



PENERAPAN METODE PDCA UNTUK MENINGKATKAN KEKUATAN SAMBUNGAN SPLICE DI MESIN WINDING SAURER SCHLAFHORST *IMPLEMENTATION OF THE PDCA METHOD TO IMPROVE SPLICE JOINT STRENGTH ON THE SAURER SCHLAFHORST WINDING MACHINE*

***Hamdan S. Bintang¹, Hendri Pujianto², Darmawan Hindardi³, Feri Ancen Pakpahan⁴, Fahad⁵, Nurul
Shadrina Bintang⁶***

E-mail:

1. hamdanintang1965@gmail.com
2. hendrip@ak-tekstilsolo.ac.id
3. darma@ak-tekstilsolo.ac.id
4. feripakpahan@gmail.com
5. fahad@ak-tekstilsolo.ac.id
6. Nurulbintang74@gmail.com

Author 1-5:

*Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil Surakarta,
Kampus Ak-Tekstil Solo, Jalan Ki Hajar Dewantara, Jebres, Kota Surakarta, 57126, Indonesia*

Author 6:

*Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan,
Jalan Menteng 7, Medan*

ABSTRAK

Mesin winding berfungsi untuk menggulung benang dari cops menjadi cones dan menjaga kualitas produk benang berupa ketidakrataan. Benang yang mengalami penyimpangan ketidakrataannya akan dibaca sensor dan dipotong oleh cutter kemudian disambung kembali pada splicer. Akan tetapi masih ditemukan banyak spindle yang memiliki kekuatan (strength) sambungan splice dibawah standar sebesar 80%. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dibahas mengenai penurunan kekuatan sambungan splice pada benang Ne 30 di mesin winding dengan pendekatan metode PDCA (plan, do, check, act) untuk meminimalisir angka terjadinya penurunan sambungan splice. Pada tahap plan akan menggunakan fishbone diagram dan histogram guna mengetahui penyebab dan frekuensinya. Pada tahap do menggunakan metode 5W+1H untuk tindakan perbaikan dari faktor penyebab yang ditemukan. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan (check) kembali setelah dilakukan tahap do. Pada tahap act disarankan menggunakan checklist sebagai upaya mengendalikan kualitas produk agar lebih terstruktur.

Kata kunci: PDCA, strength, splice, 5W+1H, checklist

ABSTRACT

The winding machine functions to roll the yarn from cops into cones and maintain the quality of the yarn product in the form of unevenness. The yarn that has unevenness deviation will be read by the sensor and cut by the cutter then reconnected at the splicer. However, there are still many spindles that have splice joint strength below the standard of 80%. Therefore, this study will discuss the decrease in splice connection strength on Ne 30s yarn in the winding machine with the PDCA method approach (plan, do, check, act) to minimise the number of decreased splice connections. The plan stage will use fishbone diagrams and histograms to determine the cause and frequency. At the do stage, the 5W+1H method is used for corrective action from the causal factors found. Furthermore, a check is carried out again after the do stage. In the act stage, it is recommended to use a checklist as an effort to control product quality to make it more structured.

Keywords: PDCA, strength, splice, 5W+1H, checklist

1. PENDAHULUAN

Industri tekstil merupakan salah satu subsektor manufaktur yang menunjang perekonomian nasional. Industri tekstil tercatat memberikan kontribusi sekitar 3,2% terhadap total struktur industri manufaktur Indonesia [1]. Kontribusi ini menempatkan tekstil sebagai sektor strategis yang berperan dalam menjaga stabilitas pertumbuhan industri pengolahan. Industri tekstil sebagai sektor padat karya, mampu menyerap lebih dari 3,98 juta tenaga kerja atau 19,47% dari total tenaga kerja di sektor manufaktur [2]. Investasi di sektor padat karya menjadi faktor utama dalam meningkatkan serapan tenaga kerja [3], Industri yang mampu mendorong absorpsi tenaga kerja jangka panjang ini dapat memperkuat stabilitas sosial dan kesejahteraan rakyat [4]. Sektor padat karya tidak hanya membuka lapangan kerja, tetapi juga meningkatkan keterlibatan masyarakat lokal dalam kegiatan produktif serta memperkuat daya beli [5], selaras dengan peran industri tekstil sebagai sektor prioritas dalam Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) 2025-2045.

Dalam rantai produksi tekstil, pembuatan benang atau proses pemintalan benang (*spinning*) merupakan tahap fundamental dalam menghasilkan produk tekstil (kain dan pakaian jadi) berkualitas [6]. Kualitas benang yang dihasilkan dari proses pemintalan dapat menimbulkan permasalahan yang mempengaruhi kualitas produk tekstil akhir [7]. Pemintalan dapat diartikan sebagai proses pembuatan benang dari bahan baku serat baik itu *cotton*, *polyester*, *rayon* maupun serat lainnya dengan menggunakan mesin-mesin pemintalan. Salah satu mesin dari rangkaian proses pemintalan adalah mesin *winding* yang berfungsi untuk menggulung benang dari *cops ring spinning* menjadi gulungan *cones* sebelum akhirnya di *packing* untuk dijual kepada *buyer* [8]. Selain itu, mesin *winding* juga berfungsi untuk melakukan proses *quality improvement* dengan menghilangkan bagian yang cacat, seperti ketidakrataan benang (*unevenness*), bulu bersih (*hairiness*) serta sambungan yang tidak sempurna [9], dengan bantuan sistem *electronic yarn clearer* dan *air splicer* yang secara otomatis memotong benang cacat dan menyambungkannya kembali dengan tekanan udara. Benang dengan tingkat ketidakrataan tinggi dapat menyebabkan berbagai masalah pada proses pertununan (pembuatan

kain tenun) dan perajutan (pembuatan kain rajut), seperti munculnya *barré* pada kain, ketidakrataan permukaan, perbedaan shade warna saat proses *dyeing*, serta meningkatnya risiko pembentukan *thick–thin places* yang mengganggu stabilitas struktur kain [10]. Selain ketidakrataan benang, parameter kualitas yang penting untuk terpenuhi yaitu kekuatan tarik benang (*yarn tensile strength*). Benang dengan kekuatan rendah cenderung lebih sering mengalami putus benang (*end breakage*) pada proses pertununan atau perajutan, yang berimplikasi pada menurunnya efisiensi mesin, meningkatnya *downtime*, serta bertambahnya beban kerja operator [11]. Sehingga selain menjamin kualitas ketidakrataan, proses penyambungan kembali di mesin *winding* harus memenuhi kualitas sambungan benang (*splice*). Sambungan *splice* yang kuat dan seragam akan mencegah putusnya benang saat proses penununan atau penggulungan berikutnya, sedangkan sambungan yang lemah dapat menyebabkan penurunan produktivitas hingga 10–15% akibat seringnya benang putus [12]. Mesin *winding* sering disebut sebagai “*the final gate of yarn quality*” karena pada tahap inilah benang mengalami inspeksi terakhir sebelum diproses lebih lanjut (proses pembuatan kain di industri pertununan atau perajutan) [13]. Oleh karena itu, performa mesin *winding* sangat menentukan kualitas benang, khususnya pada parameter kekuatan sambungan *splice*, yang berpengaruh langsung terhadap performa benang pada proses selanjutnya.

