

OPTIMASI DAYA HISAP LTDS 1 DAN LTDS 2 DALAM UPAYA PENURUNAN LOSSES KERNEL MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE, FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS, DAN STATISTICAL PROCESS CONTROL

Dea Anggi Persada Sinaga, Erikson Daniel Sihombing, Albert Winata

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Prima Indonesia

Email : adepersada1004@gmail.com, eriksondaniel024@gmail.com, albertwinata07@gmail.com

Abstract

Kernel losses are the main problem in the palm oil processing process because they have a direct impact on the company's yield and losses. The high kernel losses in the Palm Oil Mill are caused by the ineffectiveness of the suction power on LTDS 1 and LTDS 2 which results in the kernel and shell separation process not running optimally. This research aims to optimize the suction power of LTDS 1 and LTDS 2 using the Reliability Centered Maintenance (RCM), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), and Statistical Process Control (SPC) methods. Initial results show that LTDS 1 has lower suction power and higher kernel losses than LTDS 2, and the separation process is not yet statistically stable. Based on the results of the RCM and FMEA analysis, improvements were made to the fan and ducting systems, as well as implementing scheduled preventive maintenance. The final results show an increase in the suction power of LTDS 1 by 2.15% and LTDS 2 by 1.51%, which is followed by a decrease in kernel losses and more controlled process conditions based on SPC analysis. These results show that the integration of RCM, FMEA, and SPC methods is effective in improving LTDS performance and reducing kernel losses in a sustainable manner.

Keywords: LTDS, kernel losses, Reliability Centered Maintenance, Failure Mode and Effect Analysis, Statistical Process Control.

Abstrak

Losses kernel merupakan permasalahan utama dalam proses pengolahan kelapa sawit karena berdampak langsung terhadap rendemen dan kerugian perusahaan. Tingginya losses kernel di Pabrik Kelapa Sawit disebabkan oleh ketidakefektifan daya hisap pada LTDS 1 dan LTDS 2 yang mengakibatkan proses pemisahan kernel dan cangkang tidak berjalan optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan daya hisap LTDS 1 dan LTDS 2 menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), dan Statistical Process Control (SPC). Hasil awal menunjukkan LTDS 1 memiliki daya hisap lebih rendah dan losses kernel lebih tinggi dibandingkan

LTDS 2, serta proses pemisahan belum stabil secara statistik. Berdasarkan hasil analisis RCM dan FMEA, dilakukan perbaikan pada sistem fan, ducting, serta penerapan preventive maintenance terjadwal. Hasil akhir menunjukkan adanya peningkatan daya hisap LTDS 1 sebesar 2,15% dan LTDS 2 sebesar 1,51%, yang diikuti dengan penurunan losses kernel dan kondisi proses yang lebih terkendali berdasarkan analisis SPC. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi metode RCM, FMEA, dan SPC efektif dalam meningkatkan kinerja LTDS dan menurunkan losses kernel secara berkelanjutan.

Kata kunci: *LTDS, losses kernel, Reliability Centered Maintenance, Failure Mode and Effect Analysis, Statistical Process Control.*

Pendahuluan

Dalam proses pengolahan kelapa sawit, Losses Kernel merupakan salah satu indikator utama efisiensi pabrik, karena kernel memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan menjadi salah satu produk utama yang berkontribusi terhadap keuntungan perusahaan. Tingginya losses kernel menunjukkan adanya ketidakefisienan dalam proses produksi, khususnya pada tahap pemisahan, sehingga perlu mendapatkan perhatian serius dalam pengelolaan operasional pabrik.

Pada kenyataannya, masih sering ditemukan kernel yang terbawa bersama cangkang (*shell*) maupun terbuang ke dalam limbah (*waste*). Kondisi ini mengindikasikan bahwa proses pemisahan antara kernel dan cangkang belum berlangsung secara optimal. Ketidaktepatan proses ini tidak hanya mengurangi hasil produksi kernel, tetapi juga mencerminkan adanya permasalahan pada sistem atau peralatan yang digunakan.

