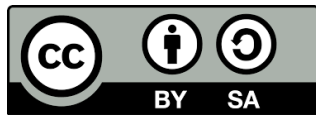


Analisis *Lean Farming* untuk Reduksi *Waste* dan Peningkatan Efisiensi Operasional Peternakan Ayam Broiler

Randy Ramli*, Moses Laksono Singgih
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Indonesia
Email: Randyxramli@gmail.com*, moseslsinggih@its.ac.id

Keywords:

broiler farming, closed house, Lean Farming, NNVA, NVA, VA, Value Stream Mapping, waste



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2026 by Author. Published by STIE UniSadhuGunaUsage

Kata kunci:

closed house, Lean Farming, NNVA, NVA, peternakan ayam broiler, VA, Value Stream Mapping, waste

Abstract

Operational waste in broiler farming increases resource consumption and limits efficiency despite production performance. This study aimed to identify waste, examine its underlying causes, and design operational improvements using Lean Farming at Kajang Broiler Farm, a closed poultry house in Takalar, South Sulawesi. A descriptive and analytical approach combined qualitative and quantitative data from one production cycle recorded between December 2025 and February 2026. Data were collected through observation, activity timing, production records, utility records, and confirmation with farm personnel. Analysis employed Value Stream Mapping, activity classification, Pareto analysis, Fishbone diagrams, and the 5W1H framework. Results showed that total activity time reached 23,243 minutes, comprising 57.08% value added, 12.07% necessary nonvalue added, and 30.85% nonvalue added activities. Defects and unnecessary motion accounted for 89.89% of waste, mainly associated with insufficient standardization of early detection, equipment monitoring, and operator routes. Proposed improvements included inspection checklists, visual management, workplace organization, and standardized procedures. The future state design projected a reduction in activity time to 21,532 minutes and an efficiency increase to 61.61%, while retaining the biological production period of 41 days. Lean Farming therefore provides a basis for prioritizing operational improvements; however, these projected benefits require validation through implementation across subsequent production cycles.

Abstrak

Pemborosan operasional pada peternakan broiler meningkatkan konsumsi sumber daya dan membatasi efisiensi meskipun performa produksi tergolong baik. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi pemborosan, menelusuri akar penyebabnya, dan menyusun rancangan perbaikan operasional berbasis Lean Farming pada Kajang Broiler Farm, peternakan berkandang tertutup di Takalar, Sulawesi Selatan. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif analitis dengan data kualitatif dan kuantitatif dari satu siklus produksi pada periode Desember 2025 hingga Februari 2026. Data dikumpulkan melalui observasi, pengukuran waktu aktivitas, dokumen produksi, catatan utilitas, serta konfirmasi bersama pekerja dan pengelola kandang. Analisis menggunakan Value Stream Mapping, klasifikasi aktivitas, diagram Pareto, diagram Fishbone, dan pendekatan 5W1H. Hasil menunjukkan total waktu aktivitas 23.243 menit, terdiri atas aktivitas bernilai tambah 57,08%, aktivitas pendukung yang diperlukan 12,07%, dan aktivitas tanpa nilai tambah 30,85%. Pemborosan berupa cacat dan gerakan tidak efisien menyumbang 89,89% dari total pemborosan, terutama terkait belum terstandarnya deteksi dini, kontrol peralatan, dan rute operator. Usulan perbaikan mencakup daftar periksa inspeksi, manajemen

visual, penataan tempat kerja, dan standardisasi prosedur. Rancangan kondisi mendatang memproyeksikan penurunan waktu aktivitas menjadi 21.532 menit dan peningkatan efisiensi menjadi 61,61%, dengan mempertahankan periode biologis pemeliharaan selama 41 hari. Lean Farming menyediakan dasar sistematis untuk memprioritaskan perbaikan operasional, tetapi manfaat proyeksinya perlu diverifikasi melalui implementasi pada siklus berikutnya.

PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan protein hewani dunia menempatkan industri perunggasan, khususnya ayam broiler, sebagai salah satu tulang punggung penyediaan pangan global karena kemampuannya menghasilkan daging dalam siklus pemeliharaan yang relatif singkat dengan konversi pakan yang paling efisien dibandingkan komoditas ternak lainnya. Namun, pertumbuhan permintaan tersebut berjalan beriringan dengan tekanan global terhadap efisiensi produksi, keberlanjutan sumber daya, dan pengendalian biaya. Studi pada berbagai negara menunjukkan bahwa peternakan broiler menghadapi persoalan yang serupa, yaitu fluktuasi harga pakan, tingginya biaya energi, serta kesenjangan antara performa aktual dan potensi genetik ayam yang berdampak langsung pada profitabilitas usaha (Adaszyńska-Skwirzyńska et al., 2025). Analisis efisiensi pada sistem produksi unggas di Brasil juga menegaskan bahwa sebagian besar peternakan belum beroperasi pada tingkat efisiensi optimal meskipun telah menggunakan teknologi modern (Marmelstein et al., 2024). Kondisi ini menunjukkan bahwa isu efisiensi operasional dan pemborosan sumber daya pada peternakan broiler merupakan permasalahan global yang menuntut pendekatan manajemen operasional yang sistematis, bukan sekadar perbaikan aspek teknis budidaya (Heizer et al., 2020).

Belum optimalnya efisiensi operasional peternakan broiler dipengaruhi oleh sejumlah faktor yang saling berkaitan. Penerapan sistem kandang tertutup atau *closed house* memang mampu mengendalikan iklim mikro melalui kipas, *cooling pad*, *panel controller*, *nipple drinker*, pemanas, dan sistem pencahayaan, tetapi sekaligus meningkatkan kompleksitas operasional harian yang harus dikelola peternak (Aviagen, 2018; Cobb-Vantress, 2022). Kompleksitas tersebut memunculkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, seperti gerakan pekerja yang tidak efisien, perpindahan material yang berulang, pengulangan proses kerja, serta penanganan ayam sakit dan kerdil yang tidak terjadwal (Ohno, 1988; Womack & Jones, 1996). Faktor lain berasal dari belum adanya standardisasi aktivitas, penataan alat kerja yang tidak teratur, serta lemahnya kontrol visual harian sehingga penyimpangan proses baru diketahui setelah berdampak pada performa ayam (Hartman, 2015). Di samping itu, penggunaan utilitas berupa listrik, air, gas, dan solar yang tidak dikendalikan sesuai dengan kebutuhan aktual ayam turut menambah pemborosan sumber daya (Slack & Brandon-Jones, 2019). Faktor-faktor tersebut umumnya tersamarkan karena telah menjadi bagian dari rutinitas kerja sehari-hari.

Faktor-faktor tersebut menimbulkan dampak yang terukur pada kinerja peternakan. Aktivitas yang tidak bernilai tambah memperpanjang *cycle time* dan menurunkan proporsi waktu kerja produktif, sedangkan penanganan ayam sakit, *culling*, dan mortalitas meningkatkan *defect* yang secara langsung menekan tingkat kehidupan ayam serta memperburuk *Feed Conversion Ratio* (FCR) dan indeks performa (IP) (Adaszyńska-Skwirzyńska et al., 2025; Ziebe et al., 2025). Penurunan indikator performa tersebut berdampak pada meningkatnya biaya produksi per kilogram bobot hidup dan menurunnya

pendapatan peternak, terutama pada pola kemitraan yang menggunakan skema perhitungan berbasis performa (Marmelstein et al., 2024). Pada skala yang lebih luas, pemborosan pada industri unggas juga berkontribusi terhadap *food waste* dan pemakaian sumber daya yang tidak perlu sehingga menurunkan keberlanjutan rantai pasok (Kazancoglu et al., 2021). Studi pada sektor pertanian menunjukkan bahwa pemborosan operasional berkorelasi dengan konsumsi energi dan dampak lingkungan yang lebih besar (Barth & Melin, 2018); Muñoz-Villamizar et al., 2019). Dengan demikian, pemborosan operasional bukan persoalan teknis semata, melainkan persoalan daya saing dan keberlanjutan usaha.