Kajian permasalahan di mesin *winding* sudah beberapa kali dibahas, namun studi secara spesifik mengenai sambungan *splice* masih terbatas. Sebagian besar penelitian tentang *splice* berfokus pada pengujian laboratorium untuk menentukan parameter *splicing* yang optimal serta membandingkan performa berbagai metode *splicing* secara eksperimental. Studi-studi komparatif dan eksperimen ini meliputi perbandingan *air-splicing*, *wet-splicing*, dan *mechanical/twin splicing* [14], analisis pengaruh variasi parameter *retwisting/air pressure* dan durasi terhadap RSS [15][16], serta investigasi sistematis terhadap profil *nozzle*, *splice length*, dan waktu *retwisting* terhadap kekuatan dan penampilan *splice* [17]. Selain itu, kajian *review* merangkum bahwa penelitian terbaru memang cenderung menitikberatkan upaya mencapai kualitas *splice* optimal melalui eksperimen dan desain percobaan.

Literatur yang secara rinci menginvestigasi permasalahan lemahnya sambungan *splice* dalam kondisi operasional pabrik relatif sedikit. Terdapat beberapa penelitian yang menjadi rujukan dengan lingkup sama, kajian nyata pada kondisi operasional pabrik. Studi dari Pujianto [18] misalnya, mengidentifikasi penyebab terjadinya benang yang rapuh dan tipis, yang menurutnya merupakan kesalahan dalam melakukan penyetelan pada splicer di mesin winding. Sehingga, fokus penelitiannya yaitu untuk mencari rasio optimal splicer yang berpengaruh terhadap ketebalan benang yang menjadi masalah di lingkup operasional pabrik PT DDT 2. Penelitian Khairunnisa [19] juga didasarkan pada studi kasus kondisi nyata di pabrik, pada waktu itu mengalami kendala penurunan tingkat kekuatan sambungan *splice*, yang kemudian melakukan identifikasi penyebab masalah tersebut.

Secara konseptual, kekuatan sambungan *splice* dipengaruhi oleh interaksi beberapa faktor utama, yaitu kondisi mekanis splicer, parameter splicing, karakteristik benang, keseragaman penyetelan mesin, serta faktor operasional. Literatur menunjukkan bahwa kondisi kebersihan dan keausan komponen splicer seperti nozzle, cutter, leaf spring, dan strap sangat mempengaruhi kualitas aliran udara dan proses interlocking serat, yang pada akhirnya menentukan kekuatan dan tampilan *splice* [9][20]. Selain itu, tekanan udara, durasi retwisting, dan panjang *splice* merupakan parameter kritis yang secara langsung mempengaruhi nilai retained *splice* strength [14][15][16]. Variasi karakteristik benang serta ketidakkonsistenan penyetelan antar spindle juga dilaporkan berkontribusi terhadap ketidakstabilan kualitas *splice* pada kondisi operasional pabrik [18].

Penelitian yang dikaji pada artikel ini diangkat dari permasalahan nyata, dimana hasil pemeriksaan rutin *quality control* proses winding pada salah satu pabrik pemintalan menunjukkan adanya penurunan kekuatan sambungan *splice*. Dari total 120 spindle yang diuji pada mesin winding nomor 8 dan 9, ditemukan 17 spindle (14,16%) dengan kekuatan sambungan di bawah standar minimal 80% dari kekuatan benang aslinya. Fenomena ini menunjukkan adanya masalah pengendalian mutu pada unit winding yang perlu dianalisis secara lebih sistematis. Dalam konteks pengendalian mutu industri manufaktur, berbagai teknik seperti *check sheet*, *control chart*, *Histogram*, dan *fishbone diagram* banyak digunakan

untuk memetakan sumber penyimpangan proses secara terstruktur. Beragam studi menunjukkan bahwa kombinasi alat-alat ini efektif dalam mengidentifikasi faktor penyebab cacat atau variasi proses pada berbagai sektor industri [20]. Namun, penggunaan alat identifikasi tersebut hanya bersifat diagnostik yang tidak disertai tindak lanjut, sehingga tidak menjamin terjadinya perbaikan yang berkelanjutan [21].

Plan-Do-Check-Act (PDCA) merupakan salah satu metodologi yang banyak direkomendasikan karena sifatnya yang iteratif, mudah diterapkan, dan terbukti efektif dalam meningkatkan kapabilitas proses di lingkungan industri [22]. PDCA telah diterapkan luas dan terbukti efektif pada berbagai sektor seperti mengurangi *scrap* di industri otomotif [23], memperbaiki kualitas layanan, kinerja proses serta system manajemen pada domain kesehatan [22], memperbaiki kualitas produk pada proses pembuatan *sustainable packaging* [24], meningkatkan produktifitas di industri tekstil pakaian jadi atau garmen [25] serta mengurangi *defect* pada industri manufaktur elektronik [26]. Dengan dasar tersebut, penelitian ini diarahkan untuk menjawab bagaimana penerapan siklus *Plan-Do-Check-Act (PDCA)* yang dikombinasikan dengan alat pengendalian mutu dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyebab dan memperbaiki permasalahan penurunan kekuatan sambungan *splice* pada mesin winding dalam kondisi operasional pabrik. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi faktor penyebab lemahnya sambungan *splice* serta mengevaluasi efektivitas penerapan metode PDCA dalam menurunkan proporsi spindle dengan kekuatan sambungan di bawah standar dan meningkatkan stabilitas kualitas proses winding.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian terapan (*applied research*) dengan pendekatan studi kasus (*case study*) yang dilaksanakan pada unit winding di salah satu pabrik pemintalan benang. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi penyebab penurunan kekuatan sambungan *splice* dan menyusun tindakan perbaikan menggunakan kerangka *Plan-Do-Check-Act (PDCA)* yang dikombinasikan dengan alat pengendalian kualitas. PDCA dipilih karena merupakan kerangka perbaikan yang

bersifat iteratif, mudah diimplementasikan, dan efektif dalam meningkatkan stabilitas proses produksi (Taylor, 2013).