Salah satu unit penting yang berperan dalam proses pemisahan tersebut adalah *Light Tenera Dust Separator* (LTDS). Alat ini bekerja dengan prinsip perbedaan berat jenis antara kernel dan cangkang, yang dibantu oleh aliran udara (daya hisap). LTDS, khususnya LTDS 1 dan LTDS 2, menjadi komponen krusial dalam memastikan kernel dapat dipisahkan secara efektif dari material lainnya.

Kinerja LTDS sangat bergantung pada kestabilan daya hisap yang dihasilkan oleh sistem fan atau blower. Daya hisap yang optimal akan menghasilkan pemisahan yang baik, di mana kernel dapat terpisah dengan sempurna dari cangkang. Sebaliknya, apabila daya hisap tidak sesuai atau tidak stabil, maka proses pemisahan menjadi tidak efektif.

Berdasarkan kondisi operasional di lapangan, daya hisap LTDS 1 dan LTDS 2 sering mengalami fluktuasi bahkan cenderung menurun seiring waktu. Hal ini menyebabkan performa alat menjadi tidak konsisten dan sulit untuk mencapai kondisi operasi yang ideal. Ketidakstabilan ini menjadi salah satu penyebab utama

Optimasi Daya Hisap LTDS 1 dan LTDS 2 dalam Upaya Penurunan *Losses Kernel* Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance*, *Failure Mode and Effect Analysis*, dan *Statistical Process Control*

meningkatnya losses kernel. Penurunan daya hisap tersebut berdampak langsung terhadap kualitas pemisahan. Kernel yang memiliki massa lebih ringan dapat ikut terhisap bersama cangkang atau debu (dust), sehingga terbuang ke aliran limbah. Akibatnya, jumlah kernel yang berhasil dikumpulkan menjadi berkurang dan nilai losses meningkat.

Selain berdampak pada losses kernel, kondisi ini juga berpengaruh terhadap efisiensi produksi secara keseluruhan. Rendemen kernel yang rendah akan menurunkan output produksi, sementara biaya operasional tetap atau bahkan meningkat akibat perlunya perbaikan dan penanganan masalah. Hal ini tentu merugikan perusahaan secara ekonomi.

Secara teknis, penurunan kinerja LTDS dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti penumpukan kotoran dan serat pada saluran udara (ducting), keausan komponen fan atau blower, ketidakseimbangan putaran, serta adanya kebocoran pada sistem. Faktor-faktor ini menyebabkan distribusi aliran udara menjadi tidak optimal. Selain faktor teknis, sistem perawatan yang masih bersifat reaktif juga menjadi penyebab utama permasalahan ini. Perawatan yang dilakukan hanya setelah terjadi kerusakan membuat potensi gangguan tidak terdeteksi sejak dini. Akibatnya, performa LTDS terus menurun tanpa adanya tindakan pencegahan yang efektif.

Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang sistematis dan terintegrasi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) digunakan untuk menentukan strategi perawatan berbasis keandalan, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan kegagalan kritis, serta *Statistical Process Control* (SPC) untuk memantau kestabilan proses secara statistik. Dengan penerapan ketiga metode ini, diharapkan daya hisap LTDS 1 dan LTDS 2 dapat dioptimalkan, sehingga losses kernel dapat ditekan dan efisiensi proses produksi meningkat secara signifikan.

Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian rekayasa industri atau penelitian terapan (*applied research*) dengan pendekatan kuantitatif. Pendekatan ini digunakan karena penelitian memanfaatkan data teknis yang terukur, seperti daya hisap LTDS dan *persentase losses kernel*, serta dianalisis menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dan *Statistical Process Control* (SPC). Ketiga metode tersebut digunakan secara terintegrasi untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan, menganalisis risiko, serta mengendalikan dan meningkatkan kinerja sistem.

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa teknik, yaitu observasi langsung, wawancara, dan dokumentasi. Observasi dilakukan dengan mengamati kinerja LTDS 1

dan LTDS 2, mengidentifikasi potensi kegagalan, serta mengukur daya hisap dan losses kernel secara aktual.

Wawancara dilakukan kepada operator, teknisi maintenance, dan pihak terkait untuk memperoleh informasi mengenai mode kegagalan, tingkat keparahan (*severity*), frekuensi kejadian (*occurrence*), serta kemampuan deteksi (*detection*).

