V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan Independent Samples t-test terhadap data primer dan data sekunder. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem otomatis menunjukkan efisiensi operasional yang lebih baik

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem otomatis memberikan peningkatan efisiensi operasional dibandingkan sistem manual. Sistem otomatis mampu menurunkan konsumsi solar, konsumsi air, serta biaya pengolahan TBS secara signifikan. Seluruh parameter efisiensi menunjukkan nilai signifikansi $p < 0,01$, sehingga hipotesis yang menyatakan terdapat perbedaan nyata antara sistem produksi manual dan otomatis diterima. Pada data primer ditemukan bahwa penggunaan solar menurun dari 137,4% menjadi 113,9%, penggunaan air dari 105,6% menjadi 77,4%, dan biaya olah dari sekitar Rp20,24 menjadi Rp15,85/kg TBS pada sistem otomatis.

2. Sistem otomatis menunjukkan produktivitas yang lebih tinggi

Variabel produktivitas (pencapaian kapasitas dan produktivitas tenaga kerja) menunjukkan bahwa sistem otomatis menghasilkan pencapaian kapasitas olah yang lebih tinggi dibandingkan sistem manual. Selain itu produktivitas tenaga kerja (TPH/TK) juga meningkat secara signifikan karena jumlah operator yang diperlukan lebih sedikit pada sistem produksi otomatis. Hasil uji statistik menunjukkan seluruh parameter produktivitas memiliki nilai $p < 0,01$, sehingga terdapat perbedaan nyata antara kedua sistem produksi. Pada data primer ditemukan

bahwa pencapaian kapasitas olah meningkat dari 99,4% menjadi 107,8% terhadap budget, sedangkan produktivitas tenaga kerja meningkat dari 1,46 menjadi 1,99 TPH/TK.

3. Sistem otomatis menunjukkan losses produksi yang lebih rendah

Penelitian menunjukkan bahwa seluruh parameter *losses* memiliki nilai yang lebih rendah pada sistem produksi otomatis dibandingkan sistem manual dengan hasil uji statistik menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,01$). Pada data primer ditemukan bahwa oil losses pada EBS turun dari 0,34% menjadi 0,32%, fiber dari 0,53% menjadi 0,50%, dan final effluent dari 0,47% menjadi 0,44%. Kernel losses pada fiber cyclone turun dari 0,10% menjadi 0,09% dan LTDS dari 0,08% menjadi 0,03%.

4. Sistem otomatis menunjukkan kualitas CPO dan PK yang lebih baik

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh indikator kualitas produk sebagai indikator daya saing industri lebih baik pada sistem otomatis dibandingkan sistem manual. Parameter *Moisture & Impurities* (M&I) CPO, *Moisture & Impurities* PK serta *Broken kernel* menunjukkan nilai yang lebih rendah pada sistem otomatis dengan hasil pengujian statistik yang signifikan. Pada data primer ditemukan bahwa M&I CPO turun dari 0,20% menjadi 0,17%, M&I kernel dari 13,54% menjadi 10,55%, dan broken kernel dari 32,94% menjadi 25,93% pada sistem otomatis.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.

1. Bagi perusahaan perkebunan kelapa sawit

Perusahaan disarankan untuk secara bertahap melakukan transformasi menuju sistem produksi otomatis melalui penerapan PLC, SCADA, *sensor* proses, instrumentasi digital, serta sistem pemantauan berbasis data (*real-time monitoring*). Investasi tersebut diharapkan mampu meningkatkan efisiensi operasi dalam jangka panjang meskipun memerlukan biaya investasi awal yang relatif besar.

2. Bagi manajemen operasional pabrik

Manajemen pabrik perlu meningkatkan kompetensi operator melalui pelatihan mengenai PLC dan SCADA, instrumentasi proses, analisis data produksi, troubleshooting sistem otomatis, continuous improvement, lean manufacturing dan Total Productive Maintenance (TPM).

Peningkatan kompetensi sumber daya manusia menjadi faktor penting agar manfaat otomatisasi dapat dimanfaatkan secara optimal.

3. Bagi pengambil kebijakan perusahaan

Keputusan investasi pada otomatisasi sebaiknya tidak hanya mempertimbangkan biaya investasi awal, tetapi juga memperhitungkan manfaat jangka panjang berupa:

a. Penurunan biaya operasional
b. Peningkatan OER & KER
c. Penurunan *losses*
d. Peningkatan produktivitas tenaga kerja
e. Peningkatan kualitas produk
f. Peningkatan keuntungan perusahaan

4. Bagi industri kelapa sawit nasional

Hasil penelitian ini dapat dijadikan salah satu referensi dalam pengembangan industri sawit berbasis digital menuju Smart Palm Oil Mill. Penerapan teknologi otomatisasi maupun AI (*Artificial Intelligence*) diharapkan mampu meningkatkan daya saing industri nasional menghadapi tantangan global, termasuk tuntutan efisiensi energi, keberlanjutan, ketelusuran (traceability), serta standar mutu internasional.

5. Bagi peneliti selanjutnya

Penelitian berikutnya disarankan untuk:

a. Memperluas jumlah sampel sehingga melibatkan lebih banyak pabrik kelapa sawit dengan berbagai kapasitas.
b. Menambahkan variabel penelitian seperti Overall Equipment Effectiveness (OEE), konsumsi energi listrik, downtime, availability, reliability, *maintenance* cost, Return on Investment (ROI), Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), serta emisi karbon.
c. Mengkaji aspek sosial dan organisasi, seperti kesiapan SDM terhadap transformasi digital, perubahan budaya kerja, dan dampak otomatisasi terhadap keselamatan kerja.