Penelitian dilakukan pada mesin winding nomor 8 dan 9, masing-masing terdiri dari 60 spindle (total 120 spindle). Jenis benang yang diteliti adalah benang rayon Ne 30s, hasil proses ring spinning dengan pengujian dilakukan selama periode 27 Mei – 3 Juni 2025. Setiap spindle diuji masing – masing sebanyak 3 replikasi untuk *parent yarn* dan *spliced yarn*, Hasil kemudian dihitung sebagai nilai rata-rata per spindle. Pengujian dan pengukuran kekuatan tarik *parent yarn* dan *splice* dilakukan menggunakan *Splice Scanner 3 Portable Strength Tester*, dengan protokol pengujian merujuk pada ISO 2062:2010 Textiles: Yarns - Tensile properties. Standar kekuatan minimal dari sambungan *splicer* adalah 80% dari kekuatan benang asli. Setelah melakukan pengujian kekuatan sambungan *splicer*, Persentase kekuatan sambungan *splicer* terhadap kekuatan benang asli dihitung dengan rumus pada pers. 1.

$$\text{Persen Rasio (\%)} = \frac{\text{Rata-rata kekuatan splice}}{\text{Rata-rata kekuatan benang}} \times 100 \quad (1)$$

Siklus Plan–Do–Check–Act (PDCA) yang dioperasionalkan pada tahap Plan dimulai dengan identifikasi masalah dan pengukuran Persen Rasio kekuatan sambungan *splice* terhadap kekuatan benang awal, Analisis awal menggunakan *fishbone* untuk mengidentifikasi faktor potensial dan *Histogram* untuk menggambarkan sebaran tingkat keparahan masalah dan menentukan fokus perbaikan. Tindakan korektif pada tahap Do, diimplementasikan berdasarkan distribusi faktor masalah pada *Histogram* dengan pendekatan 5W+1H untuk memastikan perbaikan yang diusulkan pada tahap Plan dapat dieksekusi secara konsisten. Tahap Check meliputi pengukuran ulang persentase rasio kekuatan sambungan *splicer* dengan protokol identik dan analisis statistik untuk memverifikasi efektivitas tindakan perbaikan. Data sebelum dan sesudah perbaikan dianalisis menggunakan uji dua proporsi (*two-proportion z-test*) untuk mengevaluasi signifikansi perubahan jumlah spindle dengan kekuatan sambungan *splice* di bawah standar. Tahap Act berisi standarisasi tindakan penetapan KPI, dan rencana monitoring berkala untuk menjamin sustainabilitas perbaikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi masalah pada tahap Plan dilakukan dengan menganalisis hasil pengujian kekuatan benang dan kekuatan sambungan *splice* benang Ne 30s Rayon pada mesin *winding* nomor 8 dan 9. Rasio persen merupakan persentase kekuatan sambungan *splice* terhadap kekuatan benang asli.

Tabel. 1. Hasil pengujian *splice* mesin *winding* nomor 8

No	Avg Kekuatan Sambungan <i>Splice</i> (gr)	Avg Kekuatan Benang (gr)	Persen Rasio (%)
1	226	265	85,3
2	232	268	86,6
3	214	264	81,1
4	211	259	81,5
5	246	293	84,0
6	201	263	76,4
7	206	238	86,6
8	217	269	80,7
9	194	238	81,5
10	186	230	81,5
11	183	229	80,9
12	211	251	84,1
13	190	233	81,5
14	193	241	80,1
15	147	212	69,3
16	202	253	80,2
17	190	231	82,3
18	192	244	82,0
19	203	251	80,9
20	212	249	85,1
21	203	249	81,5
22	223	266	83,8
23	216	261	82,8
24	188	240	83,8
25	211	258	81,8
26	199	240	82,9
27	212	263	80,6
28	210	257	81,7
29	213	264	80,7
30	212	252	84,1
31	218	268	81,3
32	228	278	82,0
33	220	271	81,2
34	224	276	81,2
35	200	271	73,8
36	202	266	75,9
37	237	291	81,4
38	245	296	82,8

39	217	266	81,6
40	210	259	81,1
41	236	285	82,8
42	217	264	82,3
43	205	249	82,2
44	217	268	81,0
45	185	221	83,7
46	210	259	81,1
47	165	231	71,4
48	182	250	72,7
49	214	255	84,3
50	164	225	72,8
51	225	268	84,0
52	214	262	81,7
53	227	273	83,2
54	211	245	86,1
55	213	253	84,2
56	202	248	81,5
57	240	292	82,2
58	222	276	80,4
59	199	281	70,8
60	170	237	71,7

