

Perancangan Sistem Informasi Pencatatan Panen Sawit menggunakan Keamanan *Two-Factor Authentication*

Design of a Palm Oil Harvest Recording Information System using Two-Factor Authentication Security

^{1,2}Jefry Subastian*, ²Mansur

^{1,2}Program Studi Keamanan Sistem Informasi, Jurusan Teknik Informatika, Politeknik Negeri
Bengkalis

^{1,2}Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Indonesia

*e-mail: jefrysubastian21@gmail.com

(received: 8 December 2025, revised: 23 December 2025, accepted: 25 December 2025)

Abstrak

Proses pencatatan panen kelapa sawit pada banyak kelompok tani masih dilakukan secara manual, sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan, keterlambatan pelaporan, dan kesulitan dalam memverifikasi data panen. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem informasi pencatatan panen kelapa sawit berbasis web yang mendukung proses pencatatan panen oleh petani, verifikasi panen oleh agen, pemantauan pengangkutan oleh supir, serta penyajian informasi panen melalui *dashboard* bagi owner. Sistem dirancang dengan menambahkan mekanisme keamanan *Two-Factor Authentication* (2FA) menggunakan verifikasi *One-Time Password* (OTP) sebagai lapisan autentikasi tambahan untuk meningkatkan keamanan akses pengguna. Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah *System Development Life Cycle* (SDLC) model *Waterfall* yang meliputi tahap analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Hasil pengujian menggunakan *Black-Box Testing* menunjukkan bahwa seluruh fitur utama sistem berfungsi sesuai kebutuhan pengguna. Selain itu, pengujian penerimaan pengguna menggunakan pendekatan *usability testing* dengan instrumen *System Usability Scale* (SUS) memperoleh nilai rata-rata sebesar 72,5 yang berada pada kategori *Good*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan 2FA melalui OTP mampu meningkatkan keamanan autentikasi tanpa mengurangi kemudahan penggunaan sistem. Sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan transparansi proses pencatatan panen kelapa sawit serta berpotensi diterapkan pada kelompok tani atau unit usaha sejenis.

Kata kunci: sistem informasi, *one-time password*, panen kelapa sawit, keamanan, *two-factor authentication*

Abstract

The palm oil harvest recording process in many farmer groups is still carried out manually, which may lead to recording errors, delays in reporting, and difficulties in verifying harvest data. This study aims to design and develop a web-based palm oil harvest recording information system that supports harvest data entry by farmers, harvest verification by agents, transportation monitoring by drivers, and the presentation of harvest information through a dashboard for the owner. The system is designed by integrating a *Two-Factor Authentication* (2FA) security mechanism using *One-Time Password* (OTP) verification as an additional authentication layer to enhance user access security. The software development method applied in this study is the *System Development Life Cycle* (SDLC) *Waterfall* model, which includes requirement analysis, system design, implementation, testing, and maintenance stages. *Black-box testing* results indicate that all main system features function properly according to user requirements. In addition, user acceptance testing using usability testing with the *System Usability Scale* (SUS) instrument obtained an average score of 72.5, which falls into the *Good* category. These results suggest that implementing OTP-based 2FA improves authentication security without reducing system usability. The developed system is able to enhance the efficiency, accuracy, and transparency of the palm oil harvest recording process and has the potential to be implemented in farmer groups or similar business units.

Keywords: information system, *one-time password*, palm oil harvest, security, *two-factor authentication*

1 Pendahuluan

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan strategis di Indonesia yang berperan besar dalam menopang perekonomian masyarakat di berbagai daerah. Proses pencatatan hasil panen menjadi kegiatan penting dalam rantai pengelolaan komoditas ini karena berkaitan langsung dengan perhitungan produksi, pelacakan distribusi, serta transparansi transaksi antara petani, agen, dan pemilik usaha. Namun, di banyak wilayah pedesaan, proses pencatatan tersebut masih dilakukan secara manual menggunakan catatan buku atau formulir kertas. Metode konvensional ini kerap menimbulkan berbagai permasalahan, seperti duplikasi data, risiko kehilangan informasi, keterlambatan rekapitulasi, dan sulitnya melakukan pelacakan riwayat panen secara sistematis. Kondisi ini sejalan dengan temuan beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa pencatatan dan pelaporan manual pada sektor perkebunan sawit menjadi penyebab ketidakefisienan dan rawan terjadinya ketidaksesuaian data antar pihak yang terlibat [1].

Digitalisasi menjadi solusi yang semakin relevan dalam menghadapi tantangan tersebut. Berbagai penelitian telah mengembangkan sistem informasi berbasis web untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan data pertanian. Misalnya, penelitian mengenai aplikasi My Sawit menunjukkan bahwa digitalisasi mampu membantu menyediakan layanan informasi yang lebih cepat dan terstruktur, meskipun implementasinya masih menghadapi kendala terkait fitur dan kemudahan penggunaan [2]. Selain itu, penelitian lain pada sektor pertanian juga menunjukkan keberhasilan sistem berbasis web dalam meningkatkan akurasi dan efisiensi manajemen data, seperti pada [3], [4], dan [5].

Lebih dekat dengan konteks penelitian ini, sebuah studi terbaru mengembangkan sistem monitoring pengangkutan dan pelaporan hasil panen kelapa sawit berbasis web untuk meningkatkan integrasi dan keakuratan data operasional di PTPN IV Unit Berangir. Sistem tersebut mampu mengurangi kesalahan pencatatan, meminimalisasi potensi kecurangan, serta meningkatkan efektivitas operasional dalam memantau proses pengangkutan dan pelaporan hasil panen [6]. Meskipun demikian, penelitian tersebut berfokus pada aspek monitoring distribusi panen dari *afdeling* ke pabrik, bukan pada proses pencatatan panen pada level petani–agen seperti yang menjadi permasalahan utama dalam penelitian ini.

Sistem pencatatan panen yang ideal tidak hanya harus menyediakan fitur pencatatan data yang akurat dan terstruktur, tetapi juga harus mudah digunakan oleh berbagai pemangku kepentingan seperti petani, agen, supir, dan pemilik usaha. Selain itu, aspek keamanan akses menjadi bagian penting dalam perancangan sistem, terutama karena data panen dan transaksi memiliki nilai ekonomis dan melibatkan beberapa peran pengguna. Untuk mencegah penyalahgunaan akun dan meningkatkan keamanan akses, diperlukan mekanisme autentikasi yang lebih kuat seperti *Two-Factor Authentication* (2FA) menggunakan *One-Time Password* (OTP). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penggunaan autentikasi tambahan seperti OTP dan *Single Sign-On* (SSO) mampu meningkatkan keamanan sistem dan mengurangi risiko penyalahgunaan akun [7] dan [8]. Pada konteks pencatatan panen kelapa sawit, keamanan akses menjadi semakin penting karena sistem mengelola data hasil panen, transaksi pembayaran, dan aktivitas operasional yang melibatkan banyak pengguna. Oleh karena itu, penerapan 2FA pada sistem ini dianggap relevan untuk memastikan setiap pengguna yang mengakses sistem benar-benar terverifikasi dan terlindungi dengan baik.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun Sistem Informasi Pencatatan Panen Kelapa Sawit Berbasis Web yang dapat membantu mengatasi permasalahan pencatatan manual, menyediakan data panen secara lebih akurat, serta meningkatkan transparansi proses pencatatan antara petani dan agen. Sistem ini dirancang dengan fitur pencatatan panen, verifikasi data oleh agen, pengelolaan transaksi, dan *dashboard* informasi, serta dilengkapi mekanisme keamanan *Two-Factor Authentication* (2FA) menggunakan OTP untuk meningkatkan perlindungan akses pengguna. Dengan adanya sistem ini, diharapkan proses pencatatan panen dapat dilakukan secara lebih efisien, terintegrasi, dan mendukung transformasi digital sektor perkebunan di tingkat masyarakat.

