TRANSFORMASI SISTEM PRODUKSI PABRIK KELAPA SAWIT DARI MANUAL KE OTOMATIS DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI DAN DAYA SAING INDUSTRI

Tesis

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

Mencapai derajat Sarjana S – 2

Program Pasca Sarjana

Magister Manajemen Perkebunan

Diajukan oleh:

MAS HURI HARI RUSDI

241507MMP

Kepada

PROGRAM PASCASARJANA

MAGISTER MANAJEMEN PERKEBUNAN

INSTITUT PERTANIAN STIPER

YOGYAKARTA

2026

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

Transformasi Sistem Produksi Pabrik Kelapa Sawit dari Manual ke Otomatis dalam Meningkatkan Efisiensi dan Daya Saing Industri

yang dipersiapkan dan disusun oleh

MAS HURI HARI RUSDI
241507MMP

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada tanggal: 4 September 2026

Susunan Dewan Penguji

Dosen Pembimbing I,

Prof. Dr. Ir. Hermantoro, M.S.

Dosen Penguji,

Dr. Ir. Adi Ruswanto, M.P.

Dosen Pembimbing II,

Dr. Ir. Sushardi, M.P.

Mengetahui

Direktur Pascasarjana

Magister Manajemen Perkebunan INSTIPER Yogyakarta

Prof. Dr. Ir. Hermantoro, M.S., IPU

PERNYATAAN ORIGINALITAS KARYA

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Mas Huri Hari Rusdi

NIM : 241507MMP

Email : samrusdi@gmail.com

Program Studi : Manajemen Perkebunan

Fakultas : Pascasarjana

Judul Tesis : TRANSFORMASI SISTEM PRODUKSI PABRIK KELAPA SAWIT DARI MANUAL KE OTOMATIS DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI DAN DAYA SAING INDUSTRI

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah mendapatkan gelar kesarjanaan baik di Institut Pertanian STIPER Yogyakarta
2. Hasil karya saya ini bukan saduran/terjemahan melainkan merupakan gagasan, rumusan dan hasil pelaksanaan penelitian dan implementasi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik dan narasumber penelitian.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar Pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya saya ini, serta sanksi lain yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Pertanian STIPER Yogyakarta

Yogyakarta, 27 September 2026

Yang menyatakan,



Mas Huri Hari Rusdi

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya sehingga tulisan tesis dengan judul "**Transformasi Sistem Produksi Pabrik Kelapa Sawit dari Manual ke Otomatis dalam Meningkatkan Efisiensi dan Daya Saing Industri**" ini dapat terselesaikan sesuai dengan harapan penulis. Selanjutnya penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

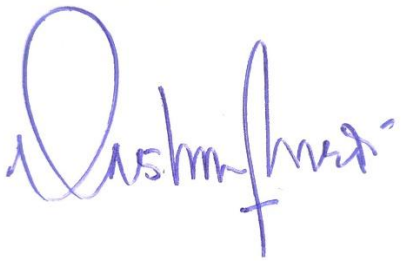
1. Prof. Dr. Ir. Hermantoro, M.S., IPU., ASEAN Eng., APEC Eng. selaku dosen pembimbing I dan Dr. Ir. Sushardi, M.P. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan dukungan dalam bentuk motivasi moral, bimbingan dan arahan sejak penyusunan proposal hingga penulisan tesis ini selesai.
2. Pihak perusahaan dan manajemen Best Agro International dan Karyamas Plantation yang telah memfasilitasi tempat penelitian dan data pendukung yang dibutuhkan dalam penelitian ini.
3. Keluarga tercinta (Ibu Jamiatul, Istri Vera Ervina, Anak Achmad Mudzakiy, Afiya Khairani dan Arkana Zafran) yang selalu memberikan dorongan semangat, motivasi dan harapan untuk tetap berkarya dalam mencari ilmu dan mencari nafkah.
4. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tulisan ini.

Tulisan ini penulis dedikasikan untuk keluarga tercinta, sahabat dan juga perusahaan tempat penulis berkarya beserta semua pimpinan dan teman seprofesi dalam perusahaan untuk terus berkarya sesuai dengan salah satu value perusahaan

yaitu perbaikan yang berkelanjutan dan inovasi dalam usaha mengatasi persoalan dan masalah yang selalu dinamis dan berkembang.