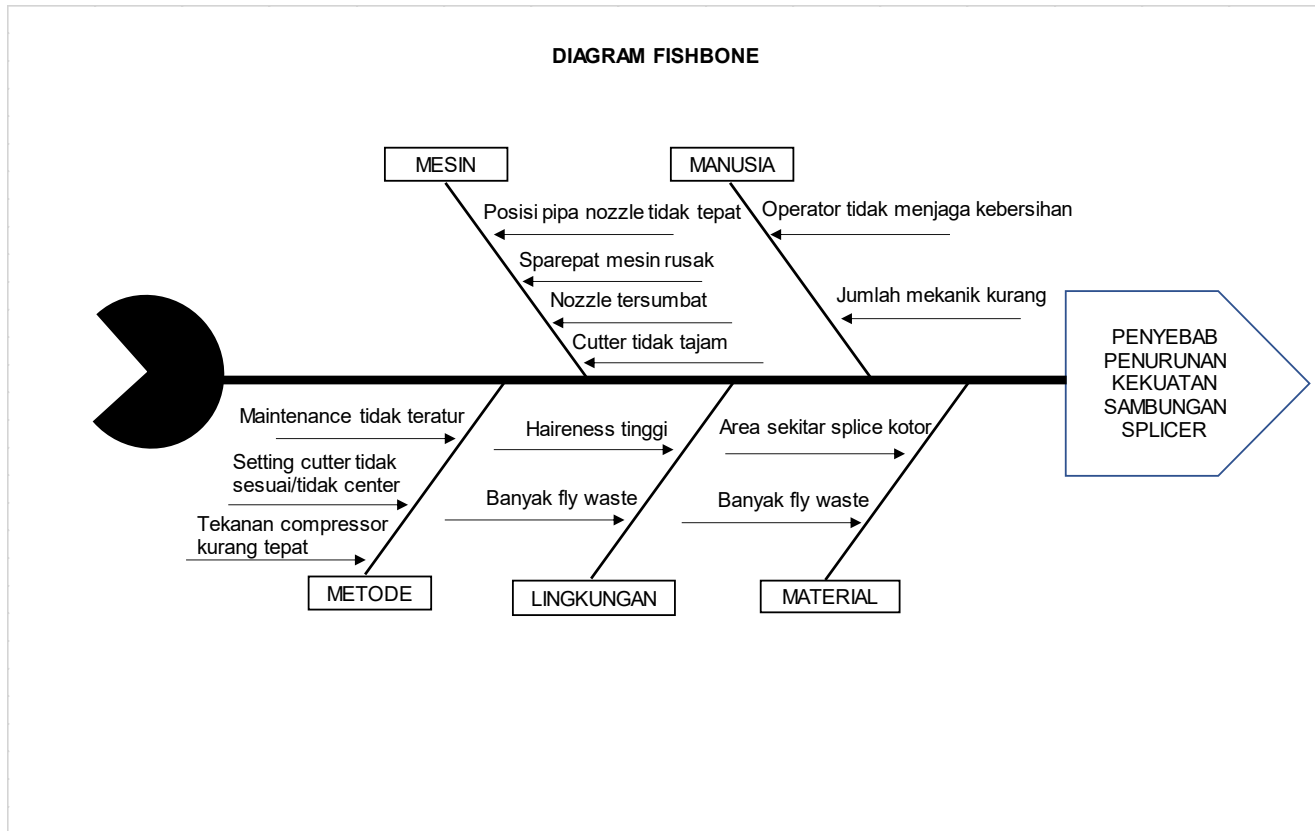
26	219	263	83,3
27	214	260	82,3
28	216	266	81,2
29	216	267	80,9
30	221	274	80,7
31	211	258	81,8
32	176	234	75,2
33	186	223	83,4
34	228	278	82,0
35	200	246	81,3
36	217	268	81,0
37	229	279	82,1
38	219	270	81,1
39	201	242	83,1
40	219	267	82,0
41	225	275	81,8
42	215	267	80,5
43	190	251	75,7
44	197	245	80,4
45	208	254	81,9
46	214	266	80,3
47	229	282	81,2
48	220	273	80,6
49	218	270	80,7
50	221	258	85,7
51	225	277	81,2
52	218	270	80,7
53	186	266	69,9
54	212	260	81,5
55	203	253	80,2
56	223	274	81,4
57	213	264	80,7
58	221	273	81,0
59	226	277	81,6
60	170	237	71,7

Tabel. 2. Hasil pengujian *splice winding* nomor 9

No	Avg kekuatan sambungan <i>splice</i> (gr)	Avg kekuatan benang (gr)	Persen Rasio (%)
1	204	254	80,3
2	229	283	80,9
3	228	270	84,4
4	215	251	85,8
5	216	269	80,3
6	180	236	76,3
7	227	275	82,4
8	204	250	81,6
9	207	257	80,5
10	210	261	80,6
11	232	283	82,1
12	218	269	81,0
13	198	270	73,3
14	205	255	80,4
15	208	258	80,6
16	215	261	82,4
17	213	263	81,1
18	236	288	81,9
19	232	279	83,2
20	222	273	81,3
21	193	265	72,8
22	210	286	73,4
23	212	262	80,9
24	228	277	82,3
25	221	274	80,7

Dari tabel 1 dan 2 dapat dilihat bahwa pada pengujian kekuatan sambungan *splice* benang Ne 30s *rayon* di mesin *winding* nomor 8 dan nomor 9 ditemukan sebanyak 17 *spindel* (14,67%) dari total 120 *spindle*, mengalami penurunan kekuatan sambungan *splice* dibawah 80%.

Kekuatan benang yang turun dilihat dari nilai rasio persentase kekuatan sambungan *splice* tersebut dianalisis lebih lanjut dengan menggunakan diagram *fishbone* untuk menginvestigasi penyebab dari masing masing faktor, dapat dilihat pada **Gambar. 1**



Gambar. 1 Fishbone diagram

Adapun dari analisis faktor penyebab penurunan kekuatan sambungan *splice* berdasarkan diagram sebab-akibat pada mesin *winding* 8 dan 9 dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Faktor Manusia

a. Jumlah mekanik kurang

Keterbatasan jumlah mekanik mengakibatkan kegiatan perawatan dan perbaikan kurang maksimal. Salah satunya adalah setting pada *splicer* tidak optimal. Hal ini dapat berdampak pada kekuatan sambungan *splicer*.

b. Operator tidak menjaga kebersihan

Kebersihan memiliki dampak yang cukup signifikan terhadap kualitas produk benang yang dihasilkan. Keadaan operator yang tidak bersih akan menyebabkan area di sekitar mesin kotor dan produk terkontaminasi oleh kotoran. Selain itu, kotoran dapat berterbangan menyebabkan *fly waste* disekitar mesin. Hal ini dapat menyebabkan compressor *splicer* tersumbat sehingga tekanan udara tidak maksimal.

2. Faktor Mesin

a. Cutter tumpul

Kondisi *cutter* pada *splicer* yang kurang tajam akan mengakibatkan kedua ujung benang tidak terpotong secara optimal sehingga panjang ekor benang terlampau Panjang. Hal ini dapat menyebabkan sambungan *splice* berekor dan tiupan compressor pada *nozzle* menjadi tidak maksimal karena kelebihan ekor benang sehingga kekuatan sambungan mengalami penurunan.

b. Nozzle tersumbat

Keadaan *nozzle* yang tersumbat dapat menyebabkan tekanan udara pada proses *untwist splicer* tidak optimal sehingga kedua ujung benang tidak mengikat dengan kuat. Hal ini akan menyebabkan kekuatan sambungannya lemah.

c. Posisi pipa *nozzle* tidak tepat

Posisi arah lubang pipa pada *nozzle* memiliki pengaruh terhadap tekanan angin compressor pada *nozzle*. Arah lubang pipa diatur berlawanan 180 derajat agar *untwist*

pada *splicer* menggunakan tekanan angin compressor dapat optimal.

d. Sparepart mesin rusak

Sparepart mesin yang mengalami kerusakan akan menyebabkan penurunan kekuatan sambungan *splicer*. Contohnya, ketika selang pada *compressor* mengalami kerusakan akan menyebabkan tekanan pada *splicer* tidak bisa maksimal sehingga kedua ujung benang tidak tersambung dengan optimal.