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam bentuk pengembangan sistem informasi pencatatan panen kelapa sawit berbasis web yang mendukung proses bisnis multi-aktor, mulai dari petani, agen, supir, hingga owner. Selain itu, penelitian ini juga berkontribusi pada aspek keamanan sistem informasi pertanian melalui penerapan mekanisme *Two-Factor Authentication* (2FA) berbasis *One-Time Password* (OTP) sebagai lapisan autentikasi tambahan untuk meningkatkan keabsahan akses

pengguna. Secara praktis, sistem yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi solusi digital yang mudah diadopsi oleh pelaku usaha perkebunan sawit skala kecil dan menengah.

2 Tinjauan Literatur

Penelitian terkait sistem informasi pada sektor kelapa sawit telah banyak dilakukan, terutama untuk menjawab permasalahan pencatatan manual dan keterlambatan pelaporan. Penelitian [1] mengembangkan sistem pelaporan administrasi harian pekerja sawit berbasis web untuk mengatasi hambatan pelaporan manual di lingkungan perusahaan. Sistem yang diusulkan mampu meningkatkan efektivitas administrasi, namun masih berfokus pada pelaporan internal dan belum mengakomodasi kebutuhan pencatatan panen di tingkat petani maupun agen secara langsung. Pendekatan serupa juga terlihat pada penelitian [6] yang mengembangkan sistem monitoring pengangkutan dan pelaporan hasil panen secara real-time di PTPN IV. Sistem tersebut menitikberatkan pada pemantauan proses pengangkutan dari *afdeling* ke pabrik dan otomatisasi laporan kinerja sopir, tetapi belum menyentuh pencatatan panen dari sisi petani dan transaksi pada level usaha kecil.

Sejalan dengan itu, beberapa penelitian berupaya mendukung transformasi digital di sektor kelapa sawit melalui pengembangan aplikasi dan layanan berbasis teknologi. Penelitian [2] mengevaluasi efektivitas aplikasi My Sawit sebagai media informasi dan pemasaran produk terkait sawit. Hasilnya menunjukkan bahwa digitalisasi mampu membantu penyebaran informasi dan layanan, meskipun pemanfaatannya belum optimal karena keterbatasan fitur dan tingkat adopsi pengguna. Sementara itu, [7] menyoroti peran aplikasi mobile dalam mendukung pengelolaan bisnis sawit secara lebih terstruktur. Kedua penelitian ini menegaskan pentingnya pemanfaatan teknologi informasi di sektor sawit, namun fokusnya lebih pada layanan informasi dan bisnis, bukan pada perancangan sistem pencatatan panen yang melibatkan banyak peran pengguna seperti petani, agen, dan supir.

Pada lingkup pertanian secara umum, pengembangan sistem informasi berbasis web juga telah dilakukan untuk mengelola berbagai aktivitas budidaya dan distribusi. Penelitian [3] mengembangkan sistem informasi untuk mengelola data padi di tingkat desa dengan pendekatan *Rapid Application Development* (RAD) sehingga mampu mempercepat proses pengembangan dan menyesuaikan kebutuhan pengguna. Penelitian [4] dan [5] merancang sistem informasi pertanian yang mendukung pendataan lahan, jadwal tanam, pemupukan, dan hasil panen secara terintegrasi. Sementara itu, [8] fokus pada sisi pemasaran produk pertanian melalui *platform* web. Penelitian [9] merancang aplikasi distribusi produk kue basah berbasis web menggunakan metode *Waterfall*. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa digitalisasi proses manual melalui sistem informasi dapat meningkatkan efisiensi distribusi dan akurasi pencatatan, sehingga relevan sebagai dasar pengembangan sistem informasi pencatatan panen kelapa sawit. Secara keseluruhan, penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem informasi berbasis web efektif dalam mengelola data pertanian secara terpusat dan meningkatkan akses informasi, namun belum secara spesifik membahas pencatatan panen kelapa sawit dengan konteks multi-aktor dan alur transaksi yang kompleks seperti pada hubungan petani, agen, supir, owner.

Pada sisi lain, terdapat penelitian yang berfokus pada pengolahan pengetahuan dan dukungan keputusan di sektor kelapa sawit. Penelitian [10] mengembangkan sistem pakar berbasis web untuk membantu petani dalam menentukan penanganan pasca panen berdasarkan gejala yang diinput pengguna. Sistem tersebut membantu pengambilan keputusan teknis, tetapi tidak menyentuh aspek manajerial pencatatan panen maupun pengelolaan transaksi keuangan. Perbedaan fokus ini menunjukkan bahwa masih terdapat ruang pengembangan sistem informasi yang lebih menitikberatkan pada proses administrasi panen dan keterlibatan banyak peran pengguna.

Aspek keamanan autentikasi menjadi topik penting dalam berbagai penelitian sistem informasi, terutama ketika sistem mengelola data sensitif dan bernilai ekonomis. Penelitian [11] menunjukkan bahwa penerapan OTP berbasis algoritma HMAC mampu meningkatkan keamanan login dan menekan risiko serangan *brute force* pada sistem relawan pemilu. Penelitian [12] menggabungkan OTP dengan algoritma *Advanced Encryption Standard* (AES) untuk melindungi kredensial pengguna pada sistem akses internet kampus. Selain itu, [13] menegaskan bahwa penggunaan autentikasi *multi-faktor* dapat meningkatkan perlindungan akses terhadap data penting perusahaan. Ketiga penelitian ini menekankan pentingnya penambahan lapisan autentikasi di luar sekadar *username* dan *password*,

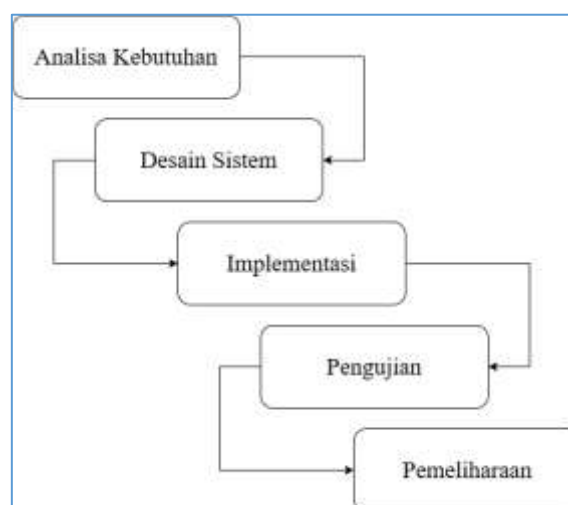
namun konteks penerapannya berada pada sistem internal organisasi atau kampus, bukan pada sistem informasi pertanian atau pencatatan panen sawit.

