

IMPLEMENTASI PERHITUNGAN FEED CONVERSION RATIO (FCR) PADA SISTEM INFORMASI PENCATATAN PAKAN DAN PRODUKSI TELUR AYAM

Pani Subahri¹, Yazid Haris Juliansyah², Fathullah Nur Akbar³

^{1,2,3}Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang
Jl. Raya Puspatek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310

E-mail: panisubahri30@gmail.com¹, yazidharis46@gmail.com²,
fathullahakbar@gmail.com³

ABSTRAK

IMPLEMENTASI PERHITUNGAN FEED CONVERSION RATIO (FCR) PADA SISTEM INFORMASI PENCATATAN PAKAN DAN PRODUKSI TELUR AYAM. Peternakan ayam petelur Warung Fitri, sebuah usaha berskala UMKM, hingga kini masih bergantung pada catatan manual untuk mendokumentasikan pemakaian pakan harian dan jumlah telur yang dipanen. Cara kerja semacam ini membuat pemilik usaha kesulitan mengetahui secara cepat seberapa efisien pakan yang diberikan, sebab nilai Feed Conversion Ratio (FCR) harus dihitung satu per satu secara manual. Untuk mengatasi persoalan tersebut, penelitian ini membangun aplikasi berbasis website yang dapat merekam konsumsi pakan, mencatat hasil panen telur, dan langsung menampilkan hasil perhitungan FCR tanpa proses hitung manual. Proses pembangunan aplikasi mengikuti tahapan Waterfall, dimulai dari analisis kebutuhan hingga pengujian sistem, dengan PHP Laravel sebagai kerangka kerja utama serta MySQL dan SQLite sebagai media penyimpanan data. Setiap fitur diuji menggunakan pendekatan Black Box Testing agar kesesuaiannya dengan kebutuhan pengguna dapat dipastikan. Dari delapan skenario pengujian yang dijalankan, seluruhnya dinyatakan berhasil, dan aplikasi terbukti membuat pencatatan pakan maupun telur pada peternakan ini jauh lebih rapi, cepat, serta mendukung keputusan operasional yang lebih berbasis data.

Kata kunci: Sistem Informasi, Ayam Petelur, FCR, Laravel, Waterfall

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF FEED CONVERSION RATIO (FCR) CALCULATION IN A FEED AND EGG PRODUCTION RECORDING INFORMATION SYSTEM. At Warung Fitri, a small layer-chicken farm operating as a micro business, feed usage and egg harvests are still logged by hand, leaving the owner without a quick way to gauge feeding efficiency since the Feed Conversion Ratio (FCR) has to be worked out manually for every batch. To close this gap, the present study builds a website-based application that records feed consumption, logs egg output, and computes FCR instantly without manual calculation. The application follows the Waterfall stages, from requirement analysis through system testing, and is built on the PHP Laravel framework with MySQL and SQLite for data storage. Each feature was verified through Black Box Testing to confirm it met the defined user requirements. All eight test scenarios passed, and the resulting application makes feed and egg record-keeping at the farm considerably tidier and faster while supporting more data-driven operational decisions.

Keywords: Information System, Laying Hen, FCR, Laravel, Waterfall

1. PENDAHULUAN

Protein hewani bagi masyarakat Indonesia sebagian besar pasok oleh industri peternakan ayam petelur, sehingga sektor ini terus tumbuh seiring bertambahnya pelaku usaha berskala kecil dan menengah. Pertumbuhan tersebut semestinya diiringi tata kelola data operasional yang rapi, namun pada kenyataannya banyak peternakan kecil masih menjalankan pencatatan secara manual,

sehingga proses pemantauan dan evaluasi produksi berjalan lambat dan rawan kesalahan.

Peternakan Warung Fitri di Kabupaten Tangerang, Banten, mengalami persoalan serupa. Setiap hari staf kandang mencatat pemakaian pakan dan hasil panen telur pada buku atau catatan sederhana, sehingga ketika pemilik usaha hendak menelusuri data pemakaian pakan bulan sebelumnya atau menghitung efisiensi pakan lewat Feed Conversion Ratio (FCR), prosesnya memakan waktu dan rawan selisih hitung.

