.

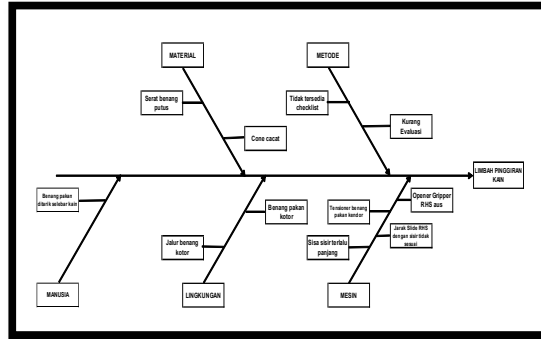


Gambar 2. Grafik Prosentase limbah pinggiran kain sebelum

Gambar 2 menjelaskan bahwa sebelum dilakukan perbaikan, prosentase limbah pinggiran kain melebihi target yaitu dengan rata-ratanya adalah 10,85%.

Diagram *Fishbone* digunakan untuk mengidentifikasi penyebab dari tingginya jumlah kasus yang terjadi. Analisis lebih lanjut menggunakan diagram tulang ikan atau diagram *fishbone* digunakan untuk

mengelompokkan penyebab terjadinya limbah pinggiran kain melebihi toleransi dengan mendata secara keseluruhan kemungkinan-kemungkinan penyebab dari beberapa faktor. Diagram *fishbone* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram *fishbone*

Berdasarkan diagram *fishbone* diatas, kemungkinan penyebab tingginya jumlah kasus limbah pakan yang dihasilkan dan jumlah aktual pemakaian benang pakan DTY 300 CSY melebihi batas toleransi dipengaruhi oleh beberapa faktor, sebagai berikut:

1. Faktor Mesin

a. Kayu *opener gripper* RHS aus

Kayu *opener gripper* RHS adalah sebuah kayu yang dipasang di atas *slide Gripper* RHS yang memiliki fungsi untuk membuka benang pakan yang terjepit oleh gripper RHS saat terjadi peluncuran benang pakan. Jika kayu *opener gripper* mengalami keausan, maka pembukaan penjepit benang pakan tidak berfungsi secara optimal. Hal ini berakibat pada tidak bisa disettingnya panjang limbah pakan atau bisa terjadi perubahan panjang limbah pakan setiap kali terjadi peluncuran benang pakan. Kayu *Opener* RHS aus terjadi pada mesin Sulzer G 6500 Nomor F4 dan G4 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Slide gripper Rhs aus

b. Jarak antara *slide* RHS dengan sisir tidak standart.

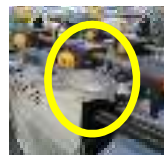
Berdasarkan Instruksi Kerja Setting Lebar Sisir Mesin Sulzer G 6500 jarak antara *Slide* RHS dengan sisir standartnya adalah maksimal 6mm. Jarak antara *Slide* RHS dan sisir berpengaruh terhadap panjang peluncuran benang pakan. Semakin panjang jaraknya, semakin banyak pula benang pakan yang dibutuhkan dalam setiap kali peluncuran benang. Jarak antara *slide* RHS dengan sisir tidak standart terjadi pada mesin D4, E4, G4 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Jarak sisir dengan slide gripper rhs

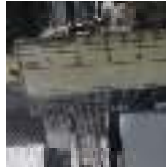
c. Tensioner benang pakan kendor

Tensioner benang adalah sebuah part yang dipasang di depan *accumulator/prewinder* yang berfungsi sebagai pengatur tegangan benang pakan. Settingan pada *tensioner* berpengaruh terhadap ketegangan benang pakan. Jika tension peluncuran benang tidak sesuai, maka bisa berefek kepada benang pakan meluncur terlalu panjang atau kurang panjang. *Tensioner* yang tidak sesuai dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tensioner benang pakan

- d. Sisa sisir sebelah kiri dan kanan terlalu Panjang
Sisa sisir difungsikan untuk pemasangan benang leno *selvedge*. Jika sisa sisir yang dipasang terlalu panjang, maka benang pakan yang dibutuhkan setiap kali peluncuran juga akan lebih banyak. Sisa sisir lebih dari 3 cm terjadi pada mesin E4 dan G3. Sisa sisir dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Sisa sisir terlalu Panjang