Penelitian ini menempatkan *Lean Farming* sebagai pendekatan utama untuk menganalisis permasalahan tersebut. *Lean Farming* merupakan adaptasi prinsip *Lean* pada sektor pertanian dan peternakan yang berfokus pada penciptaan nilai bagi pelanggan, identifikasi aliran nilai, pengurangan aktivitas tidak bernilai tambah, dan perbaikan berkelanjutan (Hartman, 2015; Womack & Jones, 1996). Variabel yang dianalisis dalam penelitian ini mencakup waste dan efisiensi operasional. Waste dipahami melalui konsep *seven waste*, yaitu *defect*, *motion*, *transportation*, *overproduction*, *over-processing*, *inventory*, dan *waiting* (Ohno, 1988), sedangkan efisiensi operasional diukur melalui proporsi aktivitas *value added* (VA) terhadap total *cycle time*, dengan pembandingan aktivitas *necessary non-value added* (NNVA) dan *non-value added* (NVA). Pemetaan kondisi aktual dilakukan menggunakan *Current State Value Stream Mapping* untuk menggambarkan aliran proses, aliran material, aliran informasi, dan waktu proses (Rother & Shook, 2003). Penentuan waste dominan menggunakan Diagram Pareto (Juran, 1999), analisis akar penyebab menggunakan Fishbone Diagram (Ishikawa, 1986), serta penyusunan rancangan perbaikan menggunakan pendekatan 5W1H yang divisualisasikan melalui *Future State Value Stream Mapping*.

Kebaruan penelitian ini terletak pada konteks penerapan dan pengintegrasian data operasional yang digunakan. Penelitian terdahulu mengenai *Lean* pada sektor agrikultur sebagian besar dilakukan pada tanaman dan usaha agro-pastoral (Martins et al., 2023), pada adaptasi *Value Stream Mapping* untuk manajemen usaha tani secara umum (Carrijo et al., 2024), maupun pada pendekatan green lean yang berorientasi pada isu iklim dan lingkungan (Barth & Melin, 2018; Muñoz-Villamizar et al., 2019). Pada sektor unggas, kajian *Lean* lebih banyak difokuskan pada pengurangan *food waste* di sepanjang rantai pasok dan pada tahap pengolahan (Kazancoglu et al., 2021), sedangkan penelitian pada peternakan broiler umumnya menyoroti indikator performa dan biosekuriti tanpa memetakan aktivitas operasional harian secara rinci (Adaszyńska-Skwirzyńska et al., 2025; Ziebe et al., 2025). Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan menerapkan Lean Farming pada level operasional kandang broiler sistem *closed house* berpola kemitraan, dengan mengintegrasikan data Rekap Hasil Perhitungan Plasma (RHPP), data aktivitas proses, dan data utilitas ke dalam satu pemetaan *Value Stream Mapping*. Selain itu, penelitian ini memperlakukan *process lead time* biologis selama 41 hari sebagai batasan yang tidak dapat dikompresi sehingga perbaikan diarahkan sepenuhnya pada reduksi aktivitas NVA dan NNVA.

Urgensi penelitian ini didasarkan pada kondisi aktual Badan Usaha Kandang Broiler Farm, peternakan ayam broiler sistem *closed house* di Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan, yang beroperasi dengan pola kemitraan dan populasi pemeliharaan sebanyak 42.000 ekor. Berdasarkan data historis RHPP, peternakan ini mencatat IP sebesar 407, FCR sebesar 1,446, deplesi sebesar 3,27%, dan umur rata-rata panen 29,91 hari. Capaian tersebut tergolong baik,