Analisis data dilakukan menggunakan metode FMEA untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan menentukan prioritas perbaikan melalui perhitungan *Risk Priority Number* (RPN). Selanjutnya, metode RCM digunakan untuk merancang strategi perawatan yang tepat dan terjadwal guna meningkatkan keandalan sistem. Sementara itu, SPC digunakan untuk memonitor dan mengendalikan kestabilan proses secara statistik agar kinerja LTDS tetap berada dalam batas kendali yang ditetapkan.

Penelitian ini dilaksanakan di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Adolina, PT Perkebunan Nusantara IV (PTPN IV), yang berlokasi di Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara. Sampel penelitian berupa data operasional terkait proses pemisahan kernel, khususnya sebelum dan sesudah perlakuan optimasi. Selain itu, penelitian juga didukung dengan alat analisis seperti fishbone diagram, kerangka konseptual, dan flowchart untuk memetakan permasalahan serta alur penelitian secara sistematis.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap kinerja LTDS 1 dan LTDS 2 pada periode 9–19 Desember 2024. Data yang dikumpulkan meliputi parameter A, B, C, berat sampel (sekitar 500 gram), berat inti pecah, berat inti utuh, berat biji pecah, berat biji utuh, serta persentase kehilangan inti (*losses kernel*).

Pada LTDS 1, nilai *losses kernel* yang diperoleh berturut-turut adalah 1,18%, 1,17%, 1,24%, 1,95%, 1,33%, 3,16%, 3,12%, 3,78%, 2,08%, dan 2,49%. Nilai tertinggi terjadi pada tanggal 17 Desember 2024 sebesar 3,78%, yang menunjukkan adanya ketidaksempurnaan proses pemisahan pada kondisi tertentu. Sementara itu, pada LTDS 2 diperoleh nilai *losses kernel* sebesar 0,78%, 0,81%, 0,76%, 1,36%, 1,43%, 2,02%, 2,11%, 2,80%, 1,57%, dan 1,57%. Nilai tertinggi terjadi pada 17 Desember 2024 sebesar 2,80%.

Dari data tersebut dapat dilihat bahwa secara umum LTDS 1 memiliki tingkat *losses* yang lebih tinggi dibandingkan LTDS 2. Hal ini menunjukkan bahwa performa pemisahan kernel pada LTDS 1 belum optimal dan cenderung lebih fluktuatif dibandingkan LTDS 2 yang relatif lebih stabil.

Pengolahan Data

a) Perhitungan Losses Kernel

Perhitungan rata-rata *losses kernel* dilakukan dengan menjumlahkan seluruh data *losses* kemudian dibagi jumlah pengamatan.

Optimasi Daya Hisap LTDS 1 dan LTDS 2 dalam Upaya Penurunan Losses Kernel Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance, Failure Mode and Effect Analysis*, dan *Statistical Process Control*

Pada LTDS 1, total losses sebesar 21,50%, sehingga diperoleh rata-rata:

$$\bar{X} \text{ LTDS 1} = 21,50 / 10 = 2,15\%$$

Sedangkan pada LTDS 2, total losses sebesar 15,21%, sehingga diperoleh rata-rata:

$$\bar{X} \text{ LTDS 2} = 15,21 / 10 = 1,52\%$$

Hasil ini menunjukkan bahwa LTDS 1 memiliki losses kernel lebih tinggi dibandingkan LTDS 2. Kondisi ini menandakan bahwa efisiensi pemisahan pada LTDS 1 masih perlu ditingkatkan, terutama dalam menjaga kestabilan daya hisap.

b) Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)

1. Fungsi Sistem

LTDS berfungsi memisahkan kernel dari cangkang dan serat menggunakan aliran udara.

2. Functional Failure

Ketidakmampuan LTDS memisahkan kernel secara optimal sehingga kernel ikut terbang.