Studi-studi sebelumnya memperlihatkan bahwa digitalisasi pencatatan melalui sistem berbasis website mempercepat proses input data sekaligus menekan risiko kesalahan pencatatan [1], [2], sementara model pengembangan Waterfall tetap banyak dipakai untuk proyek dengan kebutuhan yang sejak awal sudah dapat dipetakan dengan jelas [3], [4]. Sayangnya, penggabungan tiga hal sekaligus, yakni pencatatan pakan, pencatatan produksi telur, dan otomatisasi perhitungan FCR pada satu aplikasi, belum banyak dibahas pada penelitian-penelitian yang sudah ada.

Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk merancang dan membangun sistem informasi recording pakan dan produksi telur ayam petelur berbasis website di Peternakan Warung Fitri menggunakan model Waterfall, dengan target akhir berupa aplikasi yang mampu menyederhanakan pencatatan harian, menghitung FCR secara otomatis, dan menghasilkan data akurat untuk mendukung keputusan pengelolaan peternakan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Informasi

Dalam konteks organisasi, sistem informasi berfungsi sebagai rangkaian komponen yang bekerja bersama untuk mengumpulkan data, mengolahnya, menyimpannya, lalu menyalurkannya kembali sebagai bahan pengambilan keputusan maupun pengendalian kegiatan [5]. Ketika sebuah sistem informasi dirancang, tahapannya mencakup penyusunan prosedur serta penentuan komponen baru berdasarkan hasil analisis kebutuhan pengguna, dengan tujuan akhir sistem tersebut benar-benar terpakai dan sesuai kebutuhan di lapangan [6].

2.2 Model Waterfall

Waterfall menempatkan setiap tahap pengembangan, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, penulisan kode program, pengujian, sampai pemeliharaan, secara berurutan tanpa tumpang tindih [3]. Karena satu tahap wajib rampung sebelum tahap berikutnya dimulai, model ini paling cocok dipakai ketika kebutuhan proyek sudah dapat dipastikan sejak awal [4]. Pada penelitian ini, kebutuhan fungsional aplikasi, yaitu mencatat pakan, mencatat produksi telur, dan menghitung FCR, memang sudah dapat dipetakan sejak tahap observasi awal di Peternakan Warung Fitri, sehingga Waterfall dipilih sebagai kerangka pengembangan.

2.3 Framework Laravel

Laravel dipilih sebagai framework pengembangan karena sifatnya open source dan mengikuti pola Model-View-Controller (MVC), di mana model menangani data, view menangani apa yang dilihat pengguna, dan controller menjadi penghubung antara permintaan pengguna dengan proses pada model [7]. Pemisahan tiga lapisan ini membuat kode aplikasi recording pakan dan produksi telur pada penelitian ini lebih mudah dipelihara maupun dikembangkan lebih lanjut di masa mendatang.

2.4 Feed Conversion Ratio (FCR)

FCR dihitung dengan membandingkan total bobot pakan yang dihabiskan ternak dengan total bobot telur yang berhasil dipanen pada rentang waktu yang sama [8]. Nilai FCR yang kecil menandakan pakan dimanfaatkan secara lebih efisien oleh ayam petelur, sehingga banyak peternak menjadikan angka ini sebagai acuan utama saat mengevaluasi performa produksi harian maupun bulanan.

2.5 Penelitian Terdahulu

Penerapan sistem berbasis website pada sektor peternakan maupun bidang lain sudah banyak dikaji. Hardinata dkk. [9] misalnya memakai metode Design Thinking untuk membangun aplikasi recording ternak bagi kelompok tani, dan hasilnya pencatatan data ternak menjadi jauh lebih rapi dibandingkan cara manual sebelumnya. Al-Adhim dan Dewi [10] membangun sistem monitoring IoT untuk smart farm berbasis web dengan memadukan dashboard Bootstrap dan Laravel 10, yang mampu menyajikan data pemantauan secara real-time.

Penerapan serupa juga ditemukan di luar sektor peternakan. Setiawan dan Nugroho [11] berhasil mempercepat proses administrasi keuangan sekolah lewat sistem informasi pembayaran berbasis web, sedangkan Wijaya dan Saputra [12] memakai pendekatan Agile pada sistem informasi akademik dan menemukan bahwa metode iteratif tersebut lebih fleksibel mengikuti perubahan kebutuhan pengguna selama pengembangan berlangsung. Nova dkk. [1] dan Nuryani dkk. [13], melalui tinjauan literatur masing-masing, sama-sama menyimpulkan bahwa baik Agile maupun Waterfall dapat sama efektifnya, bergantung pada karakteristik kebutuhan proyek yang dihadapi.