tetapi masih menyisakan kesenjangan terhadap potensi performa optimal yang dapat dicapai pada pengelolaan broiler yang sangat efisien (Cobb-Vantress, 2022). Kesenjangan ini mengindikasikan adanya pemborosan yang belum teridentifikasi pada proses operasional harian. Tanpa pemetaan yang sistematis, upaya perbaikan berisiko diarahkan pada gejala, bukan pada akar penyebab, sehingga tidak menghasilkan peningkatan performa yang berkelanjutan (Ishikawa, 1986; Heizer et al., 2020). Oleh karena itu, penelitian yang memetakan aliran proses, mengukur komposisi aktivitas VA, NNVA, dan NVA, serta mengidentifikasi *waste* dominan menjadi kebutuhan mendesak bagi peternakan ini agar mampu mempertahankan margin usaha di tengah tekanan biaya pakan dan energi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan *Lean Farming* dalam mereduksi *waste* dan meningkatkan efisiensi operasional peternakan ayam broiler sistem *closed house* di Kajang Broiler Farm. Secara khusus, tujuan penelitian ini adalah memetakan kondisi aliran proses operasional pemeliharaan ayam broiler menggunakan *Current State Value Stream Mapping*; mengidentifikasi dan mengelompokkan *waste* yang terjadi berdasarkan klasifikasi aktivitas VA, NNVA, dan NVA serta konsep *seven waste*; menganalisis akar penyebab *waste* dominan menggunakan Diagram Pareto dan Fishbone Diagram; serta menyusun rancangan perbaikan operasional berbasis *Lean Farming* melalui pendekatan 5W1H yang digambarkan dalam *Future State Value Stream Mapping* sebagai rekomendasi peningkatan efisiensi operasional (Rother & Shook, 2003; (Hartman, 2015); Carrijo et al., 2024).

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat praktis dan akademik. Secara praktis, penelitian ini menyediakan rekomendasi bagi pengelola Kajang Broiler Farm untuk mengidentifikasi dan mengurangi *waste* pada proses pemeliharaan ayam broiler sistem *closed house*, khususnya melalui perbaikan pada aspek pakan, tenaga kerja, peralatan, utilitas, dan aktivitas harian kandang, sehingga efisiensi operasional dapat ditingkatkan tanpa penambahan investasi yang besar. Rancangan perbaikan yang dihasilkan juga dapat direplikasi oleh peternakan plasma lain dengan karakteristik operasional serupa. Secara akademik, penelitian ini memperkaya kajian penerapan *Lean Farming* pada peternakan ayam broiler sistem *closed house* yang masih terbatas dibandingkan penerapannya pada sektor manufaktur dan tanaman (Martins et al., 2023; Carrijo et al., 2024). Selain itu, penelitian ini dapat menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya yang menggunakan *Value Stream Mapping*, identifikasi *waste*, Fishbone Diagram, dan 5W1H dalam konteks agribisnis peternakan, termasuk pengembangan ke arah implementasi dan pengukuran dampak pascaperbaikan.

METODE PENELITIAN

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif-analitis dengan dukungan data kualitatif dan kuantitatif yang dirancang untuk menghasilkan rancangan perbaikan operasional, bukan sekadar potret kondisi peternakan. Strategi penelitian dibangun di atas logika berpikir *Lean*, yaitu bahwa persoalan performa harus ditelusuri dari aliran proses tempat nilai diciptakan dan pemborosan terbentuk, sehingga solusi yang dihasilkan menyentuh akar persoalan dan bukan gejalanya (Womack & Jones, 1996; (Ohno, 1988). Pendekatan deskriptif ditempatkan sebagai pintu masuk untuk merekam apa yang benar-benar terjadi pada operasional harian kandang, sedangkan pendekatan analitis digunakan untuk mengubah rekaman tersebut menjadi

keputusan perbaikan yang berpijak pada bukti. Kombinasi kedua pendekatan ini dipilih karena pemborosan pada usaha tani dan peternakan jarang dapat dijelaskan hanya melalui angka performa akhir; diperlukan pembacaan atas praktik kerja yang melatarbelakangi angka tersebut (Hartman, 2015; Carrijo et al., 2024).