3. Faktor Metode

a. *Maintenance* tidak teratur

Pemeliharaan dan perbaikan mesin merupakan salah satu kegiatan yang krusial untuk menjaga performa mesin produksi. Apabila ada ketidakteraturan dalam pemeliharaan akan meningkatkan resiko mesin *winding* mengalami kerusakan komponen pada *splicer* yang mengakibatkan penurunan kekuatan sambungan *splicer*.

b. *Setting cutter* tidak sesuai/tidak *center*

Cutter pada merupakan salah satu komponen yang penting pada *splicer* di mesing *winding*. *Cutter* pada *splicer* berfungsi untuk memotong kedua ujung benang yang memiliki penyimpangan ketidakraannya. Apabila *setting cutter* tidak *center* akan menyebabkan kedua ujung benang tidak terpotong secara optimal.

c. Pengaturan *compressor* kurang tepat

Splicer menyambung kedua ujung benang menggunakan tekanan udara yang memiliki tekanan tertentu. Apabila tekanan udara tidak sesuai akan menyebabkan pada sambungan yang dihasilkan. Hal ini dapat berdampak pada kekuatan sambungan *splice*.

4. Faktor Lingkungan

Kondisi lingkungan memiliki dampak yang sangat penting dalam menghasilkan kualitas produk. Apabila kondisi sekitar mesin *winding* kotor akan menyebabkan banyak *fly waste* yang dapat menempel pada area *splicer* sehingga dapat menyebabkan berbagai masalah seperti menyumbat *nozzle* dan mengotori benang.

5. Faktor Material

Material berpengaruh terhadap kekuatan sambungan dari *splicer*. Semakin baik material, sambungan akan menjadi lebih optimal. Oleh sebab itu, diperlukan upaya dalam menjaga kualitas material dengan baik agar tidak memiliki dampak negatif dalam proses *winding*.

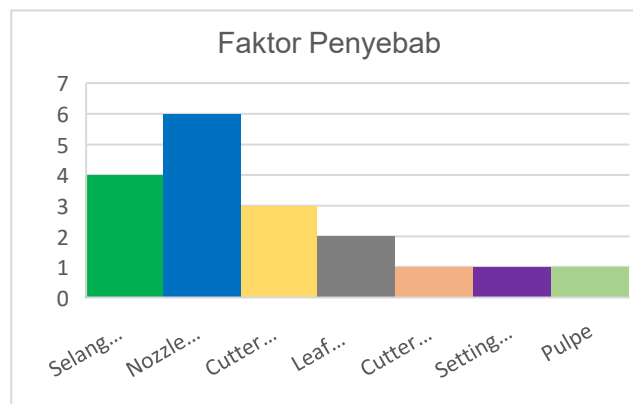
Untuk mempermudah dalam menentukan langkah upaya perbaikan selanjutnya, diperlukan identifikasi dan

mengelompokkan penyebab terjadinya penurunan kekuatan sambungan *splicer*. Faktor penyebab penurunan kekuatan sambungan *splicer* pada mesin *winding* nomor 8 dan 9 dapat dilihat pada **Tabel. 3**.

Tabel. 3. Frekuensi Penyebab

No	Faktor Penyebab	Jumlah
1	Selang compressor rusak	3 <i>spindel</i>
2	<i>Nozzle</i> tersumbat	6 <i>spindel</i>
3	<i>Cutter</i> tidak <i>center</i>	3 <i>spindel</i>
4	<i>Leaf spring & trap</i> rusak	2 <i>spindel</i>
5	<i>Cutter</i> tumpul	1 <i>spindel</i>
6	<i>Setting</i> pipa <i>nozzle</i> tidak tepat	1 <i>spindel</i>
7	<i>Pulpe</i>	1 <i>spindel</i>
Jumlah		17 <i>spindel</i>

Berdasarkan tabel diatas, berikut ini merupakan hasil pemetaan dengan tools histogram untuk mengetahui frekuensi penyebab terjadinya penurunan kekuatan sambungan *splicer*, dapat di lihat pada **Gambar. 2**.



Gambar. 2. Histogram faktor penyebab

Dari diagram histogram diatas dapat diketahui bahwa terdapat 6 faktor penyebab terjadinya penurunan kekuatan pada sambungan *splicer* pada mesin *winding* nomor 8 dan 9. Permasalahan dengan kuantitas terbanyak yang menyebabkan penurunan kekuatan pada sambungan *splicer* adalah *nozzle* tersumbat sejumlah 6 *spindel*, sedangkan permasalahan dengan jumlah paling sedikit yaitu *cutter* tumpul, *setting* pipa *nozzle*, dan *pulpe* masing-masing sejumlah 1 *spindel*.

Nozzle tersumbat sebagai penyebab dominan penurunan kekuatan sambungan *splice* menunjukkan bahwa kualitas

aliran udara memiliki peran kritis dalam proses splicing. Secara mekanis, air splicer bekerja dengan prinsip untwisting–retwisting serat menggunakan tekanan udara terkontrol, sehingga gangguan aliran udara akibat penyumbatan nozzle akan mengurangi kemampuan serat untuk saling mengunci secara optimal. Kondisi ini menghasilkan struktur splice yang lemah dan tidak seragam.

Hasil ini sejalan dengan laporan Saville [9] dan Uyanik [14] yang menyatakan bahwa kebersihan dan kondisi nozzle sangat menentukan efektivitas proses splicing, khususnya pada retained splice strength. Studi Berlin Jinu et al. [15] dan Ben Hassen et al. [16] juga menegaskan bahwa penurunan tekanan udara atau ketidakstabilan aliran udara berbanding lurus dengan penurunan kekuatan sambungan.

Pada Tahap Do, Tindakan perbaikan dilakukan dengan pendekatan metode 5W+1H, dapat dilihat pada **Tabel. 4**.