Pengembangan mekanisme *Single Sign-On* (SSO) juga menjadi perhatian beberapa peneliti sebagai upaya meningkatkan kenyamanan sekaligus keamanan akses. Penelitian [14] merancang penerapan SSO berbasis layanan *Cloud Identity* untuk mengintegrasikan beberapa aplikasi web dalam satu kredensial login, sehingga pengguna tidak perlu mengingat banyak kombinasi *username* dan *password*. Lebih lanjut, penelitian [15] mengintegrasikan *OAuth 2.0* dengan OTP untuk memperkuat modul autentikasi SSO, sedangkan [16] mengusulkan penambahan *timestamp*, *nonce*, dan *salt* untuk meningkatkan keamanan protokol SSO terhadap berbagai jenis serangan. Meskipun demikian, seluruh penelitian tersebut berfokus pada perancangan modul autentikasi atau peningkatan keamanan SSO secara umum, dan belum mengkaji penerapan SSO dan OTP sebagai fitur tambahan dalam sistem informasi pencatatan panen pada tingkat desa atau komunitas petani.

Berdasarkan kajian terhadap berbagai penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa telah banyak upaya pengembangan sistem informasi berbasis web di sektor kelapa sawit dan pertanian, baik untuk mendukung pelaporan administrasi, monitoring pengangkutan, pengelolaan data budidaya, pemasaran produk, maupun sistem pakar dan pendukung keputusan. Di sisi lain, penelitian terkait keamanan autentikasi juga telah menunjukkan efektivitas penerapan OTP, enkripsi AES, *Multi-Factor Authentication* (MFA), dan *Single Sign-On* (SSO) dalam memperkuat keamanan sistem. Namun, belum ditemukan penelitian yang secara spesifik menggabungkan sistem informasi pencatatan panen kelapa sawit berbasis web yang melibatkan berbagai peran pengguna (petani, agen, supir, dan owner) dengan penerapan mekanisme keamanan *Two-Factor Authentication* (2FA) menggunakan OTP sebagai lapisan autentikasi tambahan untuk meningkatkan keabsahan akses pengguna. Celah penelitian ini menjadi dasar perlunya pengembangan sistem pada penelitian ini, sehingga diharapkan mampu menjembatani kebutuhan pencatatan panen yang lebih efisien sekaligus menyediakan mekanisme keamanan autentikasi yang lebih kuat bagi seluruh pengguna sistem.

3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa perangkat lunak dengan model *System Development Life Cycle* (SDLC) tipe *Waterfall*. Model ini dipilih karena memiliki alur yang terstruktur dan berurutan, dimulai dari analisis kebutuhan hingga tahap pemeliharaan, sehingga sesuai dengan karakteristik sistem informasi pencatatan panen kelapa sawit yang memiliki proses bisnis jelas dan terdefinisi. Tahapan utama dalam metode *Waterfall* meliputi analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan.



Gambar 1 Metode waterfall

3.1 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk memahami permasalahan yang muncul pada proses pencatatan panen yang sebelumnya masih dilakukan secara manual oleh petani dan agen. Data

diperoleh melalui observasi langsung terhadap proses pencatatan, wawancara dengan pengguna seperti petani, agen, supir, dan owner, serta studi pustaka terhadap penelitian terkait sistem informasi pertanian seperti [3] dan sistem pelaporan panen sawit seperti [6]. Hasil analisis ini menghasilkan kebutuhan fungsional sistem seperti fitur pencatatan panen, verifikasi data oleh agen, pengelolaan transaksi, tampilan *dashboard*, serta penerapan mekanisme keamanan berupa *One-Time Password* (OTP) sebagai bagian dari *Two-Factor Authentication* (2FA), serta dukungan SSO.

Wawancara dan observasi dilakukan pada pengguna yang terlibat langsung dalam proses pencatatan panen, terutama agen dan supir yang memiliki peran operasional harian dalam sistem. Agen sebagai pihak penghubung antara petani dan sistem telah memiliki pemahaman yang memadai terhadap penggunaan aplikasi berbasis web. Sementara itu, petani sebagai pihak yang menjadi sumber data pencatatan panen memiliki tingkat literasi digital yang beragam, sebagian telah terbiasa menggunakan *smartphone* dan aplikasi komunikasi, namun tidak seluruhnya aktif menggunakan email secara mandiri. Mengingat kondisi lokasi studi kasus berada di wilayah pedesaan dengan keterbatasan akses internet, penerapan *One-Time Password* (OTP) berbasis email pada sistem ini difokuskan pada skenario pengguna dengan tingkat literasi digital yang memadai serta didukung oleh peran agen sebagai pendamping dalam proses awal penggunaan sistem.

3.2 Desain Sistem

Desain sistem mencakup perancangan struktur dan alur kerja menggunakan UML, antara lain use case diagram untuk menggambarkan interaksi antara aktor dan fitur, activity diagram untuk memvisualisasikan alur pencatatan panen, serta desain basis data untuk memastikan integritas informasi panen dan transaksi. Desain autentikasi juga mencakup alur login standar, login Google melalui SSO, serta penerapan mekanisme *Two-Factor Authentication* (2FA) menggunakan *One-Time Password* (OTP) sebagai lapisan keamanan tambahan untuk memverifikasi keabsahan akses pengguna. Perancangan ini merujuk pada penelitian terkait sistem autentikasi seperti [14] dan [11].

3.3 Implementasi

Implementasi sistem dilakukan menggunakan *framework Laravel* sebagai *backend*, MySQL sebagai basis data, dan *Blade Template* untuk antarmuka pengguna. Integrasi SSO dilakukan melalui protokol *OAuth 2.0*, sedangkan OTP dikirimkan melalui email. Fitur utama yang diimplementasikan meliputi pencatatan panen, verifikasi panen oleh agen, pengelolaan transaksi, dan *dashboard* informasi.

3.4 Pengujian

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem informasi pencatatan panen kelapa sawit yang dikembangkan dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna. Pada penelitian ini, pengujian dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu pengujian fungsional dan pengujian penerimaan pengguna.

Pengujian fungsional dilakukan menggunakan metode *Black-Box Testing*, yang berfokus pada pengujian fungsi-fungsi sistem dari sisi pengguna tanpa melibatkan analisis struktur kode program. Metode ini digunakan untuk memverifikasi bahwa setiap fitur utama, seperti pencatatan panen, verifikasi data, pengelolaan transaksi, autentikasi melalui login manual dan Google *Single Sign-On* (SSO), serta verifikasi *One-Time Password* (OTP) sebagai bagian dari mekanisme *Two-Factor Authentication* (2FA), dapat berjalan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

Selain pengujian fungsional, penelitian ini juga melakukan pengujian penerimaan pengguna *User Acceptance Testing* (UAT) melalui pendekatan usability testing. Pengujian usability bertujuan mengevaluasi tingkat kemudahan penggunaan dan penerimaan sistem oleh pengguna yang terlibat langsung dalam operasional sistem.

3.5 Pemeliharaan

Tahap pemeliharaan meliputi perbaikan kesalahan setelah sistem digunakan, penyesuaian fitur sesuai kebutuhan pengguna, serta pembaruan komponen keamanan seperti *library* autentikasi dan *patch* sistem.

4 Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem informasi pencatatan panen kelapa sawit berbasis web yang mendukung proses pencatatan panen oleh petani, verifikasi data oleh agen, pemantauan aktivitas pengangkutan oleh supir, serta penyajian laporan panen dan transaksi bagi owner. Sistem ini

dirancang untuk menggantikan proses pencatatan manual yang sebelumnya menimbulkan keterlambatan dan ketidaktepatan data, sehingga alur pencatatan panen menjadi lebih terstruktur, akurat, dan mudah dipantau. Selain itu, sistem dilengkapi fitur autentikasi berupa login, verifikasi OTP, dan opsi *Single Sign-On* (SSO) untuk meningkatkan keamanan akses pengguna tanpa mengurangi kemudahan penggunaan.