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Badan Usaha Kajang Broiler Farm, peternakan ayam broiler sistem closed house di Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan. Lokasi ini dipilih secara sengaja karena memenuhi prasyarat yang dibutuhkan strategi penelitian, yaitu adanya proses pemeliharaan intensif dengan pengendalian mikroklimat, keteraturan aktivitas kerja harian, serta ketersediaan catatan operasional yang memungkinkan aliran proses dipetakan secara utuh (Aviagen, 2018; Cobb-Vantress, 2022). Penelitian ini menggunakan data operasional periode Desember 2025–Februari 2026 sebagai representasi kondisi aktual (*current state*). Rentang waktu tersebut dipilih agar pemetaan mencakup satu siklus pemeliharaan penuh sehingga seluruh tahapan proses, mulai chick-in hingga panen, terwakili dalam analisis dan tidak menghasilkan kesimpulan yang bias terhadap fase tertentu (Rother & Shook, 2003).

Aspek yang Dikaji

Penelitian ini menyangkut beberapa aspek yang saling terkait, yaitu aspek proses, aspek performa, dan aspek sumber daya. Aspek proses mencakup chick-in DOC, masa *brooding*, masa *grower*, pemberian pakan dan air minum, pengendalian suhu dan ventilasi, pemantauan kesehatan dan performa ayam, hingga panen internal, yang dipetakan melalui kerangka *Input-Process-Output*. Aspek performa mencakup indikator FCR, deplesi, bobot panen, umur panen, dan indeks performa yang lazim digunakan untuk menilai keberhasilan pemeliharaan broiler (Adaszyńska-Skwirzyńska et al., 2025; Marmelstein et al., 2024). Aspek sumber daya mencakup pemakaian listrik, air, gas, dan solar yang diposisikan sebagai indikator pendukung efisiensi operasional (Slack & Brandon-Jones, 2019). Batas kajian sengaja diarahkan pada aktivitas yang berada dalam kendali internal farm agar rekomendasi yang dihasilkan dapat benar-benar ditindaklanjuti oleh pengelola, sehingga waiting akibat faktor eksternal tidak dijadikan prioritas analisis (Heizer et al., 2020).

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian ini adalah seluruh aktivitas operasional pemeliharaan ayam broiler dalam satu siklus produksi di Kajang Broiler Farm dengan populasi ternak sebanyak 41.420 ekor chick-in dan 40.064 ekor panen. Sampel penelitian ditentukan secara purposif, yaitu aktivitas-aktivitas yang berada di sepanjang aliran nilai utama dari *chick-in* hingga panen internal, sementara aktivitas persiapan kandang diposisikan sebagai aktivitas pendukung di luar aliran material utama. Pemilihan sampel dengan cara ini mengikuti prinsip bahwa peta aliran nilai harus dibatasi pada satu aliran produk yang jelas agar analisis tetap fokus dan hasilnya dapat ditindaklanjuti (Rother & Shook, 2003). Informan penelitian terdiri atas Anak Buah Kandang (ABK) dan kepala atau pengelola kandang yang dipilih karena keterlibatan langsung mereka pada pelaksanaan aktivitas harian, sehingga mampu mengonfirmasi alasan di balik praktik kerja yang teramati (Hartman, 2015).

Instrumen dan Pengumpulan Data

Instrumen penelitian ini terdiri atas lembar pengamatan aktivitas, stopwatch untuk pengukuran waktu siklus setiap elemen kerja, dokumen Rekap Hasil Perhitungan Plasma (RHPP), pencatatan harian (*recording*), catatan pemakaian utilitas, serta panduan konfirmasi

lapangan bersama ABK dan pengelola kandang, yang dilengkapi dokumentasi foto sebagai bukti kondisi lapangan. Strategi pengumpulan data dirancang berlapis, yaitu pengukuran waktu digunakan untuk memperoleh besaran *cycle time* secara objektif, dokumen RHPP digunakan untuk mengikat temuan proses pada indikator performa yang telah tercatat, dan konfirmasi lapangan digunakan untuk menjelaskan mengapa suatu aktivitas dilakukan dengan cara tertentu. Rancangan berlapis ini dipilih agar identifikasi pemborosan tidak bertumpu pada kesan pengamat semata, melainkan tervalidasi oleh data operasional yang sudah ada (Ohno, 1988; (Carrijo et al., 2024).