Dengan kerendahan hati penulis mempersilakan apabila ada masukan berupa kritik dan saran yang bertujuan untuk menyempurnakan tulisan ini agar lebih bermanfaat dan aplikatif di masa mendatang. Dari dalam lubuk hati yang paling dalam, penulis memohon maaf kepada semua pihak atas semua hal yang tidak berkenan terkait dengan penulisan tesis ini.

Yogyakarta, 24 September 2026



MAS HURI HARI RUSDI

ABSTRAK

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor strategis dalam perekonomian Indonesia, namun pabrik kelapa sawit (PKS) dengan sistem produksi manual masih menghadapi kendala berupa tingginya ketergantungan terhadap operator, penggunaan sumber daya yang kurang efisien, produktivitas yang belum optimal, serta potensi losses produksi yang dapat memengaruhi daya saing industri. Perkembangan teknologi otomasi melalui Programmable Logic Controller (PLC) dan Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) memberikan peluang untuk meningkatkan pengendalian dan konsistensi proses produksi. Penelitian ini bertujuan menganalisis perbedaan efisiensi operasional, produktivitas, losses produksi, dan daya saing industri antara sistem produksi manual dan otomatis pada pabrik kelapa sawit. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif komparatif dengan data primer dan sekunder yang diperoleh dari dua pabrik kelapa sawit yang menerapkan sistem produksi manual dan otomatis. Data primer diperoleh melalui observasi selama 10 hari, sedangkan data sekunder menggunakan data operasional selama 12 bulan tahun 2025. Analisis data dilakukan menggunakan statistik deskriptif, uji normalitas, uji homogenitas, dan Independent Samples t-test pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem produksi otomatis memiliki efisiensi operasional yang lebih baik, produktivitas yang lebih tinggi, losses minyak dan kernel lebih rendah serta kualitas minyak dan kernel yang lebih baik dengan perbedaan yang signifikan ($p < 0,01$). Dengan demikian, sistem produksi otomatis menunjukkan kinerja yang lebih baik yaitu solar dari 137,4% menjadi 113,9%, air dari 105,6% menjadi 77,4%, biaya olah dari Rp20,24 menjadi Rp15,85/kg TBS, kapasitas olah meningkat dari 99,4% menjadi 107,8%, produktivitas tenaga kerja meningkat dari 1,46 menjadi 1,99 TPH/TK, *losses* yang lebih rendah yaitu 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%, 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%, sehingga mendukung peningkatan daya saing industri kelapa sawit.

Kata kunci: otomatisasi, efisiensi, produktivitas, losses, daya saing.

ABSTRACT

The palm oil industry is a strategic sector of the Indonesian economy; however, palm oil mills (POMs) utilizing manual production systems still face challenges such as high operator dependency, inefficient resource utilization, suboptimal productivity, and potential production losses that can impact industrial competitiveness. Advancements in automation technology—specifically Programmable Logic Controllers (PLCs) and Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) systems—offer opportunities to enhance production process control and consistency. This study aims to analyze differences in operational efficiency, productivity, production losses, and industrial competitiveness between manual and automated production systems in palm oil mills. A comparative, descriptive-quantitative approach was employed, utilizing primary and secondary data obtained from two palm oil mills—one utilizing a manual system and the other an automated system. Primary data were gathered through 10 days of observation, while secondary data consisted of operational records covering the 12 months of 2025. Data analysis involved descriptive statistics, normality and homogeneity tests, and an Independent Samples t-test at a 5% significance level. The results indicate that the automated production system demonstrates superior operational efficiency, higher productivity, lower oil and kernel losses, and better oil and kernel quality, with statistically significant differences ($p < 0.01$). Thus, the automated production system demonstrated improved performance: diesel consumption decreased from 137.4% to 113.9% and water usage from 105.6% to 77.4%; processing costs dropped from Rp20.24 to Rp15.85 per kg of FFB; processing capacity increased from 99.4% to 107.8%; labor productivity increased from 1.46 to 1.99 TPH/worker; and losses were reduced—specifically, EBS fell from 0.34% to 0.32%, fiber from 0.53% to 0.50%, and final effluent from 0.47% to 0.44%. Additionally, kernel losses in the fiber cyclone dropped from 0.10% to 0.09% and in the LTDS from 0.08% to 0.03%; M&I CPO decreased from 0.20% to 0.17%, M&I kernel from 13.54% to 10.55%, and broken kernels from 32.94% to 25.93%, thereby supporting the enhanced competitiveness of the palm oil industry.