Dibanding penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini berfokus pada penggabungan tiga fungsi sekaligus dalam satu sistem, yaitu pencatatan pakan, pencatatan produksi telur, dan otomatisasi perhitungan FCR. Kajian Hardinata dkk. [9] dan Al-Adhim dan Dewi [10] membahas pencatatan maupun pemantauan data peternakan, namun keduanya belum mencakup perhitungan FCR, sementara kajian Setiawan dan Nugroho [11] serta Wijaya dan Saputra [12] membahas sistem informasi pada domain di luar peternakan. Celah inilah yang coba diisi oleh penelitian ini, yaitu menggabungkan pencatatan pakan, pencatatan produksi telur, dan perhitungan FCR dalam satu sistem yang terintegrasi. Otomatisasi perhitungan FCR dimungkinkan karena nilainya diperoleh dari perbandingan total bobot pakan dan total bobot telur pada rentang waktu yang sama [8], sehingga proses tersebut dapat direpresentasikan sebagai formula tetap yang dihitung otomatis oleh sistem begitu data pakan dan telur tersimpan, tanpa memerlukan intervensi hitung manual.

3. METODE

3.1 Identifikasi Masalah

Permasalahan penelitian diidentifikasi dari kondisi operasional Peternakan Warung Fitri, yaitu pencatatan pemakaian pakan dan hasil panen telur yang masih dilakukan secara manual pada buku catatan, sehingga proses penelusuran data pemakaian pakan serta perhitungan Feed Conversion Ratio (FCR) memakan waktu dan rawan selisih hitung. Permasalahan inilah yang menjadi dasar perumusan kebutuhan sistem pada tahap analisis.

3.2 Analisis (Kondisi Saat Ini dan Kondisi Usulan)

Analisis kondisi saat ini menunjukkan bahwa staf kandang mencatat jumlah karung pakan, bobot pakan terpakai, dan bobot telur hasil panen secara manual, sementara nilai FCR baru dapat diketahui setelah dihitung satu per satu, sehingga pemilik usaha kesulitan memantau efisiensi pakan secara cepat. Berdasarkan kondisi tersebut, dirumuskan kondisi usulan berupa sistem informasi berbasis website yang mampu merekam data pakan dan telur secara terstruktur serta menghitung FCR secara otomatis begitu data harian diinput.

Analisis kebutuhan fungsional yang dilakukan melalui observasi dan wawancara

dengan pemilik usaha mengidentifikasi dua peran pengguna, yaitu Karyawan (Staf Kandang) dan Pengelola Utama (Pemilik). Staf kandang membutuhkan fungsi untuk mencatat setiap hari jumlah karung pakan yang dibuka, total bobot pakan terpakai, dan total bobot telur hasil panen, sambil memantau efisiensi pakan lewat dashboard. Pengelola utama membutuhkan seluruh fungsi staf kandang, ditambah kewenangan mengatur akun pengguna, memantau FCR seluruh peternakan secara terkonsolidasi, dan mencetak laporan untuk evaluasi bisnis. Hasil analisis ini menjadi acuan pada tahap perancangan dan implementasi sistem.

3.3 Pendekatan Pengembangan Perangkat Lunak (Waterfall)

Pengembangan sistem pada penelitian ini mengikuti SDLC model Waterfall, dipilih karena kebutuhan aplikasi recording pakan dan produksi telur sudah bisa dipetakan sejak awal penelitian. Tahapan yang ditempuh berurutan, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan sistem.

Lokasi penelitian berada di Peternakan Warung Fitri, Kabupaten Tangerang, Banten. Data dikumpulkan melalui tiga cara, yaitu observasi langsung ke lokasi kandang untuk memahami alur kerja harian, wawancara dengan pemilik usaha mengenai kebiasaan pencatatan pakan dan telur selama ini, serta penelusuran literatur seputar sistem informasi, Waterfall, dan pengelolaan usaha ayam petelur.

Untuk perancangan, digunakan Unified Modeling Language (UML) berupa Use Case Diagram dan Activity Diagram, sedangkan struktur basis data digambarkan lewat Entity Relationship Diagram (ERD). Implementasi sistem memakai bahasa pemrograman PHP dengan Laravel 10 sebagai framework utama, ditambah HTML, CSS, dan JavaScript pada sisi antarmuka, serta MySQL dan SQLite sebagai basis data.

