ANALISIS PERBANDINGAN AKURASI DAN KETELUSURAN DATA PRODUKSI PANEN TANDAN BUAH SEGAR (TBS) PER BLOK SEBELUM DAN SESUDAH IMPLEMENTASI SISTEM DIGITAL BERBASIS GEOFENCING PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Tesis

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

Mencapai derajat Sarjana S – 2

Program Pasca Sarjana

Magister Manajemen Perkebunan



Diajukan oleh

ROGERIO SALVADOR MADEIRA

241520MMP

Kepada

PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER MANAJEMEN PERKEBUNAN
INSTITUT PERTANIAN STIPER
YOGYAKARTA
2026

Halaman Pengesahan

TESIS

Analisis Perbandingan Akurasi dan Ketelusuran Data Produksi Panen Tandan Buah Segar (TBS) per Blok Sebelum dan Sesudah Implementasi Sistem Digital Berbasis Geofencing pada Perkebunan Kelapa Sawit

yang dipersiapkan dan disusun oleh

ROGERIO SALVADOR MADEIRA

241520MMP

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada tanggal 4 September 2026

Susunan Dewan Penguji

Dosen Pembimbing I,	Dosen Penguji,
Prof. Dr. Ir. Hermantoro, M.S.	**Dina Mardhatillah, S.TP., M.Si., Ph.D.**

Dosen Pembimbing II,

Dr. Yohana Th. Maria Astuti, M. Si.

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 : ROGERIO SALVADOR MADEIRA

NIM : 241520MMP

Email : rogeriomadeiraa.rm@gmail.com

Program Studi : Manajemen Perkebunan

Fakultas : Pascasarjana

Judul Tesis : ANALISIS PERBANDINGAN AKURASI DAN KETELUSURAN DATA PRODUKSI PANEN TANDAN BUAH SEGAR (TBS) PER BLOK SEBELUM DAN SESUDAH IMPLEMENTASI SISTEM DIGITAL BERBASIS GEOFENCING PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

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,



ROGERIO SALVADOR MADEIRA

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul "Analisis Perbandingan Akurasi dan Ketelusuran Data Produksi Panen Tandan Buah Segar (TBS) per Blok Sebelum dan Sesudah Implementasi Sistem Digital Berbasis *Geofencing* pada Perkebunan Kelapa Sawit".

Tesis ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Pascasarjana Magister Manajemen Perkebunan, Institut Pertanian Stiper (INSTIPER) Yogyakarta. Penelitian ini membahas perbandingan kondisi sebelum dan sesudah implementasi sistem digital berbasis geofencing, khususnya dalam aspek akurasi dan ketelusuran (*traceability*) data produksi panen serta efisiensi administrasi pengelolaan data panen.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan tesis ini. Penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta menjadi bahan evaluasi dalam penerapan sistem digital pada pengelolaan data produksi panen di perkebunan kelapa sawit.

Yogyakarta, 04 September 2026

Penulis,

Rogerio Salvador Madeira

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan tesis ini, penulis memperoleh bantuan, bimbingan, dukungan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Harsawardana, M.Eng., selaku Rektor Institut Pertanian Stiper (INSTIPER) Yogyakarta.
2. Prof. Dr. Ir. Hermantoro, M.S., IPU, selaku Direktur Pascasarjana Institut Pertanian Stiper (INSTIPER) Yogyakarta sekaligus Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan selama proses penyusunan tesis ini.
3. Dr. Yohana Th. Maria Astuti, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan dalam penyusunan tesis ini.
4. Seluruh dosen dan staf Program Pascasarjana Magister Manajemen Perkebunan Institut Pertanian Stiper (INSTIPER) Yogyakarta yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan dukungan selama proses pendidikan.
5. Manajemen dan seluruh pihak terkait di PT X, Estate XXXX, yang telah memberikan kesempatan, dukungan, serta akses terhadap data yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian ini.
6. Keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan, semangat, dan motivasi selama penulis menempuh pendidikan dan menyelesaikan tesis ini.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan tesis ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyampaikan terima kasih atas seluruh bantuan dan dukungan yang telah diberikan. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan pengelolaan perkebunan kelapa sawit.