4.1 Requirement

Tahap awal pada penelitian ini adalah analisis kebutuhan, di mana fokus utamanya adalah mengumpulkan informasi terkait proses pencatatan panen kelapa sawit yang selama ini dilakukan secara manual oleh petani dan agen. Data yang diperoleh melalui wawancara, observasi lapangan, dan studi dokumen digunakan sebagai dasar untuk merancang sistem informasi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dari hasil analisis tersebut, ditemukan empat jenis pengguna utama dalam sistem, yaitu Petani, Agen, Supir, dan Owner. Setiap pengguna memiliki kebutuhan fungsional yang berbeda sesuai peran dan aktivitas masing-masing dalam proses pencatatan, verifikasi, pengangkutan, dan pemantauan hasil panen. Kebutuhan fungsional untuk masing-masing pengguna dirangkum dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Kebutuhan fungsional

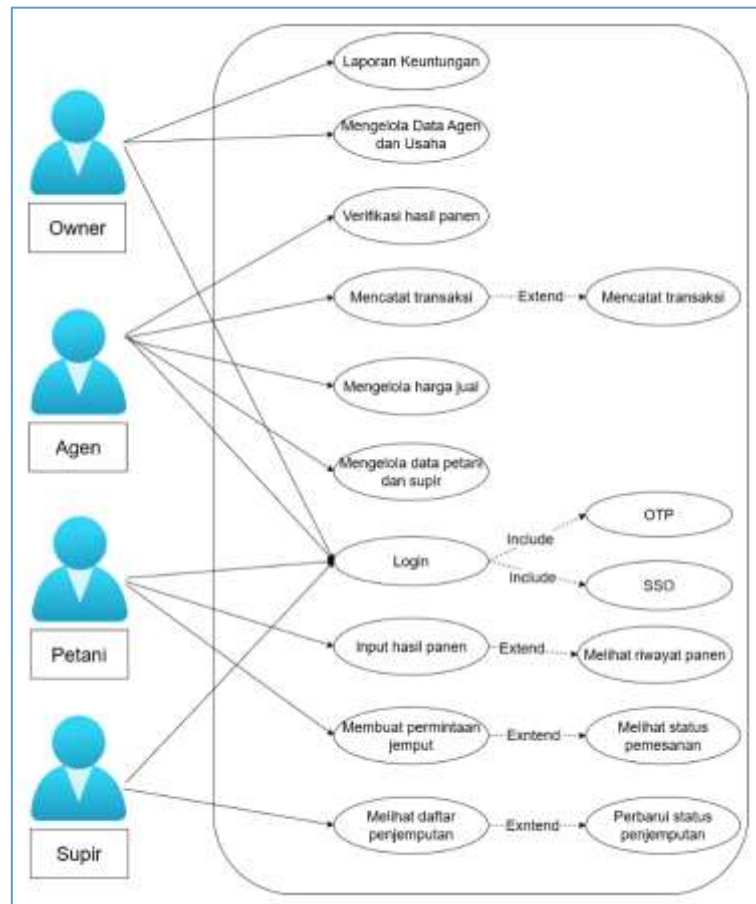
Pengguna	Kebutuhan Fungsional
Owner	Dapat login ke sistem. Dapat melihat dashboard keseluruhan (panen, transaksi, jumlah user). Dapat melihat laporan panen per hari/bulan/tahun.
Agen	Dapat login ke sistem. Dapat melihat daftar panen dari petani. Dapat memverifikasi data panen (setuju/tolak). Dapat memasukkan harga panen atau nilai transaksi. Dapat mengelola transaksi pembayaran kepada petani. Dapat melihat rekap panen per petani.
Petani	Dapat melakukan login ke sistem. Dapat mencatat data panen (jumlah TBS, tanggal panen, lokasi/lahan). Dapat melihat riwayat panen yang telah dicatat. Dapat mengirim data panen untuk diverifikasi agen. Dapat melihat status verifikasi panen. Dapat melihat total hasil panen dan transaksi pembayaran.
Supir	Dapat login ke sistem. Dapat melihat daftar tugas pengambilan panen. Dapat memperbarui status pengambilan (diambil → dikirim → selesai). Dapat melihat detail lokasi/lahan pengambilan.

4.2 Design

Desain sistem dilakukan untuk memodelkan alur proses dan interaksi antara pengguna dengan sistem informasi pencatatan panen kelapa sawit. Perancangan dilakukan menggunakan *Unified Modeling Language* (UML), yang terdiri dari *use case diagram* dan *activity diagram*. *Use case diagram* digunakan untuk menggambarkan hubungan antara empat aktor utama yaitu Petani, Agen, Supir, dan Owner dengan fungsi-fungsi yang disediakan oleh sistem. *Activity diagram* digunakan untuk memvisualisasikan alur proses utama dalam sistem, yaitu proses pencatatan panen oleh petani serta proses verifikasi panen oleh agen. Selain pemodelan alur fungsional tersebut, perancangan sistem juga mencakup desain mekanisme autentikasi yang menerapkan *Two-Factor Authentication* (2FA) menggunakan *One-Time Password* (OTP) sebagai lapisan keamanan tambahan untuk memastikan keabsahan akses pengguna. Kedua diagram dan desain autentikasi ini menjadi acuan dalam tahap implementasi agar sistem dapat dibangun sesuai kebutuhan dan mendukung proses pencatatan panen secara terstruktur dan aman.

4.2.1 Use Case Diagram

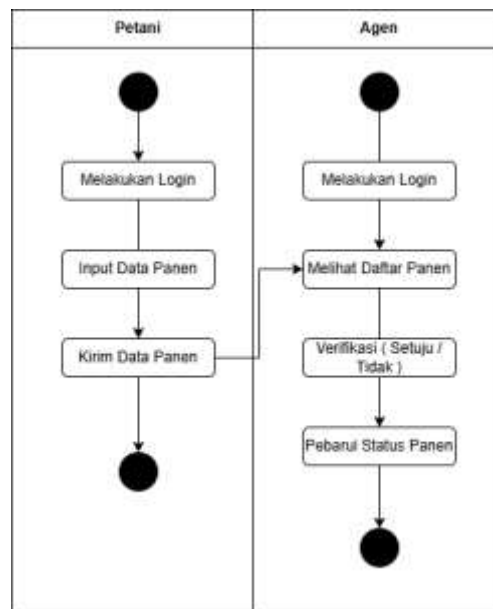
Use case diagram pada Gambar 2 menggambarkan hubungan antara empat aktor utama dengan fungsi-fungsi yang tersedia pada sistem informasi pencatatan panen. Petani memiliki hak akses untuk melakukan login, mencatat hasil panen, dan melihat status verifikasi panen yang telah dikirimkan. Agen dapat melakukan login, melihat daftar panen yang masuk dari petani, serta melakukan proses verifikasi. Supir dapat mengakses informasi mengenai daftar pengambilan panen yang harus dijalankan, sementara *Owner* memiliki hak akses untuk melihat laporan panen dan transaksi melalui *dashboard*. Diagram ini memberikan gambaran umum mengenai batasan dan interaksi setiap pengguna dalam sistem.