3.4 Evaluasi

Sistem yang telah selesai dibangun kemudian dievaluasi dengan metode Black Box Testing untuk memeriksa apakah setiap fungsi sudah berjalan sesuai kebutuhan pengguna. Pengujian mencakup proses login, pengelolaan data pakan, pengelolaan data produksi telur, otomatisasi perhitungan FCR, pengelolaan pengguna, dan pembuatan laporan. Tingkat keberhasilan tiap fungsi kemudian dianalisis

untuk memastikan seluruh kebutuhan fungsional sistem terpenuhi. Selain pengujian fungsional, evaluasi juga dilakukan dengan membandingkan kondisi pencatatan sebelum dan sesudah penerapan sistem, yaitu proses pencatatan manual dan perhitungan FCR satu per satu pada kondisi sebelumnya, dibandingkan dengan pencatatan yang terstruktur serta perhitungan FCR otomatis pada kondisi sesudah sistem diimplementasikan.

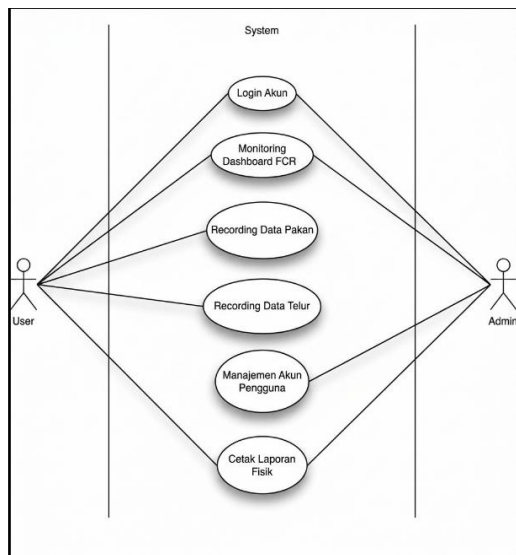
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisis Kebutuhan Sistem

Hasil analisis kebutuhan pada tahap metode menghasilkan dua peran pengguna, yaitu Karyawan (Staf Kandang) dan Pengelola Utama (Pemilik), beserta cakupan fungsinya masing-masing. Hasil ini selanjutnya diterjemahkan ke dalam rancangan Use Case Diagram, Activity Diagram, serta Entity Relationship Diagram pada tahap perancangan sistem.

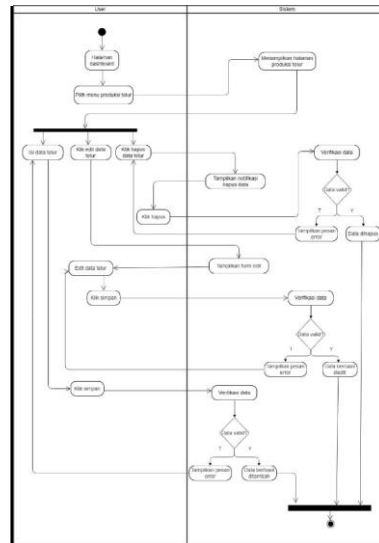
4.2 Perancangan Sistem dan Basis Data

Perancangan sistem dimulai dari Use Case Diagram untuk menggambarkan interaksi antar aktor dengan sistem, seperti terlihat pada Gambar 1.

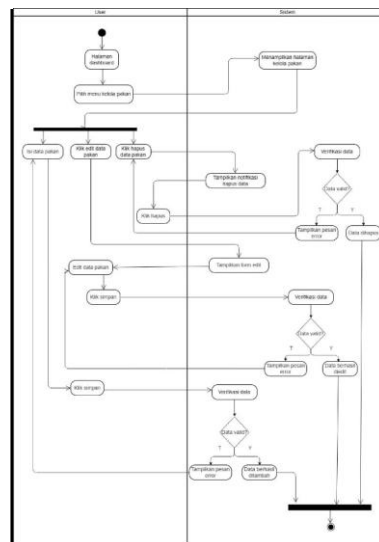


Gambar 1. Use Case Diagram

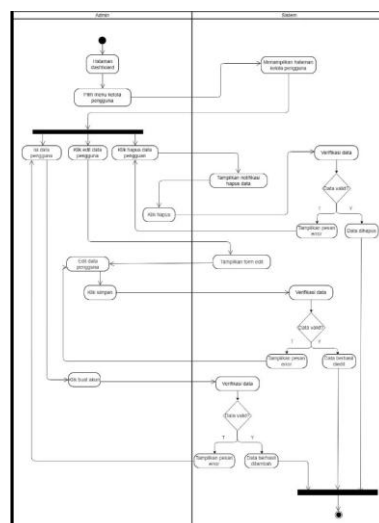
Alur kerja pengguna dalam proses pencatatan dan perhitungan otomatis kemudian dituangkan ke dalam Activity Diagram pada Gambar 2 sampai Gambar 5.