Keywords: *automation, efficiency, productivity, losses, competitiveness.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....i**Error! Bookmark not defined.**

HALAMAN PERNYATAAN iii

PRAKATA ivv

ABSTRAK vii

ABSTRACT vii

DAFTAR ISI viii

DAFTAR TABEL xii

DAFTAR GAMBAR xiii

LAMPIRAN xv

I. PENDAHULUAN 1

A. Latar Belakang 1

B. Identifikasi Masalah 2

C. Rumusan Masalah 2

D. Tujuan Penelitian 3

E. Manfaat Penelitian 3

1. Manfaat Teoritis 3

2. Manfaat Praktis 3

F. Batasan Penelitian 4

G. Keaslian Penelitian 4

II. TINJAUAN PUSTAKA 5

A. Perkebunan Kelapa Sawit 5

B. Sistem Produksi pada Pabrik Kelapa Sawit 7
1. Sistem Produksi Manual pada Pabrik Kelapa Sawit 9
2. Sistem Produksi Otomatis pada Pabrik Kelapa Sawit 9
C. Konsep Efisiensi dalam Sistem Produksi 10
D. Produktivitas Pabrik Kelapa Sawit 11
E. *Losses* Produksi pada Pabrik Kelapa Sawit 12
F. Daya Saing Industri 12
G. Otomatisasi, Industri 4.0, dan Pabrik Kelapa Sawit 13
H. Penelitian Terdahulu 15
I. Kerangka Pemikiran Konseptual 17
J. Hipotesis Penelitian 18
III. METODE PENELITIAN 19
A. Tempat Penelitian 19
B. Waktu Penelitian 35
C. Alat dan Bahan 35
D. Rencana Penelitian 35
E. Jenis Penelitian 37
F. Metode Pengambilan Data 37
1. Efisiensi Operasional 38
2. Produktivitas Produksi 39
3. *Losses* 40
4. Daya Saing Industri 41
G. Objek Penelitian 42

H. Variabel Penelitian 42
I. Analisis dan Pengujian Data 43
1. Uji Normalitas 43
2. Uji Homogenitas 44
3. Uji Hipotesis 45
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 46
A. Efisiensi Operasional 46
B. Produktivitas 55
C. Losses 65
D. Kualitas CPO dan PK (Daya Saing Industri) 77
V. KESIMPULAN DAN SARAN 86
A. Kesimpulan 86
1. Sistem otomatis menunjukkan efisiensi operasional yang lebih baik .. 86
2. Sistem otomatis menunjukkan produktivitas yang lebih tinggi 86
3. Sistem otomatis menunjukkan losses produksi yang lebih rendah 87
4. Sistem otomatis menunjukkan kualitas CPO dan PK yang lebih baik . 87
B. Saran 87
DAFTAR PUSTAKA 90
LAMPIRAN 93

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Luas Area Perkebunan Kelapa Sawit di Indonesia 5