Strategi Analisis Data

Analisis dirancang secara berurutan sehingga setiap tahap menghasilkan masukan bagi tahap berikutnya dan alur penalaran dari masalah menuju solusi dapat ditelusuri. Kondisi aktual terlebih dahulu dipetakan melalui *Current State Value Stream Mapping* untuk menampilkan aliran proses, aliran material, aliran informasi, dan waktu proses dalam satu gambar utuh (Rother & Shook, 2003). Setiap aktivitas kemudian dipilah menjadi *value added*, *necessary non-value added*, dan *non-value added* sebagai dasar pengukuran efisiensi operasional sekaligus penentuan aktivitas yang layak dikurangi. Aktivitas *non-value added* dikelompokkan ke dalam kategori *seven waste* (Ohno, 1988), lalu diperingkat menggunakan Diagram Pareto agar sumber daya perbaikan diarahkan pada pemborosan yang paling dominan, bukan disebar merata (Juran, 1999). *Waste* dominan tersebut ditelusuri akar penyebabnya melalui Fishbone Diagram dengan kategori *man*, *machine*, *method*, *material*, *measurement*, dan *environment* (Ishikawa, 1986). Hasil penelusuran diterjemahkan menjadi tindakan perbaikan melalui pendekatan 5W1H, kemudian dirangkai kembali menjadi *Future State Value Stream Mapping* sebagai gambaran proses usulan yang lebih efisien (Hartman, 2015; Martins et al., 2023).

Integrasi dan Keabsahan Data

Keabsahan temuan dijaga melalui integrasi data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif digunakan untuk menunjukkan besaran waktu aktivitas, indikator performa, dan kontribusi setiap jenis pemborosan, sedangkan data kualitatif digunakan untuk menjelaskan mekanisme terjadinya pemborosan tersebut di lapangan. Suatu temuan baru dinyatakan sebagai *waste* apabila terdapat kesesuaian antara hasil pengukuran waktu, hasil observasi, dokumentasi, catatan harian, data utilitas, dan konfirmasi operasional. Strategi penyilangan sumber data ini dipilih agar rancangan perbaikan yang diusulkan memiliki dasar yang kuat dan dapat dipertanggungjawabkan secara manajerial, sejalan dengan praktik penerapan Lean pada sektor agrikultur yang menekankan pentingnya bukti lapangan (Barth & Melin, 2018; Muñoz-Villamizar et al., 2019; Kazancoglu et al., 2021).

Rancangan Luaran dan Implikasi Manajerial

Luaran penelitian ini berupa rancangan perbaikan operasional yang dituangkan dalam *Future State Value Stream Mapping* beserta implikasi manajerialnya, bukan hasil implementasi langsung, mengingat keterbatasan waktu penelitian dan karakteristik produksi broiler yang terikat pada periode pemeliharaan biologis tertentu. Implikasi manajerial diturunkan langsung dari *waste* dominan dan akar penyebabnya sehingga rekomendasi yang diberikan bersifat spesifik pada aktivitas yang terbukti menjadi sumber pemborosan, meliputi standarisasi kerja, pengurangan gerakan operator yang tidak efisien, perbaikan alur perpindahan material, pengendalian peralatan *closed house*, penguatan pemantauan performa, dan pengelolaan utilitas. Dengan strategi ini, hasil penelitian diposisikan sebagai dasar penyusunan prioritas