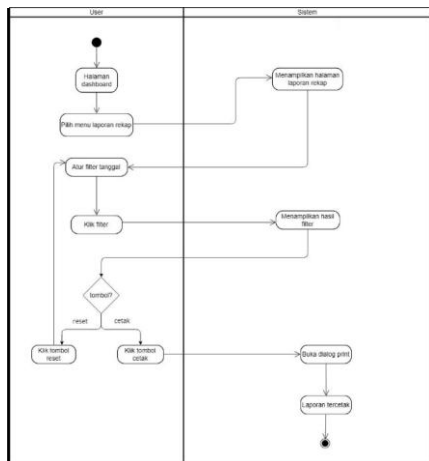
Gambar 2. Activity Diagram Kelola Produksi Telur



Gambar 3. Activity Diagram Kelola Data Pakan

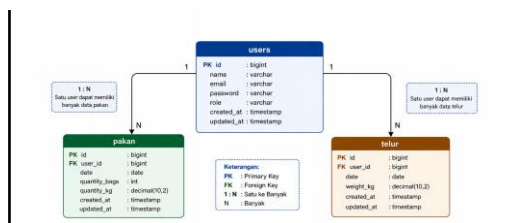


Gambar 4. Activity Diagram Kelola Pengguna



Gambar 5. Activity Diagram Rekap Laporan

Basis data dirancang lewat Entity Relationship Diagram pada Gambar 6 dengan mempertimbangkan efisiensi penyimpanan agar data tidak terduplikasi dan integritas antar tabel tetap terjaga. Tiga entitas utama yang dipakai adalah tabel users, pakan, dan telur.



Gambar 6. Entity Relationship Diagram (ERD)

Tabel	Field	Tipe Relasi	Keterangan
users	id (PK)	Primary Key, diformat sebagai angka bulat	Menginput data pengguna sistem
pakan	id (PK), user_id (FK)	user_id merujuk ke users.id (relasi 1:N dari users)	Menginput data konsumsi pakan harian
telur	id (PK), user_id (FK)	user_id merujuk ke users.id (relasi 1:N dari users)	Menginput data produksi telur harian

Gambar 7. Relasi Antar Tabel

Kolom tanggal pada tabel pakan dan tabel telur masing-masing diberi indeks unik, sehingga hanya boleh ada satu entri pakan dan satu entri telur untuk setiap hari. Cara ini membuat sistem lebih mudah menggabungkan data berdasarkan tanggal saat menghitung FCR harian, tanpa risiko data ganda.

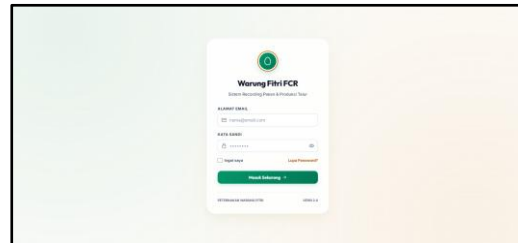
4.3 Implementasi Antarmuka dan Sistem

Seluruh sistem dibangun dengan PHP 8 dan Laravel 10 sebagai fondasi backend, sementara antarmuka memakai HTML5 dan JavaScript untuk pengelolaan DOM secara dinamis, dipadukan CSS murni tanpa pustaka pihak ketiga agar halaman lebih ringan dan tetap kompatibel di berbagai perangkat.