3. Failure Mode Utama

- a. Penurunan daya hisap blower
- b. Saluran udara tersumbat
- c. Keausan fan/blower
- d. Setting airflow tidak sesuai

4. Keputusan RCM

- a. LTDS 1 = Condition Based dan Preventive Maintenance
- b. LTDS 2 = Scheduled Maintenance

Blower LTDS selama 1 tahun:

- Total jam operasi: 4.800 jam
- Jumlah kegagalan: 6 kali

a. Mean Time Between Failure (MTBF)

MTBF dihitung dengan membagi total jam operasi dengan jumlah kegagalan:

$$\text{MTBF} = 4.800 / 6 = 800 \text{ jam}$$

Artinya, secara rata-rata blower mengalami kegagalan setiap 800 jam operasi.

b. Failure Rate (λ)

Failure rate dihitung sebagai kebalikan dari MTBF:

$$\lambda = 1 / 800 = 0,00125 \text{ per jam}$$

c. Perhitungan Reliability

Dengan asumsi distribusi eksponensial:

$$R(t) = e^{(-\lambda t)}$$

Jika dihitung pada 600 jam operasi:

$$R(600) = e^{(-0,00125 \times 600)}$$

$$R(600) = e^{(-0,75)}$$

$$R(600) = 0,472 \text{ atau } 47,2\%$$

Probabilitas blower masih berfungsi baik setelah 600 jam hanya 47,2%, sehingga risiko kegagalan meningkat signifikan setelah melewati waktu tersebut.

d. Penentuan Interval Preventive Maintenance

Target reliabilitas minimum ditetapkan sebesar 70%.

$$0,70 = e^{(-0,00125t)}$$

$$\ln(0,70) = -0,00125t$$

$$-0,3567 = -0,00125t$$

$$t = 285 \text{ jam}$$

Dengan demikian, interval preventive maintenance optimal adalah setiap 285 jam agar tingkat keandalan tetap $\geq 70\%$.

c) Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Rumus RPN = S (Severity) \times O (occurrence) \times D (Detection)

Table 1. Penilaian FMEA

Failure Mode	S	O	D	RPN = S \times O \times D
Daya hisap lemah	8	7	5	280
Saluran tersumbat	7	6	5	210
Keausan blower	6	5	6	180

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa prioritas utama perbaikan yaitu daya hisap lemah (RPN tertinggi).

d) Metode Statistical Process Control (SPC)

Rumus SPC:

$$1. UCL = \bar{X} + 3\sigma$$

$$2. LCL = \bar{X} - 3\sigma$$

1. Perhitungan Standar Deviasi

- LTDS 1 Standar Deviasi (σ) = 0,95

- LTDS 2 Standar deviasi (σ) = 0,66

2. Batas Kendali Proses

- LTDS 1

$$CL = 2,15\%$$

Optimasi Daya Hisap LTDS 1 dan LTDS 2 dalam Upaya Penurunan *Losses Kernel* Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance*, *Failure Mode and Effect Analysis*, dan *Statistical Process Control*

$$UCL = 2,15 + 3 (0,95) = 5,01\%$$

$$LCL = 2,15 - 3(0,95) = 0,7\%$$

- LTDS 2

$$CL = 1,52\%$$

$$UCL = 1,52 + 3 (0,66) = 3,50\%$$

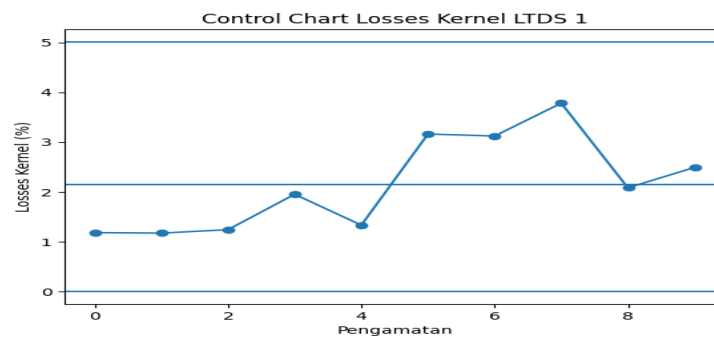
$$LCL = 1,52 - 3 (0,66) = 0,46\%$$

3. Interpretasi SPC

- LTDS 1 menunjukkan variasi proses tertinggi dan beberapa titik mendekati UCL
- LTDS 2 lebih stabil dan konsisten
- Artinya, daya hisap LTDS 1 belum optimal