2. Faktor Metode
 - a. Sistem evaluasi kurang tepat
Penimbangan limbah pinggiran kain dilakukan oleh Divisi Pendukung (Divisi Utility) sehingga pelaporannya tidak secepat jika dilakukan oleh internal Divisi Weaving II Ravier. Hal ini berakibat pada terlambatnya evaluasi secara global untuk jumlah limbah pinggiran kain oleh Divisi Weaving II Ravier.
 - b. Tidak tersedianya checklist pengecekan panjang waste selvedge.
Checklist ini berfungsi untuk mempermudah evaluasi panjang *waste selvedge* pada setiap mesin. Dengan diberikan *checklist*, maka Maintenance akan melakukan resetting terkait dengan panjang *waste selvedge* sesuai dengan standart atau toleransi yang diberikan.
3. Faktor Manusia
 - a. Saat terjadi putus pakan, benang pakan ditarik selebar kain dari satu sisi ke sisi yang lain. Setiap kali putus pakan, operator memastikan bahwa dalam selebar kain tidak terjadi benang pakan sisa yang tertinggal. Oleh karenanya, supaya gerakan operator efektif, operator menarik benang pakan sepanjang kain. Tetapi dalam pengendalian material, hal ini tentu menjadi salah satu kegiatan pemborosan benang pakan.
4. Faktor Material
 - a. *Cone* rusak
Cone/cheese yang rusak bisa berakibat kepada tidak optimalnya pemakaian benang pakan. Jika terjadi rusak, maka hal yang paling umum dilakukan adalah benang tidak dipakai.
 - b. Serat Benang Putus
Benang berjenis *Drawn Texture Yarn* yang memiliki tekstur keriting, biasanya banyak digunakan di mesin air jet karena mudah dibawa oleh semburan angin, sehingga pemakaian angin lebih hemat dibandingkan dengan benang yang tidak bertekstur. Tetapi jika digunakan pada jenis mesin Ravier, dimana benang dibawa oleh *gripper* yang menjepit benang pakan, maka resiko terjadinya kerusakan benang akan terjadi. Selain itu, jika benang mengalami gesekan dengan jalur pakan yang lain misal *accumulator*, *tensioner* secara terus-menerus, resiko terjadinya kerusakan benang juga akan terjadi. Serat benang putus dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Jalur Benang Pakan Kotor

5. Faktor Lingkungan
 - a. Benang pakan dan Jalur benang pakan kotor
Benang pakan dan Jalur benang pakan yang kotor bisa berakibat kepada terganggunya tegangan dari benang pakan. Jika tegangan benang berubah, maka akan berakibat kepada panjang *waste selvedge*. *Waste selvedge* dapat dilihat pada Gambar 9.



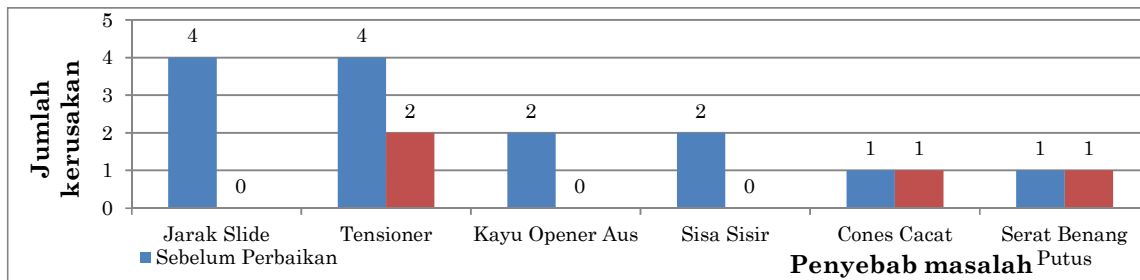
Gambar 9. Jalur Benang Pakan Kotor

Analisis menggunakan diagram *fishbone* diatas dilakukan untuk mengambil langkah perbaikan. Perbaikan dilakukan untuk menurunkan jumlah kasus penyebab kekurangan benang pakan jenis polyester DTY yang terjadi. Jenis perbaikan pada kode kain KM OXF 31 dan KM OXF 32 yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbaikan

No	Faktor	Masalah	Perbaikan
1	Mesin	Jarak <i>slide</i> kanan dan sisir tidak standart (lebih dari 6mm) Sisa sisir kiri dan kanan terlalu panjang <i>Tensioner</i> benang pakan kendor	<ul style="list-style-type: none"> • Setting mesin dilakukan setelah sisir disiapkan oleh <i>Divisi Draw In / Reaching</i> agar pengukuran panjang sisir sesuai dengan pemakaian dan beri toleransi jarak antara sisir dan <i>slide</i> adalah 6mm (Berdasarkan <i>Instruksi Kerja Setting Lebar Sisir Mesin Sulzer G 6500 No.URW/IK/P/RPR/14.05 PT Unggulrejo Wasono, Purworejo, 2019</i>) • Jika setting mesin dilakukan sebelum proses cucuk dilakukan, maka <i>maintainance</i> memperbaikinya setelah setting beam baru pada proses naik cucuk. • Menambahkan penggunaan <i>kloker</i> pada sisi kanan sisir untukantisipasi problem kualitas (pakan kendor). (jumlah <i>kloker</i> 2 pcs untuk sisi kanan sisir). • Pemakaian panjang sisir disesuaikan dengan konstruksi kain yang akan jalan, yaitu kiri 2 cm dan kanan 2,5 cm, jika terjadi lebih, sisa sisir dipotong • Penggantian <i>tensioner</i>. • Pemilihan <i>tensioner</i> yang tepat sesuai dengan benang yang digunakan. Untuk benang DTY 300 CSY memakai <i>flex break</i> yang kerataannya lebih terjamin, untuk yang memakai <i>brush</i>, agar diganti
2	Metode	Tidak tersedia checklist pengecekan <i>waste/limbah selvedge</i> Penimbangan <i>waste/limbah</i> pakan dilakukan oleh divisi lain sehingga informasi jumlah/beratnya tidak bisa berevaluasi dengan cepat	<ul style="list-style-type: none"> • Pembuatan <i>checklist</i> panjang waste dan dilakukan pengecekan oleh mekanik setiap 1 kali dalam 1 <i>shift</i>. • Penimbangan tetap dilakukan divisi lain tetapi kertas data penimbangan ditinggal di dekat alat timbang. • SPV Mekanik Rapiier melakukan control setiap 1 kali dalam 1 hari untuk memastikan hasil dari berat limbah pakan sebagai bahan evaluasi secara global.
3	Manusia	Saat terjadi putus pakan, benang pakan ditarik selebar kain Benang kotor karena tidak terbungkus plastik	<ul style="list-style-type: none"> • Pembuatan pengait agar benang dikaitkan di sisi pinggir mesin saat terjadi putus pakan • Koordinasi dengan bagian Gudang agar 100% benang pakan yang akan disupply di mesin terplastiki. • Penempatan rak pakan disesuaikan dengan <i>line</i> yang telah dibuat agar tidak terjadi gesekan atau tersenggol <i>vacuum</i> penyedot debu. • Plastik pembungkus benang pakan dipastikan tidak terlepas dari cones agar benang tidak kotor. • SOP <i>handling</i> terhadap benang (penempatan dan <i>packing</i> terhadap benang harus dilakukan).
4	Lingkungan	Jalur benang pakan kotor	<ul style="list-style-type: none"> • Kebersihan jalur benang pakan dilakukan rutin oleh operator

Perbaikan yang telah dilakukan dapat mengurangi penyebab masalah yang terjadi. Gambar 10 berikut menggambarkan jumlah kasus sebelum dan setelah dilakukan perbaikan pada mesin yang menjadi penyebab masalah kekurangan benang pakan akibat limbah pinggiran yang jumlahnya melebihi toleransi.



Gambar 10. Jumlah kasus sebelum dan setelah dilakukan perbaikan

Gambar Grafik menggambarkan penurunan kasus penyebab terjadinya jumlah limbah pinggiran kain melebihi toleransi dari 14 kasus menjadi hanya 4 kasus. Hasil dari penurunan kasus dapat menurunkan prosentase limbah pinggiran kain sesuai dengan toleransi yang ditentukan perusahaan. Penurunan limbah pinggiran kain sebesar 2,51% dari rata-rata sebelum perbaikan 10,85% menjadi 8,34%. Grafik prosentase limbah pinggiran kain setelah perbaikan dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Prosentase limbah pinggiran kain setelah perbaikan

IV. Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa penyebab terjadi kekurangan benang pakan jenis polyester DTY setiap kali menjalankan order adalah jumlah limbah pinggiran kain melebihi toleransi. Faktor penyebab diantaranya adalah jarak *slide* RHS dengan sisir lebih dari 6 mm, kayu opener gripper RHS aus, sisa sisir sebelah kanan lebih dari 3 cm, tensioner benang pakan kendor, *cones* benang cacat, serat benang putus. Beberapa langkah perbaikan dapat dilakukan untuk menangani permasalahan faktor tersebut, apabila jumlah limbah pinggiran kain yang terjadi menurun, maka kejadian kekurangan benang pakan dapat dihindari. Perbaikan dapat menurunkan jumlah kasus penyebab besarnya jumlah limbah pinggiran kain hingga 10 kasus dan prosentase limbah pinggiran kain menurun hingga 2,51%.

V. Daftar Pustaka

- Adanur, S., *Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles*, Technomic Publishing Co, Inc, 2001.
- Bagues, T., *Mesin Tenun Ravier (Ravier Loom)*, 2019, retrieved from <http://www.ruangtekstil.com/mesin-tenun-ravier-ravier-loom-industri.html> on 09 Juli 2019.
- Gaspers, V., *Total Quality Management*, Cetakan Kedua, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2002.
- Liker, J., *The Toyota Way*. Jakarta: Erlangga, 2004.
- Maulana, et al., *Usulan Lean Manufacturing System untuk Mereduksi Waste Dan Efisiensi Biaya Produksi Di PT. ABC Divisi Slab Steel Plant 1, Jurnal Teknik Industri Vol. 4 No. 3*, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten, 2006.