Nuansa visual aplikasi memadukan warna Golden Harvest dan Emerald Premium: hijau Forest Emerald mewakili sektor agrikultur dan kesuburan, sementara Harvest Gold merepresentasikan kualitas telur. Warna latar

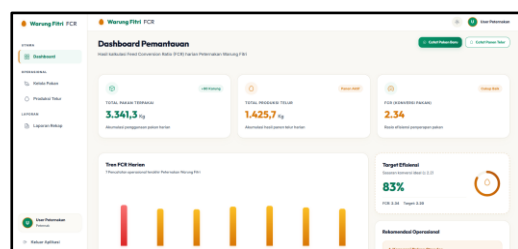
Warm Ivory dipilih agar kontras dengan teks slate gelap tetap nyaman dibaca dalam waktu lama.

a. Halaman Login



Gambar 8. Halaman Login

b. Halaman Dashboard dan Monitoring FCR



Gambar 9. Halaman Dashboard dan Monitoring FCR

c. Halaman Form Input Data Pakan

Gambar 10. Halaman Form Input Data Pakan

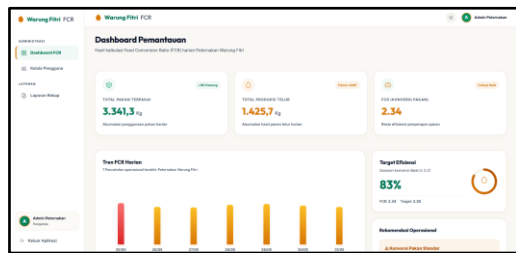
d. Halaman Form Input Data Produksi Telur

Gambar 11. Halaman Form Input Data Produksi Telur

e. Halaman Manajemen Pengguna (Admin)

Gambar 12. Halaman Manajemen Pengguna (Admin)

f. Halaman Laporan



Gambar 13. Halaman Laporan

Halaman laporan memungkinkan admin menyaring data berdasarkan rentang tanggal, menampilkannya di layar, mencetak, sekaligus mengunduhnya. Saat dicetak, tampilan otomatis berubah ke mode monokrom agar tinta printer lebih hemat.

4.4 Pengujian Sistem

Delapan skenario pengujian dijalankan dengan metode Black Box Testing, mencakup login, keamanan middleware, validasi input, penyimpanan data pakan, otomatisasi FCR, konsolidasi data admin, penyaringan laporan, dan pencetakan laporan hemat tinta, sebagaimana dirangkum pada Tabel 1. Semua skenario dinyatakan lolos, menandakan sistem sudah berjalan sesuai spesifikasi yang direncanakan sejak tahap analisis kebutuhan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Black Box Testing

ID Uji	Fitur Uji	Prosedur Uji	Hasil yang Diharapkan	Status
TC-01	Autentikasi Login	Memasukkan alamat e-mail dan kata sandi akun terdaftar.	Login berhasil dan pengguna otomatis diarahkan ke halaman dashboard.	Lolos
TC-02	Keamanan Middleware	Mengakses tautan halaman internal secara langsung tanpa melalui proses login.	Akses ditolak otomatis dan pengguna dialihkan kembali ke halaman login.	Lolos
TC-03	Validasi Form Input	Mengosongkan kolom input pakan atau memasukkan nilai angka negatif.	Penyimpanan data ditolak dan sistem menampilkan notifikasi kesalahan.	Lolos
TC-04	Input Data Pakan	Mengisi tanggal, jumlah karung, dan berat pakan (Kg), lalu menekan tombol simpan.	Data tersimpan ke database dan tabel riwayat langsung diperbarui.	Lolos

TC-05	Otomatisasi Kalkulasi FCR	Menginput data pakan 100,0 Kg beserta hasil telur 45,0 Kg.	Sistem menampilkan nilai FCR sebesar 2,22 secara otomatis pada dashboard.	Lolos
TC-06	Konsolidasi Data Admin	Login dengan akun Admin lalu membuka halaman dashboard.	Total FCR dari seluruh input staf ditampilkan otomatis pada dashboard.	Lolos
TC-07	Penyaringan Laporan	Memilih rentang tanggal awal hingga akhir pada halaman laporan.	Data tersaring dan hanya hasil sesuai rentang tanggal yang ditampilkan.	Lolos
TC-08	Cetak Laporan (Hemat Tinta)	Menekan tombol "Cetak Laporan" pada halaman rekap.	Layout laporan otomatis berubah ke format monokrom siap cetak.	Lolos

4.5 Evaluasi Sistem

Sebagai pembanding kondisi sebelum dan sesudah implementasi, pada kondisi sebelumnya staf kandang menghitung FCR satu per satu secara manual dengan rumus total bobot pakan dibagi total bobot telur, sehingga rawan selisih hitung dan memakan waktu. Pada kondisi sesudah sistem diterapkan, perhitungan berjalan otomatis begitu data pakan dan telur diinput; hal ini dibuktikan pada skenario TC-05 (Tabel 1), di mana input pakan 100,0 Kg dan hasil telur 45,0 Kg langsung menghasilkan nilai FCR 2,22 pada dashboard tanpa proses hitung manual. Perbandingan ini menunjukkan bahwa otomatisasi perhitungan FCR mempercepat proses evaluasi efisiensi pakan sekaligus menghilangkan risiko selisih hitung yang sebelumnya melekat pada pencatatan manual. Pengukuran kuantitatif yang lebih rinci, misalnya selisih waktu pencatatan atau tingkat kesalahan hitung sebelum dan sesudah implementasi dalam periode operasional tertentu, dapat menjadi bahan evaluasi lanjutan pada penelitian berikutnya.

