

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengendalian kualitas merupakan aspek fundamental dalam setiap industri manufaktur yang bertujuan untuk menjaga konsistensi dan standar hasil produksi (Montgomery, 2020). Kualitas hasil produksi yang buruk tidak hanya berdampak pada tingkat kepuasan pelanggan, tetapi juga dapat menyebabkan kerugian finansial yang signifikan dan merusak reputasi perusahaan (Wahdaniah et al., 2022). Dunia bisnis yang semakin kompetitif menjadikan perusahaan dituntut untuk menghasilkan *output* produksi dengan kualitas tinggi secara konsisten (Kompyurini & Wulandari, 2024). Pengendalian kualitas yang efektif dan efisien sangat diperlukan untuk memastikan bahwa setiap hasil produksi memenuhi atau bahkan melampaui ekspektasi pelanggan, serta meminimalkan biaya yang terkait dengan penyimpangan dalam proses produksi (Sari & Sunarso, 2024).

PT Wirakarya Sakti dan *PT Lontar Papyrus Pulp and Paper Industries*, yang keduanya merupakan bagian dari *Sinarmas Group*, memiliki hubungan strategis dalam rantai pasokan industri *pulp* dan kertas di Indonesia. PT Wirakarya Sakti, sebagai pemasok utama bahan baku kayu untuk *PT Lontar Papyrus Pulp and Paper Industries* di Provinsi Jambi, menghadapi tantangan dalam mempertahankan stabilitas produksi hariannya untuk mencapai target 1.044,82 ton. Berdasarkan analisis terhadap 245 data hasil produksi selama periode Mei hingga Desember 2024, ditemukan bahwa 121 data (49,4%) menunjukkan produksi di bawah target, sementara 124 data (50,6%) berada di atas target. Ketidakstabilan ini menimbulkan berbagai dampak negatif dalam rantai pasokan. Ketika produksi berada di bawah target, hal ini menyebabkan keterlambatan pasokan ke *PT Lontar Papyrus*, peningkatan biaya bahan baku alternatif, dan tertundanya pesanan, yang mengakibatkan penurunan pendapatan PT Wirakarya Sakti serta gangguan produksi *PT Lontar Papyrus*. Sebaliknya, ketika produksi melebihi target, timbul masalah penyimpanan, peningkatan biaya inventaris, dan risiko penurunan kualitas kayu bagi kedua perusahaan.

Pendekatan atau teknik statistik yang paling umum digunakan dalam pengendalian kualitas adalah *Statistical Quality Control (SQC)*, yang melibatkan pemantauan variabilitas produksi melalui penggunaan peta kendali (Dzakirah & Muhammad, 2024). Peta kendali berfungsi untuk memantau dan mengevaluasi kestabilan suatu produksi dengan tujuan mendeteksi perubahan atau pergeseran yang dapat memengaruhi kualitas hasil akhir (Montgomery, 2020). Penggunaan peta kendali memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi penyimpangan

yang terjadi secara lebih efektif, baik yang disebabkan oleh faktor internal maupun eksternal, dan melakukan perbaikan sebelum masalah tersebut berkembang menjadi lebih besar (Gupta, 2021). Deteksi dini terhadap pergeseran kualitas ini sangat penting untuk mengurangi variasi hasil produksi, menjaga konsistensi kualitas, dan meningkatkan efisiensi proses produksi (Resti et al., 2021).

Walter A. Shewhart mengembangkan serangkaian peta kendali yang saat ini dikenal sebagai peta kendali *Shewhart*. Beberapa tipe peta kendali *shewhart* yang umum digunakan antara lain: peta kendali $\bar{x}$ and R (untuk data variabel dengan ukuran subgrup kecil), peta kendali $\bar{x}$ and S (untuk data variabel dengan ukuran subgrup besar), serta peta kendali *Individual-Moving Range (I-MR)* (Montgomery, 2020). Peta kendali *shewhart* dirancang untuk mendeteksi pergeseran besar dalam proses, dimana setiap titik data dievaluasi secara independen tanpa mempertimbangkan pola historis sebelumnya (Montgomery, 2020).