Gambar 2. Use Case diagram

4.2.2 Activity Diagram

Activity diagram pada Gambar 3 menggambarkan alur utama proses pencatatan dan verifikasi panen di dalam sistem. Proses dimulai ketika petani melakukan login, menginput data panen, dan mengirimkannya ke sistem untuk diverifikasi. Setelah itu, agen melakukan login untuk melihat daftar panen yang telah dikirim, kemudian melakukan verifikasi dengan menentukan apakah data panen disetujui atau ditolak. Hasil verifikasi dicatat oleh sistem dan diperbarui sebagai status panen. Diagram ini berfungsi sebagai representasi dari proses inti dalam sistem dan menjadi dasar dalam tahap implementasi.



Gambar 3 Activity diagram

4.3 Implementation

Implementasi sistem dilakukan berdasarkan desain yang telah dirumuskan pada tahap sebelumnya. Sistem informasi pencatatan panen kelapa sawit dibangun menggunakan teknologi berbasis web sehingga dapat diakses oleh seluruh pengguna sesuai perannya masing-masing. Proses implementasi meliputi pembuatan antarmuka, pengolahan data panen, mekanisme verifikasi, pengelolaan tugas pengangkutan, serta penyajian laporan. Fitur autentikasi juga diterapkan untuk memastikan keamanan akses pengguna melalui mekanisme login, OTP, dan SSO. Hasil implementasi sistem dapat dilihat melalui tampilan antarmuka yang disajikan pada subbab berikut.

4.3.1 Implementasi Fitur Autentikasi

Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan implementasi fitur autentikasi pada sistem. Pengguna dapat melakukan login menggunakan akun yang telah terdaftar atau melalui *Single Sign-On* (SSO) menggunakan Google. Setelah proses login, sistem mengirimkan kode *One-Time Password* (OTP) ke email pengguna sebagai faktor kedua dalam mekanisme *Two-Factor Authentication* (2FA). Penerapan 2FA ini bertujuan untuk memastikan bahwa hanya pengguna yang benar-benar terverifikasi yang dapat mengakses sistem, sekaligus meningkatkan keamanan akses tanpa mengurangi kenyamanan penggunaan.



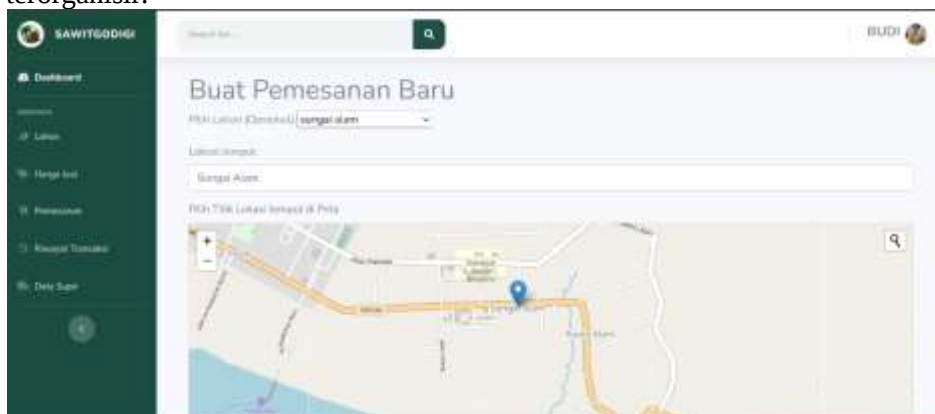
Gambar 4 Halaman login



Gambar 5 Halaman verifikasi OTP

4.3.2 Implementasi Fitur Pencatatan Panen (Petani)

Gambar 6 dan Gambar 7 memperlihatkan tampilan modul pencatatan panen yang digunakan oleh petani. Pada halaman input panen, pengguna dapat memasukkan data jumlah TBS, tanggal panen, serta lokasi lahan. Setelah data dikirim, sistem akan menampilkan riwayat panen yang telah dicatat beserta status verifikasi. Fitur ini memudahkan petani untuk memantau data panen secara digital dan terorganisir.



Gambar 6 Input panen



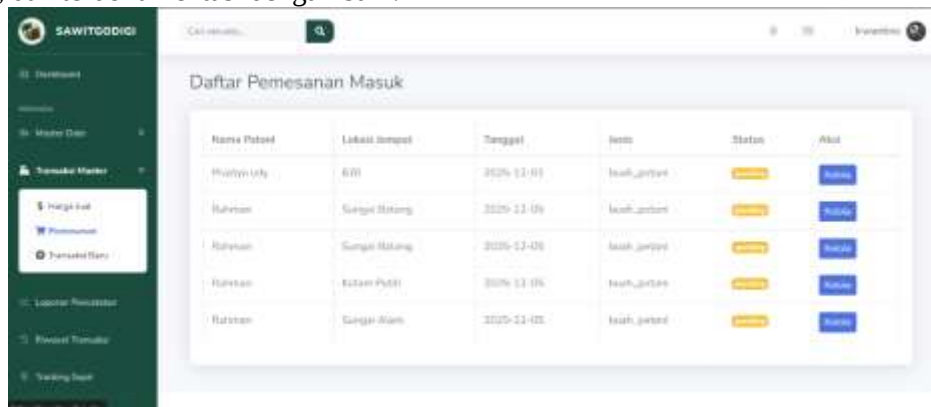
Gambar 7 Riwayat transaksi panen

4.3.3 Implementasi Fitur Verifikasi Panen (Agen)

Gambar 8 dan Gambar 9 menampilkan proses verifikasi panen yang dilakukan oleh agen. Pada halaman daftar panen masuk, agen dapat melihat data yang dikirimkan petani, seperti nama petani, lokasi jemput, tanggal panen, jenis panen, dan status permintaan. Melalui halaman ini, agen dapat memilih panen yang akan diproses dengan menekan tombol Kelola. Setelah memilih data panen, agen diarahkan ke halaman kelola panen untuk melakukan verifikasi dan mencatat detail transaksi. Pada

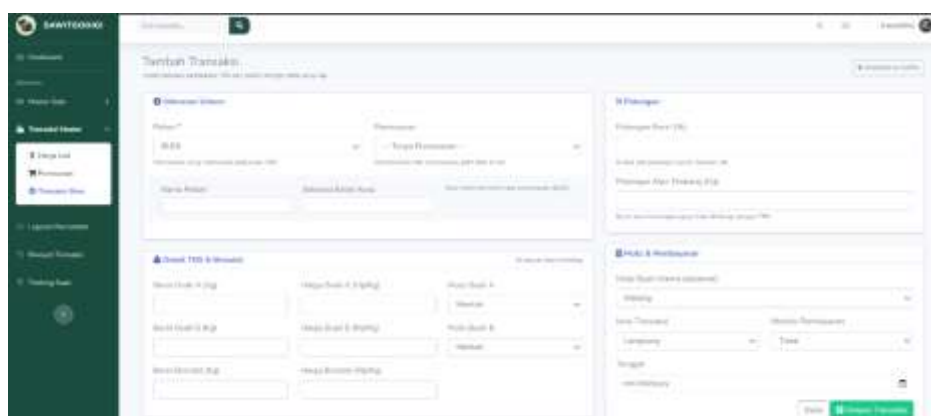
<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

halaman ini, agen dapat mengisi informasi timbangan seperti berat buah, mutu panen, potongan, serta menentukan metode pembayaran. Setelah data disimpan, status panen diperbarui secara otomatis di sistem. Fitur ini memastikan bahwa proses verifikasi dan pencatatan transaksi berjalan secara akurat, terstruktur, dan terdokumentasi dengan baik.