Tabel 2. Waktu Penelitian 35

Tabel 3. Jumlah Sampel Penelitian 37

Tabel 4. Data Konsumsi Solar..... 38

Tabel 5. Data Konsumsi Air..... 39

Tabel 6. Data Biaya Olah 39

Tabel 7. Data Kapasitas Olah terhadap *Budget*..... 40

Tabel 8. Data Produktivitas Tenaga Kerja 40

Tabel 9. Data Oil *Losses* dan Kernel *Losses* 41

Tabel 10. Data Kualitas Produk (CPO & Kernel)..... 42

Tabel 11. Variabel Pengamatan..... 43

Tabel 12. Rerata Pemakaian Solar terhadap *Budget* 47

Tabel 13. Rerata Pemakaian Air terhadap *Budget*..... 47

Tabel 14. Biaya Olah..... 48

Tabel 15. Syarat Uji Independent Samples t-test Efisiensi (Primer)..... 49

Tabel 16. Independent Samples t-test Efisiensi Data Primer 50

Tabel 17. Syarat Uji Independent Samples t-test Efisiensi (Sekunder)..... 51

Tabel 18. Independent Samples t-test Efisiensi Data Sekunder..... 51

Tabel 19. Rerata Pencapaian Kapasitas terhadap *Budget* (%)..... 55

Tabel 20. Rerata Produktivitas (TPH/TK)..... 55

Tabel 21. Syarat Uji Independent Samples t-test Produktivitas (Primer) 56

Tabel 22. Independent Samples t-test Produktivitas Data Primer..... 57

Tabel 23. Syarat Uji Independent Samples t-test Produktivitas (Sekunder) .. 58
Tabel 24. Independent Samples t-test Produktivitas Data Sekunder..... 59
Tabel 25. Jumlah Tenaga Kerja..... 62
Tabel 26. Biaya Upah Pokok Karyawan PKS Tahun 2026..... 64
Tabel 27. Rerata Oil Losses in Empty Bunch Stalk (%)..... 66
Tabel 28. Rerata Oil Losses in Fiber ex. Press..... 66
Tabel 29. Rerata Oil Losses in Final effluent..... 66
Tabel 30. Rerata Kernel Losses in Fiber cyclone..... 67
Tabel 31. Rerata Kernel Losses in LTDS..... 67
Tabel 32. Syarat Uji Independent Samples t-test Losses (Primer)..... 68
Tabel 33. Independent Samples t-test Losses Data Primer 69
Tabel 34. Syarat Uji Independent Samples t-test Losses (Sekunder)..... 71
Tabel 35. Independent Samples t-test Losses Data Sekunder..... 72
Tabel 36. Rerata *Moisture & Impurities* CPO..... 78
Tabel 37. Rerata Moisture & Impurities PK 78
Tabel 38. Rerata Broken kernel..... 78
Tabel 39. Syarat Uji Independent Samples t-test Kualitas (Primer) 79
Tabel 40. Independent Samples t-test Kualitas CPO & PK Data Primer..... 80
Tabel 41. Syarat Uji Independent Samples t-test Kualitas (Sekunder) 81
Tabel 42. Independent Samples t-test Kualitas CPO & PK Data Sekunder... 82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Alur proses Pabrik Kelapa Sawit Manual 8

Gambar 2. Alur proses Pabrik Kelapa Sawit Otomatis 8

Gambar 3. Kerangka Pemikiran 17

Gambar 4. SCADA Stasiun Loading ramp 20

Gambar 5. SCADA Stasiun Sterilizer 20

Gambar 6. SCADA Tippler 20

Gambar 7. SCADA Stasiun *Threshing* 24

Gambar 8. SCADA Stasiun Digesting & Press 24

Gambar 9. SCADA Stasiun Clarification 1 24

Gambar 10. SCADA Stasiun Clarification 2 25

Gambar 11. SCADA Stasiun Nut & Kernel 1 29

Gambar 12. SCADA Stasiun Nut & Kernel 2 29

Gambar 13. SCADA Stasiun Boiler 29

Gambar 14. SCADA Stasiun Engine Room 30

Gambar 15. SCADA Stasiun Water Treatment Plant 30

Gambar 16. Bagan Alur Rencana Penelitian 36

Gambar 17. Grafik Efisiensi Operasional (Data Primer) 52

Gambar 18. Grafik Efisiensi Operasional (Data Sekunder) 53

Gambar 19. Grafik Produktivitas (Data Primer) 60

Gambar 20. Grafik Produktivitas (Data Sekunder) 60

Gambar 21. Auto Transfer Carriage 62

Gambar 22. Mekanisasi Pengambilan Sampel Otomatis 63

Gambar 23. Grafik Losses (Data Primer)..... 73
Gambar 24. Grafik Losses (Data Sekunder)..... 73
Gambar 25. Weighing Hopper 74
Gambar 26. SCADA Press & Digester..... 75
Gambar 27. Otomatisasi Press dan Digester 75
Gambar 28. CFM Meter 76
Gambar 29. Grafik Kualitas (Data Primer) 83
Gambar 30. Grafik Kualitas (Data Sekunder) 83
Gambar 31. Auto Skimmer CST & NIR Foss..... 84

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Primer Efisiensi Operasional 93

Lampiran 2. Data Sekunder Efisiensi Operasional 94

Lampiran 3. Data Primer Produktivitas 94

Lampiran 4. Data Sekunder Produktivitas 95

Lampiran 5. Data Primer Losses 95

Lampiran 6. Data Sekunder Losses 96

Lampiran 7. Data Primer Kualitas Produk 96

Lampiran 8. Data Sekunder Kualitas Produk 97