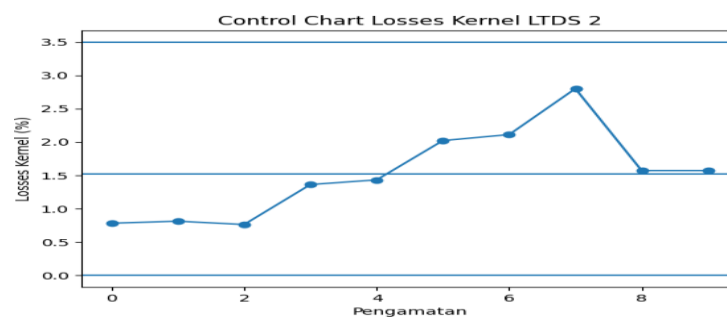
Grafik SPC

- LTDS 1



Gambar 1. Grafik LTDS 1

- LTDS 2



Gambar 2. Grafik LTDS 2

e) Integrasi RCM, FMEA, SPC

Table 2 . Integrasi RCM, FMEA, SPC

Metode	Peran
RCM	Menentukan strategi perawatan yang tepat
FMEA	Menentukan prioritas kegagalan kritis
SPC	Memantau kestabilan proses secara statistik

Hasil Integrasi Menunjukkan Bahwa:

1. LTDS 1 Membutuhkan pengaturan ulang airflow dan jadwal maintenance lebih ketat
2. LTDS 2 sudah optimal dan stabil

f) Analisis Ekonomi Losses Kernel

1. Asumsi Produksi

- Kapasitas pabrik: 30ton TBS/jam
- Jam operasi: 20 jam/hari
- Hari operasi: 25 hari/bulan
- Rendemen kernel: 5% dari TBS
- Harga kernel: Rp 8.000/kg

2. Produksi Kernel

- $\text{Produksi Kernel/jam} = \text{Kapasitas olah} \times \text{Rendemen kernel}$
 $= 30 \text{ ton} \times 5\%$
 $= 1,5\text{ton kernel/jam (1.500 kg/jam)}$
- $\text{Produksi kernel/hari} = 1.500 \text{ kg/jam} \times 20\text{jam}$
 $= 30.000 \text{ kg/hari}$
- $\text{Produksi kernel/bulan} = 30.000 \text{ kg/hari} \times 25 \text{ hari}$
 $= 750.000 \text{ kg/bulan}$

3. Kerugian Ekonomi

- LTDS 1
 $2,15\% \times 750.000 = 16.125 \text{ kg}$
 $16.125 \times 8.000 = \text{Rp } 129.000.000/\text{bulan}$

Sehingga total kerugian ekonomi akibat losses kernel pada LTDS 1 cukup signifikan dan berdampak langsung terhadap pendapatan perusahaan.

- LTDS 2

Optimasi Daya Hisap LTDS 1 dan LTDS 2 dalam Upaya Penurunan *Losses Kernel* Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance, Failure Mode and Effect Analysis*, dan *Statistical Process Control*

$$1,52\% \times 750.000 = 11.400 \text{ kg}$$
$$11.400 \times 8.000 = \text{Rp } 91.200.000/\text{bulan}$$

Dibandingkan dengan LTDS 1, kerugian ekonomi pada LTDS 2 relatif lebih kecil, yang menunjukkan bahwa performa pemisahan kernel pada LTDS 2 lebih optimal.

4. Potensi Penghematan

$$2,15\% - 1,52\% = 0,63\%$$
$$0,63\% \times 750.000 = 4.725 \text{ kg}$$
$$4.725 \times 8.000 = \text{Rp } 37.800.000/\text{bulan}$$

Nilai ini menunjukkan bahwa apabila LTDS 1 dapat dioptimalkan sehingga menyamai performa LTDS 2, maka perusahaan berpotensi menghemat biaya hingga Rp 37.800.000 perbulan atau sekitar Rp 453.600.000 per tahun.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja LTDS 1 dan LTDS 2 memiliki perbedaan yang cukup signifikan dalam proses pemisahan kernel. Rata-rata *losses* kernel pada LTDS 1 sebesar 2,15%, lebih tinggi dibandingkan LTDS 2 sebesar 1,52%. Rentang *losses* LTDS 1 yang berada antara 1,17% hingga 3,78% menunjukkan variasi proses yang cukup besar, sedangkan LTDS 2 memiliki rentang lebih rendah yaitu 0,76% hingga 2,80%. Hal ini menandakan bahwa LTDS 2 bekerja lebih stabil dan konsisten. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa performa daya hisap LTDS 1 belum optimal, sehingga masih banyak kernel yang terbuang selama proses pemisahan berlangsung.