Yogyakarta, 04 September 2026

Penulis,

Rogerio Salvador Madeira

DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan ..... **ii**

PERNYATAAN ..... **iii**

KATA PENGANTAR ..... **iv**

UCAPAN TERIMA KASIH ..... **v**

DAFTAR ISI ..... **vi**

DAFTAR TABEL ..... **ix**

DAFTAR GAMBAR ..... **x**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xi**

ABSTRAK ..... **xii**

INTISARI ..... **xiii**

I. PENDAHULUAN **1**

A. Latar belakang 1

B. Perumusan masalah 6

C. Tujuan penelitian 6

D. Manfaat Penelitian 7

E. Keaslian Penelitian 7

II. TINJAUAN PUSTAKA **9**

A. Tinjauan Pustaka 9

B. Kerangka Penelitian 23

C. Landasan Teori 26

D. Hipotesis.....30

III. METODE PENELITIAN.....31

A. Waktu dan Tempat.....31

B. Alat dan Bahan.....31

C. Rancangan Penelitian.....32

D. Pelaksanaan Penelitian.....33

E. Variabel Pengamatan.....36

F. Metode Pengambilan Data.....43

G. Analisis Data.....44

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....48

A. Akurasi Data Produksi Panen TBS per Blok (Y_1).....48

B. Ketelusuran (*Traceability*) Data Produksi Panen TBS hingga Tingkat Blok dan TPH (Y_2).....51

C. Efisiensi Administrasi Pengelolaan Data Panen (Y_3).....55

V. KESIMPULAN DAN SARAN.....59

A. Kesimpulan.....59

B. Saran.....59

DAFTAR PUSTAKA.....61

DAFTAR LAMPIRAN.....63

Lampiran 1.....63

Lampiran 2.....66

Lampiran 3.....70

Lampiran 4.....71

Lampiran 5.....74

Lampiran 6.....77

Lampiran 7.....78

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Definisi Operasional Variabel Penelitian 38

Tabel 2. Jumlah Data Produksi Panen Berdasarkan Periode Penelitian 48

Tabel 3. Hasil Analisis Akurasi Data Produksi Panen Sebelum dan Sesudah Implementasi Sistem Digital Berbasis Geofencing 49

Tabel 4. Tingkat Ketelusuran (Traceability) Data Produksi Panen per Blok Sebelum dan Sesudah Implementasi Sistem Digital Berbasis Geofencing 52

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas Shapiro–Wilk Tingkat Ketelusuran Data Produksi Panen 53

Tabel 6. Hasil Wilcoxon Signed Rank Test Tingkat Ketelusuran Data Produksi Panen 54

Tabel 7. Efisiensi Administrasi Pengelolaan Data Panen Sebelum dan Sesudah Implementasi Sistem Digital Berbasis Geofencing 56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka Berpikir Penelitian 25

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rekapitulasi Data Produksi Panen Sebelum Implementasi Sistem Digital Berbasis *Geofencing* 63
Lampiran 1A. Contoh Buku Potong Buah (BPtB) Periode Sebelum Implementasi 64
Lampiran 1B. Contoh Buku Kutip Brondolan (BKtB) Periode Sebelum Implementasi 65
Lampiran 2. Rekapitulasi Data Transaksi Produksi Panen Sesudah Implementasi Sistem Digital Berbasis *Geofencing* 66
Lampiran 2A. Tampilan Data Transaksi Produksi Panen dan Rekaman GPS pada Blok F-47 Periode April 2024 67
Lampiran 2B. Tampilan Rekaman GPS Transaksi Produksi Panen pada Blok F-48 Periode Mei 2024 68
Lampiran 2C. Contoh Dokumentasi Digital Transaksi Produksi Panen pada Sistem 69
Lampiran 3. Rekapitulasi Data Transaksi Produksi Panen Sebelum dan Sesudah Implementasi Sistem Digital Berbasis *Geofencing* 70
Lampiran 4. Pembentukan Master Data TPH Geofencing 71
Lampiran 5. Penerapan Geofencing Pada Aplikasi Panen 74
Lampiran 6. Tampilan Data Produksi Panen Berdasarkan Blok Setelah Implementasi Geofencing 77
Lampiran 7. Peta GPS Transaksi Produksi Panen Periode April–Juni 2024 78

ABSTRAK

Digitalization of harvest production data management can support improvements in information quality in oil palm plantation operations. Prior to implementation, the recording system already provided information on block identity and the location/identity of Harvest Collection Points (TPH), but it was not yet equipped with digital validation attributes such as GPS coordinates, timestamps, and digital documentation. This study aims to analyze the accuracy, traceability, and administrative efficiency of harvest production data management before and after the implementation of a geofencing-based digital system.