Tabel. 4 memaparkan beberapa solusi untuk masing masing penyebab untuk perbaikan pada sambungan *splicer* di mesin *winding*, antara lain:

- a. Setiap *sparepat* pada mesin *winding* memiliki penggunaan dengan jangka waktu tertentu. Akan tetapi dengan terbatasnya jumlah *sparepat* yang ada digudang, menyebabkan beberapa *sparepat* tidak diganti sesuai dengan jadwal. Salah satunya adalah selang *compressor* pada Gambar 3 yang mengalami kerusakan karena penggunaan. Terdapat 3 spindel yang termasuk 17 spindel dengan kekuatan splice dibawah 80% mengalami kerusakan pada selang. Oleh karena itu, perlu adanya pengecekan kondisi dari selang *compressor* secara berkala oleh mekanik *winding*.

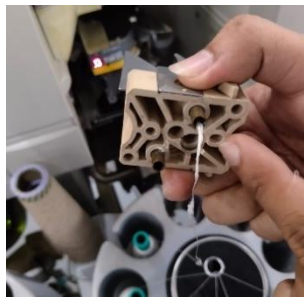
Tabel. 4. Usulan Perbaikan dengan 5W + 1H

<i>What</i>	<i>How</i>	<i>Where</i>	<i>Who</i>	<i>When</i>	<i>Why</i>
Selang <i>compressor</i> rusak	Mengganti <i>sparepat</i> yang rusak	Bagian area <i>splicer</i>	Mekanik <i>winding</i>	27 Mei – 3 Juni 2025	<i>Life time</i> selang sudah melampaui
<i>Nozzle</i> tersumbat	Mengecek dan membersihkan <i>nozzle</i>	Bagian area <i>splicer</i>	Mekanik <i>winding</i>	27 Mei-3 Juni 2025	Lubang <i>Nozzle</i> tersumbat waste
<i>Cutter</i> tidak <i>center</i>	Melakukan <i>resetting cutter</i>	Bagian area <i>splicer</i>	Mekanik <i>winding</i>	27 Mei – 3 Juni 2025	Posisi <i>cutter</i> geser
<i>Leaf spring & strap</i> rusak	Mengecek dan mengganti <i>leaf spring & strap</i> rusak	Bagian area <i>splicer</i>	Mekanik <i>winding</i>	27 Mei – 3 Juni 2025	Kondisi <i>Leaf spring & strap</i> patah
<i>Cutter</i> tumpul	Pengecekan dan pelumasan <i>cutter</i>	Bagian area <i>splicer</i>	Mekanik <i>winding</i>	27 Mei – 3 Juni 2025	Pemberian pelumas tidak teratur
Setting pipa <i>nozzle</i> tidak tepat	<i>Resetting nozzle pipe</i>	Bagian area <i>splicer</i>	Mekanik <i>winding</i>	27 Mei – 3 Juni 2025	Pipa <i>nozzle</i> bergeser
<i>Pulpe</i>	Pengecekan <i>pulpe</i>	Mesin <i>winding</i>	Mekanik <i>winding</i>	27 Mei – 3 Juni 2025	Kondisi <i>pulpe</i> jarang dicek



Gambar. 3 Selang rusak

- b. Area sekitar *splicer* yang kotor mengakibatkan banyak fly waste sehingga kotoran-kotoran tersebut dapat menyumbat *nozzle* yang mengakibatkan tekanan udara *splicer* tidak maksimal. Tindakan yang dilakukan untuk memperbaiki masalah ini adalah membersihkan *nozzle* yang tersumbat. Setelah *nozzle* dibersihkan perlu ada upaya untuk menjaga kebersihan di area *splice* oleh mekanik dan operator *winding* serta melakukan pengecekan secara berkala terhadap kondisi dari *nozzle* untuk meminimalisir *nozzle* tersumbat yang menjadi penyebab penurunan kekuatan dari sambungan *splice*.



Gambar. 4 Nozzle tersumbat

- c. Kegiatan pemeliharaan tidak terorganisir menyebabkan setting *cutter* mengalami perubahan. Resetting dilakukan untuk memperbaiki setting *cutter* agar *center*. Selain itu, perlu ada evaluasi terhadap penjadwalan maintenance pada mesin *winding* agar lebih teratur.



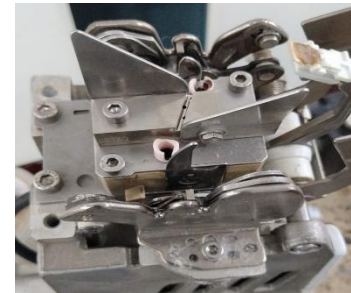
Gambar. 5 Ilustrasi resetting *cutter*

- d. *Leaf spring* dan *leaf strap* berfungsi untuk menutup prisma pada *splice* sehingga tekanan udara dari compressor dapat optimal dalam proses untwist pada penyambungan benang di prisma pada *splice*. Perlu adanya pengecekan *leaf spring* dan *leaf strap* secara rutin agar *splicer* dapat bekerja secara optimal.



Gambar. 6 *Leaf spring* dan *strap*

- e. *Cutter* berfungsi untuk memotong kedua ujung benang sebelum disambung. Terdapat 1 spindle yang mengalami penurunan kekuatan sambungan *splice* karena *cutter* yang tumpul. Jika *cutter* tumpul, ini akan menyebabkan benang tidak dipotong dengan baik sehingga akan menyebabkan proses *untwist* pada penyambungan kedua ujung benang tidak optimal karena ujung benang terlalu panjang. Perlu adanya pengecekan dan pelumasan *cutter* pada *splicer* dengan rutin guna menjaga kondisi *cutter* agar tetap dalam kondisi baik.



Gambar. 7 Ilustrasi *cutter splicer*

- f. Pipa *nozzle* merupakan salah satu bagian pada *splicer* yang berfungsi menghisap benang sisa yang telah dipotong oleh *cutter*. Posisi lubang harus menghadap ke *cutter* agar *cutter* benang dapat memotong dengan optimal. Oleh karena itu, apabila pipa *nozzle* tidak sesuai posisinya harus dilakukan resetting agar benang dapat dipotong dengan baik. Pembuatan jadwal pengecekan secara berkala kondisi pipa *nozzle* diperlukan untuk menjaga kondisi dari pipa *nozzle*.

g. *Pulpe* merupakan bagian pada mesin *winding* yang berfungsi sebagai tempat jaringan elektrik untuk menunjang kinerja dari compressor pada *splicer*. Pada saat pengujian ditemukan sambungan kabel yang terdapat pada *pulpe* lepas. Hal ini menyebabkan compressor pada *splicer* tidak berfungsi dengan baik.