Nama Petani	Lokasi Jemput	Tanggal	Jenis	Status	Aksi
Muhyin Uly	600	2025-12-01	buah_jerap	Menunggu	Detail
Rahman	Sungai Batang	2025-12-01	buah_jerap	Menunggu	Detail
Rahman	Sungai Batang	2025-12-01	buah_jerap	Menunggu	Detail
Rahman	Kutan Putih	2025-12-01	buah_jerap	Menunggu	Detail
Rahman	Sungai Alam	2025-12-01	buah_jerap	Menunggu	Detail

Gambar 8 Daftar panen masuk

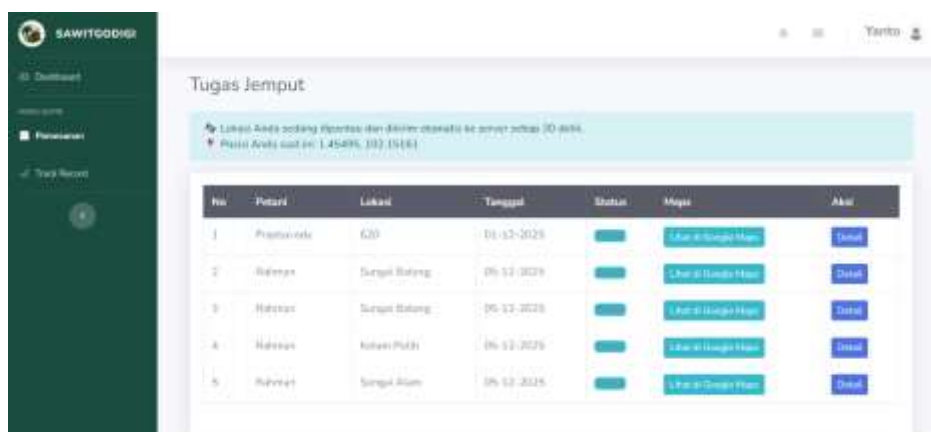


Item	Unit	Weight	Price
Item 1	kg		
Item 2	kg		
Item 3	kg		
Item 4	kg		
Item 5	kg		
Item 6	kg		
Item 7	kg		
Item 8	kg		

Gambar 9 Verifikasi dan transaksi panen

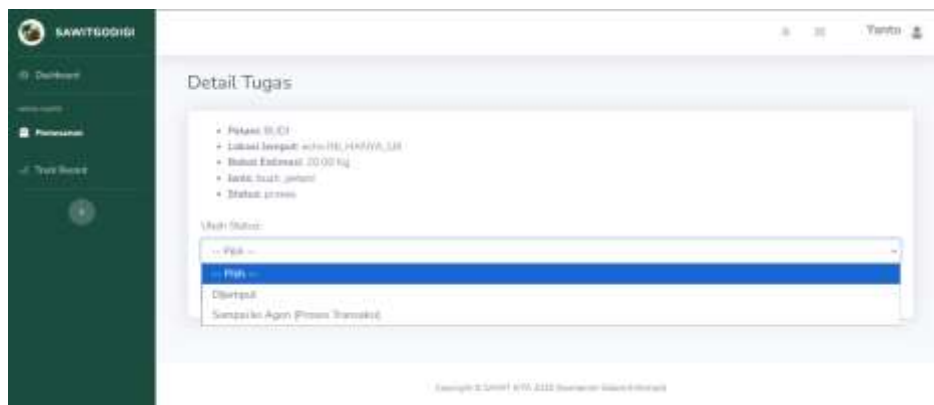
4.3.4 Implementasi Fitur Pengangkutan Panen (Supir)

Gambar 10 dan Gambar 11 menggambarkan fitur yang digunakan oleh supir dalam proses pengangkutan panen. Pada halaman daftar tugas, supir dapat melihat lokasi panen yang harus diambil. Pada halaman detail tugas, supir dapat memperbarui status pengambilan dan pengiriman panen. Fitur ini membantu memastikan alur distribusi panen berjalan lebih terpancang dan terdokumentasi dengan baik.



No	Petani	Lokasi	Tanggal	Status	Maps	Aksi
1	Pratomo	600	01-12-2025	Menunggu	Lokasi di Google Maps	Detail
2	Rahman	Sungai Batang	01-12-2025	Menunggu	Lokasi di Google Maps	Detail
3	Rahman	Sungai Batang	01-12-2025	Menunggu	Lokasi di Google Maps	Detail
4	Rahman	Kutan Putih	01-12-2025	Menunggu	Lokasi di Google Maps	Detail
5	Rahman	Sungai Alam	01-12-2025	Menunggu	Lokasi di Google Maps	Detail

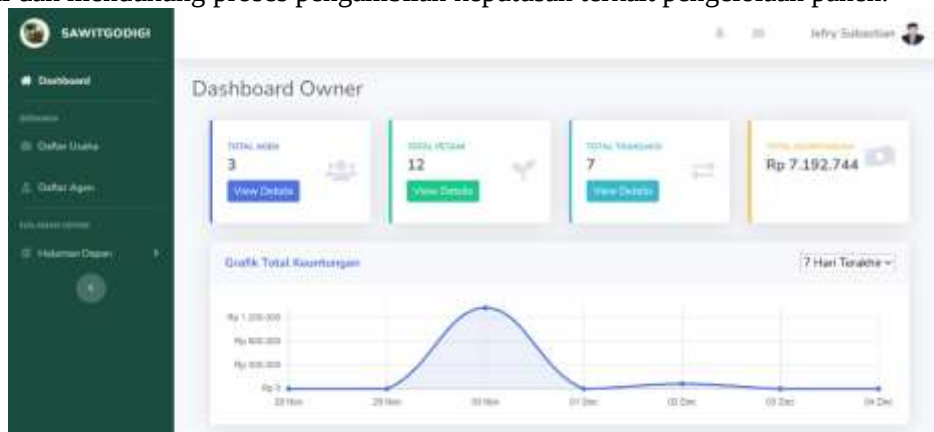
Gambar 10 Daftar tugas jemput



Gambar 11 Detail tugas

4.3.5 Implementasi *Dashboard* dan Laporan (*Owner*)

Gambar 12 menampilkan implementasi halaman *dashboard* yang digunakan oleh *owner* untuk memantau aktivitas sistem secara keseluruhan. Dashboard menyajikan rangkuman informasi penting seperti total panen, jumlah transaksi, serta aktivitas pengguna dalam periode tertentu. Penyajian data secara ringkas dan terstruktur ini membantu *owner* memperoleh gambaran cepat mengenai kondisi operasional dan mendukung proses pengambilan keputusan terkait pengelolaan panen.



Gambar 12. *Dashboard owner*

4.4 Pengujian

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem informasi pencatatan panen kelapa sawit yang dikembangkan dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna. Pada penelitian ini, pengujian dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu pengujian fungsional untuk memverifikasi kebenaran fungsi sistem dan pengujian penerimaan pengguna untuk mengevaluasi kemudahan penggunaan serta tingkat penerimaan sistem oleh pengguna.

4.4.1 Pengujian Fungsional (*Black-Box Testing*)

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *Black-Box Testing* dengan menguji seluruh fungsi utama tanpa melihat kode program. Pengujian mencakup proses autentikasi, pencatatan panen, verifikasi panen, transaksi, penugasan supir, pembaruan status pengangkutan, hingga akses *dashboard*. Setiap skenario diuji dengan membandingkan keluaran yang diharapkan dengan hasil aktual dari sistem. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur dapat berjalan dengan baik sesuai proses bisnis yang telah dirancang.