A geofencing-based digital system enables harvest production data to be supplemented with location and recording-time information. Data accuracy was assessed based on block identity, TPH location/identity, GPS coordinates, and timestamps, while traceability was assessed based on the availability of these attributes together with digital documentation. Administrative efficiency was assessed in terms of data-entry operator requirements based on the number of operators, the number of divisions served, and the operator-to-division ratio.

The study was conducted in Division 1, Estate XXXX, PT X, West Bangka Regency, using a comparative quantitative approach with a before–after design involving the same 28 blocks. The pre-implementation period was January–March 2024, while the post-implementation period was April–June 2024. Data accuracy and administrative efficiency were analyzed using comparative descriptive analysis, while traceability was analyzed descriptively and tested using the Wilcoxon Signed Rank Test after the Shapiro–Wilk test indicated that the differences were not normally distributed.

The results showed that the geofencing-based digital system strengthened data accuracy through digital validation attributes, with GPS recorded in 99.98% of transactions and timestamps in 100% of transactions. The average traceability level increased from 40% to 99.996%, representing an increase of 59.996 percentage points, and the difference was statistically significant (p-value < 0.001). The number of data-entry operators decreased from 4 to 2 while serving the same 4 divisions, reducing the operator-to-division ratio from 1.00 to 0.50 and resulting in a 50% improvement in administrative efficiency.

The implementation of the geofencing-based digital system strengthened the validation mechanism, significantly improved the traceability of harvest production data, and increased administrative efficiency in terms of data-entry operator requirements. Further system optimization is needed to maintain the completeness and consistency of digital attributes in supporting harvest production data management.

Keywords: geofencing, data traceability, oil palm

INTISARI

Digitalisasi pengelolaan data produksi panen dapat mendukung peningkatan kualitas informasi dalam kegiatan operasional perkebunan kelapa sawit. Sistem pencatatan sebelum implementasi telah menyediakan informasi identitas blok dan lokasi/identitas Tempat Penampungan Hasil (TPH), namun belum dilengkapi atribut validasi digital berupa koordinat GPS, *timestamp*, dan dokumentasi digital. Penelitian ini bertujuan menganalisis akurasi, ketelusuran (*traceability*), dan efisiensi administrasi pengelolaan data produksi panen sebelum dan sesudah implementasi sistem digital berbasis *geofencing*.

Sistem digital berbasis *geofencing* memungkinkan data produksi panen dilengkapi informasi lokasi dan waktu pencatatan. Akurasi data ditinjau berdasarkan identitas blok, lokasi/identitas TPH, koordinat GPS, dan *timestamp*, sedangkan ketelusuran ditinjau berdasarkan ketersediaan atribut tersebut ditambah dokumentasi digital. Efisiensi administrasi ditinjau dari kebutuhan operator input berdasarkan jumlah operator, jumlah divisi yang dilayani, dan rasio operator per divisi.

Penelitian dilaksanakan di Divisi 1, Estate XXXX, PT X, Kabupaten Bangka Barat menggunakan pendekatan kuantitatif komparatif dengan desain *before–after* pada 28 blok yang sama. Periode sebelum implementasi adalah Januari–Maret 2024 dan sesudah implementasi April–Juni 2024. Akurasi dan efisiensi administrasi dianalisis secara deskriptif komparatif, sedangkan ketelusuran dianalisis secara deskriptif dan diuji menggunakan Wilcoxon Signed Rank Test setelah uji Shapiro–Wilk menunjukkan selisih data tidak berdistribusi normal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem digital berbasis *geofencing* memperkuat akurasi data melalui atribut validasi digital, dengan GPS terekam pada 99,98% transaksi dan *timestamp* pada 100% transaksi. Rata-rata ketelusuran meningkat dari 40% menjadi 99,996% atau sebesar 59,996 poin persentase dan berbeda signifikan (p-value < 0,001). Jumlah operator input menurun dari 4 menjadi 2 orang untuk 4 divisi, sehingga rasio operator per divisi menurun dari 1,00 menjadi 0,50 dan menghasilkan peningkatan efisiensi administrasi sebesar 50%.

Implementasi sistem digital berbasis *geofencing* memperkuat mekanisme validasi, meningkatkan ketelusuran data produksi panen secara signifikan, dan meningkatkan efisiensi administrasi dari aspek kebutuhan operator input. Optimalisasi sistem diperlukan untuk menjaga kelengkapan dan konsistensi atribut digital dalam mendukung pengelolaan data produksi panen.

Kata kunci: *geofencing*, ketelusuran data, kelapa sawit