Kekuatan sambungan *splicer* dari benang hasil spindle, yang persentase kekuatan sambungan splice nya dibawah 80% Kembali diuji dan dihitung rasio persentase kekuatan sambungan splice terhadap kekuatan benang asli apakah sudah bisa memenuhi standar 80% setelah dilakukan perbaikan pada Tahap Do. Hasil pengujian kekuatan sambungan splice setelah perbaikan dapat dilihat pada **Tabel. 5**

Tabel. 5. Hasil uji kekuatan sambungan *splice* setelah perbaikan

Mesin no 8			
No	Avg Kekuatan <i>Splice</i> (gr)	Avg kekuatan benang (gr)	Persen (%)
6	223	265	84,2
15	214	262	81,7
35	216	263	82,1
36	205	253	81,0
47	195	257	75,8
48	200	242	82,6
50	198	255	77,6
59	210	254	82,7
60	218	261	83,5
Mesin no 9			
6	195	247	78,9
13	239	283	84,5
21	207	251	82,5
22	190	241	78,8
32	205	255	80,4
43	208	254	81,9
53	210	267	78,6
60	210	262	80,2

Perbaikan menghasilkan peningkatan kekuatan sambungan *splice*. Hanya sebanyak 5 spindle dari 17 spindle yang memiliki kekuatan masih dibawah 80% setelah perbaikan. Progres perbaikan dapat dilihat pada **Tabel. 6**.

Tabel. 6 Frekuensi Penyebab

No	Penyebab	Jumlah Sebelum	Jumlah Sesudah
1	Selang rusak	3 <i>spindel</i>	0 <i>spindel</i>
2	<i>Nozzle</i> tersumbat	6 <i>spindel</i>	2 <i>spindel</i>
3	<i>Cutter center</i> tidak	3 <i>spindel</i>	1 <i>spindel</i>
4	<i>Leaf spring</i> rusak	2 <i>spindel</i>	0 <i>spindel</i>
5	<i>Cutter</i> tumpul	1 <i>spindel</i>	0 <i>spindel</i>
6	<i>Setting nozzle</i> pipa	1 <i>spindel</i>	1 <i>spindel</i>
7	<i>Pulpe</i>	1 <i>spindel</i>	1 <i>spindel</i>
	Jumlah	17 <i>spindel</i>	5 <i>spindel</i>

Berdasarkan data pada Tabel 6. diatas, menunjukkan bahwa terjadi penurunan proporsi spindle bermasalah yang signifikan dan terbukti secara statistik. Analisa statistic dengan uji two-proportion z-test menghasilkan nilai p-value two-tailed sebesar 0,0105, yang lebih kecil dari $\alpha = 0,05$, menunjukkan bahwa hipotesis nol ditolak. Interval kepercayaan 95% untuk selisih proporsi berada pada rentang 2,8% hingga 17,2%, yang seluruhnya bernilai positif. Hal ini mengindikasikan bahwa tindakan perbaikan memberikan dampak nyata dalam menurunkan jumlah sambungan splice di bawah standar.

Meskipun penerapan tindakan perbaikan berbasis PDCA berhasil menurunkan jumlah spindle dengan kekuatan sambungan splice di bawah standar secara signifikan, masih ditemukan 5 spindle (4,17%) dengan nilai kekuatan sambungan splice <80% setelah perbaikan. Kondisi ini menunjukkan bahwa tidak seluruh sumber variasi proses dapat dieliminasi dalam satu siklus PDCA. Beberapa faktor residual diduga masih berkontribusi.

Literatur menyebutkan bahwa performa yarn splicing tidak hanya dipengaruhi oleh faktor utama seperti kebersihan nozzle dan tekanan udara, tetapi juga oleh interaksi kompleks antara sifat serat, dan atau kondisi mekanis splicer yang bersifat dinamis selama operasi.

Berdasarkan hasil perbaikan (Do) yang sudah memberikan dampak signifikan perlu dilanjutkan (ACT) dengan melakukan tindakan perbaikan jangka panjang sehingga kualitas dari produk berupa kekuatan sambungan *splicer* pada mesin *winding* dapat dipertahankan diatas 80%.

Adapun implementasi yang dapat dilakukan oleh industri untuk meminimalisir terjadinya penurunan sambungan *splice*, yaitu:

- a. Membuat jadwal berupa *checklist* untuk melakukan pengecekan kondisi *splice* agar kegiatan lebih terstruktur. Adapun isi dari *checklist* meliputi pengecekan kondisi leaf spring/leaf strip dan *pulpe*, memeriksa kondisi *nozzle*, melakukan pelumasan *cutter* secara rutin, melakukan *resetting* dan mengecek ketajaman dari *cutter* pada *splice*. Selain itu, dilakukan *cleaning* setiap hari disekitar mesin maupun *splice* dengan melibatkan semua orang, baik dari operator maupun mekanik. Hal ini bertujuan untuk mengurangi jumlah *fly waste* yang menyebabkan *nozzle* tersumbat.
- b. Setelah *check list* dibuat dan dilaksanakan, langkah selanjutnya adalah mengadakan evaluasi terhadap kualitas produk benang setelah dilakukan pengecekan secara terstruktur. Apabila masih ditemukan penurunan kekuatan sambungan *splice* dilakukan diskusi untuk menentukan langkah apa yang dilakukan dan melanjutkan siklus PDCA secara berkala.

4. KESIMPULAN

Terdapat penyimpangan sambungan *splice* pada benang di mesin *winding* berupa penurunan kekuatan sambungannya, sehingga kekuatannya dibawah 80% dari kekuatan benang asli. Selain itu, penyimpangan dapat dilihat dari visual berupa sambungan berekor dan sambungan tebal.

Setelah dilakukan pengujian pada sambungan *splice* di mesin *winding* nomor 8 dan 9 ditemukan sebanyak 17 *spindle* (14,16%) dari 120 *spindle* yang mengalami penurunan kekuatan sambungan *splice* dibawah 80%. Ditemukan beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan kekuatan dari sambungan *splice*, yaitu: *nozzle* tersumbat (6 *spindle*), selang *compressor* rusak (3 *spindle*), *cutter* tidak *center* (3 *spindle*), *life sping & trap* rusak (2 *spindle*), *cutter* tumpul (1 *spindle*), *setting* pipa *nozzle* (1 *spindle*), dan *pulpe* (1 *spindle*).