Analisis menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) menunjukkan bahwa fungsi utama LTDS adalah memisahkan kernel berdasarkan perbedaan berat jenis dengan bantuan aliran udara. Namun, ditemukan beberapa kegagalan fungsi yang disebabkan oleh penurunan daya hisap blower, penyumbatan saluran udara, keausan komponen, serta pengaturan *airflow* yang tidak sesuai. Nilai MTBF sebesar 800 jam dan *failure rate* sebesar 0,00125 per jam menunjukkan adanya risiko kegagalan yang cukup tinggi. Selain itu, nilai reliabilitas hanya mencapai 47,2% pada 600 jam operasi, sehingga diperlukan perawatan terencana untuk menjaga keandalan sistem tetap optimal.

Melalui analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), diketahui bahwa penyebab utama peningkatan *losses* kernel adalah lemahnya daya hisap yang memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa faktor daya hisap menjadi prioritas utama dalam upaya perbaikan. Oleh karena itu, strategi yang direkomendasikan adalah penerapan *preventive maintenance* dan *condition-based maintenance* dengan interval perawatan optimal setiap 285 jam. Pendekatan ini diharapkan mampu mengurangi potensi kegagalan serta meningkatkan performa LTDS, khususnya pada LTDS 1 yang memiliki tingkat risiko lebih tinggi dibandingkan LTDS 2.

Pengendalian proses menggunakan *Statistical Process Control* (SPC) menunjukkan bahwa LTDS 1 memiliki variasi proses lebih besar dibandingkan LTDS 2, dengan standar deviasi masing-masing 0,95 dan 0,66. Dari sisi ekonomi, losses kernel pada LTDS 1 mencapai Rp 129.000.000 per bulan, sedangkan LTDS 2 sebesar Rp 91.200.000 per bulan. Selisih losses sebesar 0,63% memberikan potensi penghematan sebesar Rp 37.800.000 per bulan jika LTDS 1 dapat dioptimalkan. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan kinerja LTDS tidak hanya berdampak pada aspek teknis, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi yang signifikan bagi perusahaan.

Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja LTDS 1 masih kurang optimal dibandingkan LTDS 2. Hal ini terlihat dari rata-rata losses kernel pada LTDS 1 sebesar 2,15%, lebih tinggi dibandingkan LTDS 2 yang sebesar 1,52%. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa proses pemisahan pada LTDS 1 belum berjalan secara maksimal. Berdasarkan analisis *Statistical Process Control* (SPC), proses pada LTDS 1 memiliki variasi yang lebih besar dan cenderung mendekati batas kendali atas, sehingga menunjukkan kondisi yang kurang stabil. Sebaliknya, LTDS 2 menunjukkan proses yang lebih stabil dan terkendali, sehingga kinerjanya lebih konsisten dalam meminimalkan losses kernel.

Hasil analisis menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) menunjukkan bahwa penurunan daya hisap menjadi penyebab utama meningkatnya losses kernel. Nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi sebesar 280 menunjukkan bahwa permasalahan ini memiliki tingkat risiko yang tinggi dan perlu segera ditangani. Dari sisi ekonomi, losses kernel memberikan dampak kerugian yang cukup besar bagi perusahaan. LTDS 1 mengalami kerugian sebesar Rp 129.000.000 per bulan, sedangkan LTDS 2 sebesar Rp 91.200.000 per bulan. Hal ini menunjukkan bahwa ketidakefisienan proses secara langsung mempengaruhi keuntungan perusahaan.