Tabel 2 Black box testing

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan
1.	Login	Masukkan email & password benar	Sistem berhasil login
2.	Login	Masukkan kombinasi salah	Sistem menolak login
3.	OTP	Masukkan kode OTP valid	Akses diterima

4.	OTP	Masukkan kode OTP salah/expired	Sistem menolak verifikasi
5.	SSO Google	Login menggunakan akun Google	Sistem membuka akses tanpa password
6.	Input Panen	Petani mengisi data panen lengkap	Data panen tersimpan
7.	Input Panen	Petani mengosongkan salah satu field wajib	Sistem menampilkan pesan error
8.	Riwayat Panen	Petani melihat riwayat panen	Data tampil sesuai status
9.	Daftar Panen Masuk	Agen membuka menu panen masuk	Daftar panen muncul
10.	Verifikasi Panen	Agen menekan <i>Kelola</i> → Setuju /Tolak	Status panen berubah
11.	Tambah Transaksi	Agen menginput berat, mutu, potongan, harga	Total bersih terhitung & tersimpan
12.	Validasi Transaksi	Agen mengosongkan kolom wajib transaksi	Sistem menolak penyimpanan
13.	Pilih Supir	Agen memilih supir untuk menjemput panen	Tugas muncul pada akun supir
14.	Daftar Tugas Supir	Supir melihat daftar tugas	Data tugas muncul sesuai penugasan
15.	Update Status	Supir mengubah status (diambil/dikirim/selesai)	Status tugas diperbarui
16.	Dashboard Owner	Owner membuka dashboard	Data ringkasan panen & transaksi tampil
17.	Laporan Panen	Owner membuka laporan panen	Tabel laporan tampil sesuai filter
18.	Hak Akses	User tanpa role mencoba akses fitur tertentu	Sistem menolak akses (forbidden)
19.	Logout	User menekan tombol logout	Sistem mengakhiri sesi & kembali ke login
20.	Stabilitas Sistem	Sistem diuji akses multi-user bersamaan	Sistem tetap responsif tanpa error

Berdasarkan pengujian terhadap dua puluh skenario, seluruh fungsi utama sistem berjalan dengan baik dan menghasilkan keluaran sesuai dengan yang diharapkan. Fitur autentikasi, termasuk login, OTP, dan SSO Google, berfungsi sesuai mekanisme keamanan yang ditetapkan. Pengujian pada proses OTP menunjukkan bahwa kode hanya dapat digunakan satu kali dan memiliki batas waktu tertentu, sehingga memenuhi karakteristik faktor kedua dalam mekanisme *Two-Factor Authentication* (2FA). Fitur pencatatan panen oleh petani, verifikasi panen dan transaksi oleh agen, penugasan serta pembaruan status oleh supir, hingga pemantauan melalui *dashboard owner* semuanya dapat dijalankan tanpa kendala. Pengujian juga memastikan bahwa validasi input dan pembatasan hak akses bekerja dengan semestinya. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem telah memenuhi kebutuhan pengguna dan siap digunakan dalam kegiatan operasional pencatatan panen kelapa sawit.

4.4.2 User Acceptance Testing (UAT) Menggunakan System Usability Scale (SUS)

Pengujian penerimaan pengguna (*User Acceptance Testing/UAT*) dilakukan melalui pendekatan *usability testing* menggunakan instrumen *System Usability Scale* (SUS). Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kemudahan penggunaan serta penerimaan sistem informasi pencatatan panen kelapa sawit dari sudut pandang pengguna yang terlibat langsung dalam operasional sistem. Instrumen SUS dipilih karena merupakan metode standar yang banyak digunakan untuk menilai *usability* sistem secara cepat dan reliabel.

Pengujian melibatkan 5 responden yang terdiri dari 3 petani, 1 agen, dan 1 supir. Seluruh responden diminta untuk mencoba sistem sesuai dengan peran masing-masing, termasuk proses autentikasi (login, verifikasi OTP, dan SSO) serta penggunaan fitur utama sistem. Setelah

menggunakan sistem, responden mengisi kuesioner SUS yang terdiri dari 10 pernyataan dengan skala Likert 1–5.

Berdasarkan hasil perhitungan skor SUS, diperoleh nilai rata-rata sebesar 72,5. Mengacu pada interpretasi standar SUS, nilai tersebut berada pada kategori “Good”, yang menunjukkan bahwa sistem dapat diterima dan relatif mudah digunakan oleh pengguna.

Tabel 3 Tabel SUS

Responden	Peran	Skor SUS	Kategori
R1	Agen	70.0	Good
R2	Supir	70.0	Good
R3	Petani	55.0	Marginal
R4	Petani	87.5	Excellent
R5	Petani	80.0	Good
Rata-rata		72.5	Good

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sebagian besar responden memberikan penilaian positif terhadap kemudahan penggunaan sistem. Variasi skor yang muncul, khususnya pada responden petani, mencerminkan perbedaan tingkat literasi digital pengguna di lapangan. Meskipun demikian, nilai rata-rata SUS yang berada pada kategori *Good* mengindikasikan bahwa sistem telah dirancang dengan tingkat *usability* yang memadai dan dapat diterima untuk digunakan dalam konteks pencatatan panen kelapa sawit di lingkungan pedesaan.

4.5 Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan setelah sistem selesai diimplementasikan dan diuji, dengan tujuan memastikan sistem tetap berjalan secara optimal. Aktivitas *maintenance* meliputi perbaikan kesalahan kecil yang ditemukan setelah sistem digunakan, penyesuaian fitur berdasarkan umpan balik pengguna, serta pembaruan komponen keamanan seperti *library* autentikasi dan mekanisme OTP. Tahap ini memastikan bahwa sistem tetap stabil dan dapat digunakan untuk mendukung proses pencatatan panen kelapa sawit dalam jangka panjang.

4.6 Pembahasan Keterbatasan Penelitian

Meskipun sistem informasi pencatatan panen kelapa sawit yang dikembangkan telah menunjukkan tingkat penerimaan pengguna yang baik berdasarkan hasil pengujian *usability*, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Salah satu keterbatasan utama berkaitan dengan konteks penerapan sistem di wilayah pedesaan, khususnya terkait ketersediaan akses internet dan tingkat literasi digital pengguna.

Pada penelitian ini, mekanisme autentikasi tambahan menggunakan *One-Time Password* (OTP) dikirimkan melalui email pengguna. Pemilihan email sebagai media pengiriman OTP didasarkan pada pertimbangan kemudahan integrasi dengan sistem berbasis web serta tidak adanya biaya operasional tambahan dalam proses pengiriman pesan. Sebaliknya, penggunaan layanan pihak ketiga seperti SMS Gateway atau WhatsApp Gateway memerlukan biaya operasional berulang yang perlu dipertimbangkan dalam konteks keterbatasan sumber daya dan keberlanjutan sistem. Namun demikian, pendekatan ini memiliki keterbatasan karena tidak seluruh petani secara aktif menggunakan email atau memiliki akses internet yang stabil.

Keterbatasan tersebut menjadi catatan penting dalam penelitian ini dan membuka peluang pengembangan lanjutan. Pada penelitian selanjutnya, sistem dapat dikembangkan dengan mengintegrasikan alternatif media verifikasi yang lebih sesuai dengan karakteristik pengguna di pedesaan, seperti WhatsApp Gateway atau SMS, serta peningkatan fitur pendampingan penggunaan sistem bagi petani dengan literasi digital yang terbatas.