Pada penerapan peta kendali untuk data *multiple samples* seperti yang terjadi pada kasus produksi harian di PT Wirakarya Sakti, metode *Shewhart Individual-Moving Range (I-MR)* menjadi pilihan yang tepat. Metode *I-MR* khusus diterapkan pada data dengan pengamatan individual dan cocok digunakan ketika data yang tersedia merupakan hasil pengukuran per hari (Montgomery, 2020). Metode ini menggunakan pendekatan statistik berbasis rata-rata bergerak untuk menentukan batas kendali atas dan bawah, dimana perhitungan ini memungkinkan deteksi penyimpangan yang signifikan dari nilai target (Nasruddin et al., 2024). Data produksi harian PT Wirakarya Sakti yang terdiri dari 245 sampel individu merupakan contoh ideal untuk penerapan metode *I-MR*, karena setiap data harian merepresentasikan satu sampel pengukuran yang independen namun berhubungan dalam rangkaian waktu.

Metode *Individual-Moving Range (I-MR)* menerapkan konsep matematika statistik melalui perhitungan *Moving Range (MR)* yang didefinisikan sebagai $MR_i = |x_i - x_{i-1}|$, mengukur variabilitas antara dua pengamatan berurutan (Montgomery, 2020). Meskipun metode ini efektif dalam mengidentifikasi pergeseran besar, Montgomery (2020) menunjukkan bahwa *I-MR* memiliki keterbatasan dalam mendeteksi pergeseran kecil karena hanya mempertimbangkan nilai individual tanpa memperhatikan pola kumulatif dari waktu ke waktu. Pergeseran kecil yang tidak terdeteksi sejak dini dapat berkembang menjadi masalah kualitas yang lebih besar dan mempengaruhi konsistensi produksi (Sahroni & Darajatun, 2024).

Sebagai pengembangan dari metode konvensional, *Cumulative Sum* (CUSUM) menawarkan pendekatan matematis yang lebih kompleks dengan memanfaatkan data historis melalui perhitungan kumulatif C_i^+ dan C_i^- (Montgomery, 2020). Keunggulan matematis CUSUM terletak pada kemampuannya mengakumulasi deviasi kecil secara sistematis melalui fungsi rekursif, dengan setiap nilai baru (C_i) bergantung pada nilai sebelumnya (C_{i-1}), memungkinkan deteksi pergeseran kecil yang lebih optimal. Pengembangan lebih lanjut dari CUSUM konvensional adalah CUSUM dengan *Fast Initial Response* (FIR) yang merupakan modifikasi untuk meningkatkan *sensitivitas* CUSUM di awal pemantauan proses. Keunggulan matematis *CUSUM FIR* diperkuat dengan konsep *head start value* sebesar $H/2$ untuk $i = 0$, suatu inovasi matematis yang meningkatkan *sensitivitas* di awal pemantauan proses. FIR memungkinkan CUSUM untuk memberikan sinyal lebih awal terhadap pergeseran yang terjadi pada fase awal pengendalian (Gupta, 2021).

Penerapan metode *I-MR* dan *CUSUM FIR* diusulkan sebagai solusi analitis yang komprehensif bagi PT Wirakarya Sakti. Kedua metode ini saling melengkapi dalam fungsinya, dimana metode *I-MR* akan digunakan untuk memantau variasi signifikan dalam proses produksi harian, sementara *CUSUM FIR* akan membantu mendeteksi pergeseran kecil yang mungkin tidak teridentifikasi oleh metode konvensional. Meskipun kedua metode ini bersifat komplementer, penelitian ini akan tetap melakukan perbandingan untuk menentukan metode yang paling efektif dalam konteks pengendalian kualitas produksi kayu. Kombinasi kedua metode ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih akurat tentang pergeseran kualitas produksi kayu, sehingga memungkinkan perusahaan untuk melakukan tindakan korektif secara tepat waktu guna mempertahankan konsistensi dalam mencapai target produksi harian sebesar 1.044,82 ton.

Pada penelitian Fernandez et al. (2024) menunjukkan bahwa metode *I-MR chart* berhasil digunakan dalam analisis dan pengendalian *throughput* di Pabrik Kelapa Sawit (PKS). Dari 75 data yang dikumpulkan, sebagian besar berada dalam batas kendali, meskipun terdapat beberapa data *out of control* yang kemudian diperbaiki melalui revisi. Hal ini membuktikan bahwa *I-MR chart* efektif dalam mendeteksi variasi dan memastikan kestabilan produksi, sehingga dapat digunakan sebagai alat pengendalian yang andal di industri kelapa sawit.