Dengan dilakukan optimasi pada LTDS 1, terdapat potensi penghematan hingga Rp 37.800.000 per bulan. Oleh karena itu, peningkatan kinerja LTDS, khususnya pada LTDS 1, sangat penting untuk meningkatkan efisiensi operasional dan menekan kerugian akibat losses kernel.

Saran

Perusahaan disarankan untuk melakukan optimasi daya hisap LTDS 1 melalui pengaturan ulang airflow serta peningkatan kualitas dan jadwal perawatan, khususnya pada komponen blower. Selain itu, penerapan sistem perawatan berbasis preventive dan condition based maintenance perlu difokuskan pada komponen yang

Optimasi Daya Hisap LTDS 1 dan LTDS 2 dalam Upaya Penurunan *Losses Kernel* Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance, Failure Mode and Effect Analysis*, dan *Statistical Process Control*

memiliki tingkat risiko kegagalan tinggi berdasarkan hasil analisis.

Penggunaan Statistical Process Control (SPC) secara rutin juga sangat dianjurkan sebagai alat monitoring untuk menjaga kestabilan proses. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menambahkan variabel lain seperti kualitas bahan baku dan kondisi operasional agar diperoleh hasil yang lebih komprehensif dan akurat.

Daftar Pustaka

- Bakhtiar, S. (2021). *Statistical process control for quality improvement in manufacturing systems*. Jakarta: Graha Ilmu.
- Jusolihun, N. (2019). Perancangan sistem perawatan mesin air jet loom (AJL) dengan menggunakan reliability centered maintenance (RCM) (Studi kasus: PT Primissima Yogyakarta).
- Kurniawan, A., & Saputra, R. (2022). Implementation of reliability centered maintenance (RCM) to improve machine performance in palm oil industry. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 15(2), 120–130.
- Nasution, H., & Siregar, M. (2021). Analisis kegagalan mesin menggunakan metode FMEA pada industri pengolahan kelapa sawit. *Jurnal Teknik Industri*, 22(1), 45–52.
- Pramanto, A. (2024). Penerapan reliability centered maintenance (RCM) pada sistem pengolahan kelapa sawit. Laporan Kerja Praktik, Universitas Medan Area.
- Putra, D. A., & Wijaya, T. (2023). Optimization of kernel recovery using statistical process control in palm oil mills. *International Journal of Production Research*, 61(5), 2334–2345.
- Rahman, F., & Hidayat, T. (2020). Failure mode and effect analysis (FMEA) for improving maintenance strategy in manufacturing industries. *Journal of Quality Engineering*, 12(3), 89–97.
- Saputri, L., & Ramadhan, A. (2021). Analisis losses kernel menggunakan pendekatan statistical process control pada pabrik kelapa sawit. *Jurnal Teknologi Industri*, 13(2), 101–109.
- Setiawan, E. P., & Puspitasari, N. B. (2018). Analisis kerusakan mesin asphalt mixing plant dengan metode FMEA dan cause effect diagram (Studi kasus: PT Puri Sakti Perkasa). *Industrial Engineering Online Journal*.
- Simamora, R. A. A. (2020). Analisis losses kernel dengan metode statistical process control (SPC) untuk meningkatkan rendemen di PTPN IV Adolina. Skripsi, Universitas Medan Area.
- Siregar, D., & Lubis, M. (2022). Maintenance performance improvement using RCM method in palm oil processing plant. *Journal of Mechanical Engineering Research*, 14(1), 55–63.

- Sutrisno, B., & Wibowo, E. (2023). Evaluation of suction system performance in LTDS using statistical approach. *Journal of Engineering and Applied Science*, 18(4), 210–218.
- Widodo, S., & Santoso, H. (2020). Application of FMEA to reduce production losses in agroindustry. *International Journal of Industrial Engineering*, 7(2), 77–84.
- Yusuf, M., & Prasetyo, A. (2024). Integrated RCM and SPC approach for improving process reliability in palm oil mills. *Journal of Cleaner Production*, 385, 135678.
- Zulkarnain, I., & Harahap, R. (2022). Analisis efektivitas pemisahan kernel menggunakan LTDS pada pabrik kelapa sawit. *Jurnal Rekayasa Industri*, 16(3), 145–152.