5 Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem informasi pencatatan panen kelapa sawit berbasis web yang dirancang untuk menggantikan proses pencatatan manual yang selama ini digunakan oleh petani dan agen. Sistem yang dikembangkan mampu mendukung proses pencatatan panen oleh petani, verifikasi panen oleh agen, penugasan dan pembaruan status pengangkutan oleh supir, serta

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

pemantauan data panen dan transaksi oleh owner melalui dashboard. Penerapan mekanisme autentikasi seperti login, *Single Sign-On* (SSO), dan verifikasi *One-Time Password* (OTP) sebagai faktor kedua dalam *Two-Factor Authentication* (2FA) turut meningkatkan aspek keamanan dan keandalan akses pengguna. Hasil pengujian menggunakan metode *Black-Box Testing* menunjukkan bahwa seluruh fitur utama sistem dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna, termasuk proses input panen, verifikasi, transaksi, penugasan supir, pembaruan status, dan akses *dashboard*. Selain itu, validasi input, pembatasan hak akses, serta karakteristik OTP yang bersifat sekali pakai dan memiliki masa kedaluwarsa telah berfungsi sebagaimana mestinya sehingga mendukung keamanan autentikasi sistem. Pengujian penerimaan pengguna menggunakan pendekatan *usability testing* dengan instrumen *System Usability Scale* (SUS) menghasilkan nilai rata-rata sebesar 72,5 yang berada pada kategori “Good”, yang menunjukkan bahwa sistem dapat diterima dan relatif mudah digunakan oleh pengguna. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem informasi ini mampu mempercepat, mengefisienkan, dan meningkatkan akurasi proses pencatatan panen kelapa sawit. Secara ilmiah, penelitian ini berkontribusi pada penerapan mekanisme *Two-Factor Authentication* (2FA) berbasis OTP dalam sistem informasi pertanian yang melibatkan multi-aktor pada konteks wilayah pedesaan. Untuk pengembangan selanjutnya, sistem dapat ditingkatkan dengan integrasi notifikasi *real-time*, pengembangan modul keuangan yang lebih lengkap, serta pengolahan data panen berbasis grafik guna mendukung analisis produktivitas, serta mempertimbangkan penggunaan media autentikasi alternatif yang lebih sesuai dengan kondisi infrastruktur dan karakteristik pengguna di pedesaan.

Referensi

- [1] I. Nursaada, “Perancangan Sistem Informasi Pelaporan Administrasi Harian Pekerja Sawit PT. Sintang Raya berbasis *Web Design of Web-based Daily Administration Reporting Information System for Palm Oil Workers at PT. Sintang Raya*,” 2025, [Online]. Available: <https://jicnusanantara.com/index.php/jiic>
- [2] E. Setriani and N. Hasibuan, “Efektivitas Aplikasi My Sawit dalam Peningkatan Penjualan pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan (Studi Kasus Jl.Brigjend Katamso No.51,Kp.Baru,Kec.Medan Maimun),” *SANTRI: Jurnal Ekonomi dan Keuangan Islam*, Vol. 2, No. 1, pp. 231–244, Dec. 2023, DOI: 10.61132/santri.v2i1.219.
- [3] M. Raihan Pasha *et al.*, “Pengembangan Sistem Informasi Data Padi berbasis *Website* di Desa Rias menggunakan *Rapid Application Development*,” 2025, [Online]. Available: <https://jurnal.kharisma.ac.id/kharismatech>
- [4] S. Ansyah Putra *et al.*, “Perancangan Sistem Informasi Pertanian berbasis *Web* pada Dinas Pangan, Tanaman Pangan dan Hortikultura,” *Jurnal Informatika, Manajemen dan Komputer*, Vol. 14, No. 2, 2022.
- [5] Resti Sutianingtyas, Guruh Wijaya, and M. Rahman, “Sistem Informasi Pengolahan Data Pertanian berbasis *Web* di Desa Karang Duren,” *JUSTIFY: Jurnal Sistem Informasi Ibrahimy*, Vol. 2, No. 1, pp. 89–96, Jul. 2023, DOI: 10.35316/justify.v2i1.3419.
- [6] F. Erlina and R. Amanda Putri, “Sistem informasi monitoring pengangkutan dan pelaporan hasil panen kelapa sawit pada PTPN IV unit berangir,” *JSI (Jurnal Sistem Informasi) Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma*, 2024.
- [7] A Hadi. R Darni, D Asmara, and S Saputri, “Transformasi Digital Bisnis Kelapa Sawit Aplikasi *Mobile* sebagai Solusi Pengelolaan Efektif,” *JPNM: Jurnal Pustaka Nusantara Multidisiplin*, 2024.
- [8] N. Hasan, “Sistem Informasi Pemasaran Produk Pertanian pada *WafiFarm* berbasis *Web*,” *Indonesian Journal on Networking and Security*, Online, 2022.
- [9] D. N. M. Mansur, “*Web based Application Wet Cake Snack Product Distribution using Concept Business to Business to Consumer*,” *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 2022, DOI: 10.31849/digitalzone.v11i1.1.
- [10] H. Pratiwi, M. I. Saad, and M. A. Zakaria, “Sistem Pakar berbasis *Web* untuk Diagnosis Penanganan Pasca Panen Kelapa Sawit menggunakan Metode *Naive Bayes*,” *TAMIKA: Jurnal Tugas Akhir Manajemen Informatika & Komputerisasi Akuntansi*, Vol. 4, No. 2, pp. 259–267, Dec. 2024, DOI: 10.46880/tamika.Vol4No2.pp259-267.

- [11] J. Teknika and C. Anwar, “Teknika 19 (1): 83-94 Implementasi Algoritma OTP dan HMAC untuk *Two-Factor Authentication* Sistem Login Relawan Pemilu,” *IJCCS*, Vol. 19, No.1, pp. 1–5, 2022.
- [12] A. E. B. Arieska and F. S. Mukti, “Pemanfaatan *One-Time Password* dan Algoritma *Advanced Encryption Standard* dalam Sistem Login Internet Kampus,” *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, Vol. 7, No. 4, pp. 1262–1271, Oct. 2023, DOI: 10.33379/gtech.v7i4.3003.
- [13] S. Eko Prasetyo and A. Mindy, “Implementasi *Multi-Factor Authentication* untuk Optimalisasi Keamanan Akses Data *Implementation of Multi-Factor Authentication for Optimizing Data Access Security*,” *Jurnal Manajemen Informatika (JAMIKA)*, 2022, DOI: 10.34010/jamika.v15i1.14190.
- [14] Fathurrahmani, Herpendi, and K. A. Hafizd, “Perancangan *Single Sign-On (SSO)* pada Aplikasi Web menggunakan *Cloud Identity*,” *Antivirus : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, Vol. 15, No. 2, pp. 242–251, Nov. 2021, DOI: 10.35457/antivirus.v15i2.1813.
- [15] I. G. Arianto, W. Witanti, and H. Ashaury, “Sistem Keamanan Otentikasi Pengguna pada Modul *Single Sign On* menggunakan *OAuth 2.0* dan *One Time Password*,” 2025. [Online]. Available: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- [16] R. F. Maulana, A. Yusuf Wicaksono, K. Monika Dian Pertiwi, and M. Dzulfikar Fauzi, “Kombinasi *Timestamp*, *Nonce*, dan Nilai *Salt* pada Autentikasi *Single Sign-On*,” *BRILIANT: Jurnal Riset dan Konseptual*, Vol. 8, No. 4, 2023, DOI: 10.28926/briliant.v8i4.