Penelitian Novoa dan Varela (2020) menerapkan CUSUM dalam pemantauan kualitas bedah toraks, CUSUM digunakan sebagai alat dalam *Statistical Quality Control* (SQC) untuk mendeteksi perubahan kecil dalam kualitas hasil operasi secara *real-time*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

metode ini lebih unggul dibandingkan *Shewhart chart* dalam analisis risiko di bidang kesehatan.

Meskipun penelitian Fernandez et al. (2024) dan Novoa dan Varela (2020) menunjukkan keberhasilan penerapan metode *I-MR* dan *CUSUM* secara terpisah, masih terdapat kesenjangan dalam literatur mengenai penggunaan kombinasi kedua metode tersebut dalam konteks industri *pulp* dan kertas. Penelitian-penelitian sebelumnya cenderung berfokus pada penerapan metode tunggal, padahal karakteristik produksi kayu membutuhkan pendekatan yang lebih komprehensif. Selain itu, belum ada studi yang menganalisis efektivitas penerapan *CUSUM FIR* dalam konteks produksi kayu untuk industri *pulp*. Penelitian ini akan mengisi kesenjangan tersebut dengan menganalisis efektivitas kombinasi metode *I-MR* dan *CUSUM FIR* dalam konteks spesifik industri *pulp* dan kertas.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan metode *I-MR* dalam mendeteksi pergeseran kualitas hasil produksi di PT Wirakarya Sakti serta mengevaluasi efektivitas metode *CUSUM FIR* dalam mengidentifikasi perubahan kecil yang sering kali tidak terdeteksi oleh metode konvensional. Perbandingan analisis *sensitivitas* antara kedua metode ini akan dilakukan untuk menentukan keunggulan masing-masing dalam menjaga stabilitas kualitas produksi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai strategi pengendalian kualitas yang optimal bagi PT Wirakarya Sakti, mengurangi risiko ketidakstabilan hasil produksi, serta memastikan konsistensi kualitas pasokan bahan baku kayu bagi *PT Lontar Papyrus Pulp and Paper Industries*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana penerapan metode *I-MR* dalam menganalisis pergeseran kualitas hasil produksi di PT Wirakarya Sakti?
2. Bagaimana penerapan metode *CUSUM FIR* dalam mendeteksi perubahan kualitas hasil produksi di PT Wirakarya Sakti?
3. Bagaimana perbandingan analisis *sensitivitas* pergeseran kualitas hasil produksi di PT Wirakarya Sakti dengan metode *I-MR* dan *CUSUM FIR*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis penerapan metode *I-MR* dalam mengidentifikasi variasi kualitas hasil produksi di PT Wirakarya Sakti.

2. Menganalisis penerapan metode *CUSUM FIR* dalam mendeteksi pergeseran kualitas hasil produksi di PT Wirakarya Sakti.
3. Membandingkan *sensitivitas* metode *I-MR* dan *CUSUM FIR* dalam mendeteksi pergeseran kualitas hasil produksi di PT Wirakarya Sakti.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Bagi Peneliti
Peneliti dapat memperdalam pemahaman tentang penerapan metode *I-MR* dan *CUSUM FIR* dalam pengendalian kualitas hasil produksi.
2. Bagi Pembaca
Menyediakan referensi praktis untuk penerapan metode statistik dalam pengendalian kualitas di bidang kehutanan.
3. Bagi Instansi Terkait (PT Wirakarya Sakti)
Perusahaan dapat meningkatkan kemampuan dalam mendeteksi pergeseran kecil dalam kualitas hasil produksi dengan menggunakan metode *I-MR* dan *CUSUM FIR*, yang membantu meningkatkan konsistensi hasil produksi.

1.5 Batasan Masalah

Mencegah meluasnya permasalahan dan menjaga fokus penelitian agar tetap terarah, penelitian ini dibatasi pada aspek-aspek berikut:

1. Penelitian hanya menggunakan data harian untuk hasil produksi kayu di PT Wirakarya Sakti, Camp Distrik II, periode Mei hingga Desember 2024.
2. Penelitian ini fokus pada penerapan metode *I-MR* dan *CUSUM FIR* dalam pengendalian kualitas hasil produksi.
3. Penelitian ini tidak mencakup analisis faktor-faktor lain yang mempengaruhi hasil produksi, seperti cuaca, tenaga kerja atau kondisi mesin.