Solusi perbaikan dan pencegahan terjadinya ulang kekuatan sambungan *splice* adalah dengan melakukan pengecekan dan perbaikan dengan membuat *checklist* agar kegiatan lebih terstruktur.

Setelah dilakukan perbaikan dan pencegahan terjadi penurunan angka kejadian pada sambungan *splice* dibawah 80% pada saat pengecekan yang dilakukan oleh *quality control*, dari yang awalnya 17 (14,16%) *spindle* menjadi 5 *spindle*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik. (2024). *Statistik industri manufaktur Indonesia 2024*. Jakarta: BPS.
- [2] Kementerian Perindustrian RI. (2023). *Laporan sektor industri tekstil dan produk tekstil*. Jakarta: Kemenperin.
- [3] Syakur, R. M., Ningsih, M., & Amrullah, N. (2024). Pengaruh Penyerapan Tenaga Kerja dengan Penguatan Upah Minimum Kerja Pada Sektor Usaha Kecil dan Menengah (UKM) Kabupaten Sinjai. *POINT: Jurnal Ekonomi dan Manajemen*, 6(2), 115-129.
- [4] Pramesti, S. C. (2025). *Analisis Pengaruh Investasi, Tenaga Kerja dan Pendapatan Per Kapita Terhadap Jumlah Penduduk Miskin di Provinsi Jawa Timur* (Doctoral dissertation, UPN Veteran Jawa Timur).
- [5] Manembu, R. R., Kusen, A. W., & Deeng, D. (2019). Padat Karya Sebagai Kontribusi Kehidupan Masyarakat Pada Penggunaan Dana Desa (Studi Kasus Desa Kaneyan Kecamatan Tareran Kabupaten Minahasa Selatan). *Holistik, Journal of Social and Culture*.
- [6] Widyawan, A. (2024). Analisis proses pemintalan benang pada industri tekstil. *Jurnal Teknologi Tekstil*, 12(1), 1–8.
- [7] Harianto, D., Pujiyanto, H., Bintang, H. S., & Alfanti, D. (2025). Analisa Perbaikan Benang Kusut Akibat Ring Touch Pada Proses Penggulungan Di Mesin Ring Spinning Frame. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 12(1), 67-78.
- [8] Yusila, D., & Benteng, F. (2018). Analisis kinerja mesin *winding* pada proses pemintalan. *Jurnal Teknologi Industri*, 9(1), 22–29.
- [9] Saville, B. (1999). *Textile testing*. Manchester: Textile Institute.
- [10] Liew, E. Z. (2022). Effect of the Imperfection of Open-End Yarn (Thin, Thick, and Nep Place) on Air Permeability of Plain Woven Fabric. *Journal of Engineering*, 2022(1), 8710495..



[11]

Hajipour, A., & Shams Nateri, A. (2019). The effect of weave structure on the quality of inkjet polyester printing. *The Journal of the Textile Institute*, 110(6), 799-806.

[12]

Gohl, E. P., & Vilensky, L. D. (1983). *Textile science: An explanation of fiber properties*. Sydney: Longman.

[13]

Gandhi, K. L. (2020). Yarn preparation for weaving: winding. In *Woven textiles* (pp. 35-79). Woodhead Publishing.

[14]

Uyanik, S. (2019). A research on determining optimum splicing method in terms of fiber types and yarn count. *Textile and Apparel*, 29(1), 22-29.

[15]

Berlin Jinu, C. K., & Thangamani, K. (2018). Effect of retwisting parameters of splicing on the retained splice strength. *Indian Journal of Fibre & Textile Research (IJFTR)*, 43(4), 499-503.

[16]

Ben Hassen, M., Awais, M., Sakli, F., Zannen, S., & Kanan, M. (2024). Splicing Properties of Natural Fiber for Producing Yarns and Their Blends: A Review Paper. *Journal of Natural Fibers*, 21(1), 2371917.

[17]

Moqheet, A., Jabbar, A., Hussain, T., & Ali, Z. (2013). Influence of splicing parameters on retained splice strength, elongation and appearance of spliced cotton/flax blended yarn. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 38(1).

[18]

Pujianto, H., Yulianto, B., Bintang, H. S., & Pramesti, D. A. (2023). *Optimum splice thickness ratio splicer of a winding machine to PE20KT thread splicing quality*, pp. 228-235.

[19]

Khairunnisa, N. (2023). Evaluasi turunnya retained splice strength pada mesin winding Murata 7-5/Vss. *Jurnal Rekayasa Proses Industri*, 8(1), 17-28.

[20]

Antony, J., Sony, M., & Calin, C. (2023). The global use of seven quality tools in manufacturing industries: A systematic review. *Total Quality Management & Business Excellence*, 34(7-8), 875-892.

[21]

Peerally, M. F., Carr, S., Waring, J., & Dixon-Woods, M. (2017). The problem with root cause analysis. *BMJ quality & safety*, 26(5), 417-422. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2016-005511>

[22]

Taylor, M. J., McNicholas, C., Nicolay, C., Darzi, A., Bell, D., & Reed, J. E. (2014). Systematic review of the application of the plan-do-study-act method to improve quality in healthcare. *BMJ quality & safety*, 23(4), 290-298.

[23]

Rangel-Sánchez, M. Á., Urbina-González, J. D. J., Carrera-Escobedo, J. L., Guirette-Barbosa, O. A., Murillo-Rodríguez, V. A., Celaya-Padilla, J. M., Durán-Muñoz, H. A., & Cruz-Domínguez, O. (2024). Enhancing scrap reduction in electric motor manufacturing for the automotive industry: A case study using the PDCA (Plan-Do-Check-Act) approach. *Applied Sciences*, 14(7), 2999. <https://doi.org/10.3390/app14072999>

[24]

Nguyen, V., Nguyen, N., Schumacher, B., & Tran, T. (2020). Practical Application of Plan-Do-Check-Act Cycle for Quality Improvement of Sustainable Packaging: A Case Study. *Applied Sciences*, 10(18), 6332. <https://doi.org/10.3390/app10186332>

[25]

Kurnia, H., Jaqin, C., & Purba, H. H. (2022). The PDCA approach with OEE methods for increasing productivity in the garment industry. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 10(1), 57-68.

[26]

Realyvásquez-Vargas, A., Arredondo-Soto, K. C., Carrillo-Gutiérrez, T., & Ravelo, G. (2018). Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) Cycle to Reduce the Defects in the Manufacturing Industry. A Case Study. *Applied Sciences*, 8(11), 2181. <https://doi.org/10.3390/app8112181>