5. KESIMPULAN

Sistem informasi pencatatan pakan dan produksi telur berbasis website untuk Peternakan Warung Fitri berhasil dibangun menggunakan model SDLC Waterfall, dengan Laravel 10 serta basis data SQLite dan MySQL sebagai fondasi teknisnya. Proses pengarsipan

data operasional harian yang sebelumnya manual kini sepenuhnya digital dan lebih rapi. Indeks unik pada kolom tanggal menjaga agar perhitungan otomatis FCR tetap akurat, sementara antarmuka bertema Golden Harvest dan Emerald Premium dengan visualisasi Circular Arc Gauge memudahkan pengguna memantau kondisi peternakan secara sekilas. Pengujian Black Box Testing terhadap delapan skenario fungsional turut membuktikan bahwa sistem ini bekerja andal dan siap mendukung pengelolaan peternakan yang lebih efisien serta berbasis data.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang, serta pemilik dan staf Peternakan Warung Fitri atas dukungan, bimbingan, dan bantuan yang diberikan sepanjang penelitian hingga artikel ini selesai disusun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. H. Nova, A. P. Widodo, and B. Warsito, "Analisis metode agile pada pengembangan sistem informasi berbasis website: Systematic literature review," *Techno.Com*, vol. 21, no. 1, pp. 139-148, 2022.
- [2] E. Pratama and Nur'aini, "Implementasi agile development dengan scrum dalam perancangan sistem informasi berbasis website," *Jurnal ICT: Information Communication & Technology*, vol. 23, no. 2, pp. 45-55, 2023.
- [3] R. S. Pressman, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 9th ed. New York: McGraw-Hill, 2020.
- [4] I. Sommerville, *Software Engineering*, 10th ed. Boston: Pearson, 2019.
- [5] A. Kadir, *Pengenalan Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi, 2020.
- [6] A. Kristanto, *Perancangan Sistem Informasi dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Gava Media, 2021.
- [7] G. W. Sasmito, "Penerapan konsep MVC pada aplikasi web menggunakan framework Laravel," *Prosiding Seminar Ilmiah Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, vol. 5, no. 2, pp. 174-183, 2016.
- [8] D. Sulaiman, N. Irwani, and K. Maghfiroh, "Produktivitas ayam petelur strain Isa Brown pada umur 24-28 minggu," *PETERPAN (Jurnal Peternakan Terapan)*, vol. 1, no. 1, pp. 26-31, 2019.
- [9] R. S. Hardinata, R. F. Wijaya, A. Putra, and L. Nastari, "Analisa metode design thinking dalam merancang aplikasi recording ternak (Studi kasus: Kelompok Tani Karya Bersama)," *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, vol. 6, no. 1, pp. 283-289, 2023.
- [10] M. F. Al-Adhim and G. S. Dewi, "Sistem monitoring IoT smart farm berbasis web dengan integrasi template dashboard Bootstrap dan Laravel 10," *COMSERVA: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, vol. 4, no. 7, pp. 1973-1981, 2024.
- [11] A. Setiawan and B. Nugroho, "Sistem informasi pembayaran sekolah berbasis web," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 8, no. 2, pp. 45-53, 2023.
- [12] R. Wijaya and D. Saputra, "Penerapan metode agile pada pengembangan sistem informasi akademik," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 14, no. 1, pp. 10-18, 2022.
- [13] S. Nuryani, T. Pribadi, I. T. Pasa, and M. A. H. Umar, "Penggunaan metode agile dalam pengembangan sistem informasi: Systematic literature review," *Computatio Digitalis: Journal of Computer Science and Information Systems*, vol. 1, no. 1, 2025.
- [14] I. P. A. E. Pratama, *Rekayasa Perangkat Lunak Berbasis Web*. Bandung: Informatika, 2021.