perbaikan yang dapat dieksekusi oleh pengelola farm tanpa bergantung pada keputusan pihak eksternal (Heizer et al., 2020; Womack & Jones, 1996).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Objek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Badan Usaha Kajang Broiler Farm, peternakan ayam broiler sistem *closed house* yang beroperasi melalui pola kemitraan dengan PT Ciomas Adisatwa dan berlokasi di Desa Topejawa, Kecamatan Mangarabombang, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. Berdasarkan dokumen RHPP, *farm* ini tercatat dengan kode F0869 dan kandang K0870. Perusahaan mitra menyediakan sarana produksi berupa DOC, pakan, dan OVK serta pendampingan teknis melalui Petugas Penyuluh Lapangan, sedangkan pihak *farm* bertanggung jawab atas seluruh pelaksanaan operasional kandang harian mulai dari persiapan kandang, penerimaan DOC, pemeliharaan, pengendalian lingkungan, pencatatan performa, hingga panen. Karakteristik ini menjadikan *farm* sebagai unit analisis yang sesuai karena efisiensi operasional pada sistem *closed house* tidak hanya ditentukan oleh hasil panen akhir, tetapi juga oleh cara aktivitas harian dilakukan dan bagaimana sumber daya dikendalikan (Aviagen, 2018); (Cobb-Vantress, 2022). Profil objek penelitian secara ringkas disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Profil Objek Penelitian

Aspek	Keterangan
Nama objek penelitian	Kajang Broiler Farm
Jenis usaha	Peternakan ayam broiler
Sistem kandang	Closed House
Pola usaha	Kemitraan
Mitra perusahaan	PT Ciomas Adisatwa
Lokasi	Kec. Mangarabombang, Kab. Takalar, Sulawesi Selatan
Periode data	Desember 2025 – Februari 2026
Populasi awal DOC	42.000 ekor
Chick-in RHPP	41.420 ekor
Total panen	40.064 ekor
Total bobot panen	72.871,78 kg
Total pakan	105.400 kg
FCR akhir	1,446
Deplesi akhir	3,27%
IP akhir	407

Sumber: Data RHPP Kajang Broiler Farm, 2026.

Data Penelitian dan Performa Produksi

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data operasional periode Desember 2025 sampai Februari 2026, meliputi data aktivitas proses hasil pengukuran langsung, RHPP, data utilitas, observasi lapangan, dokumentasi, serta konfirmasi operasional bersama ABK dan kepala kandang. Berdasarkan RHPP, jumlah DOC awal tercatat 42.000 ekor dengan koreksi *chick-in* sebanyak 580 ekor sehingga basis perhitungan menjadi 41.420 ekor. Selama satu siklus, tercatat mortalitas 1.465 ekor dan panen 40.064 ekor dengan bobot panen 72.871,78 kg, total pakan 105.400 kg, bobot badan rata-rata 1,82 kg, *feed intake* 2,63 kg, umur rata-rata panen 29,91 hari, FCR 1,446, deplesi 3,27%, dan IP 407. Capaian ini menunjukkan performa yang sudah berjalan baik, tetapi masih menyisakan ruang perbaikan pada aktivitas operasional yang

membentuk angka tersebut, sebagaimana ditemukan pada kajian performa broiler di berbagai negara yang menunjukkan bahwa capaian aktual kerap belum menyentuh tingkat efisiensi optimal (Adaszyńska-Skwirzyńska et al., 2025; Marmelstein et al., 2024). Ringkasan performa produksi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Ringkasan Performa Produksi

Indikator	Nilai
DOC awal	42.000 ekor
Koreksi <i>chick-in</i>	–580 ekor
<i>Chick-in</i> basis RHPP	41.420 ekor
Mortalitas	1.465 ekor
Panen	40.064 ekor
Umur rata-rata panen	29,91 hari
Bobot panen	72.871,78 kg
Total pakan	105.400 kg
BW rata-rata	1,82 kg
FI	2,63 kg
FCR	1,446
Deplesi	3,27%
IP	407

Sumber: RHPP Kajang Broiler Farm, 2026.

Pada aspek sumber daya, pemakaian listrik kandang selama periode Januari sampai Februari tercatat 13.602 kWh dengan total pembayaran Rp17.819.839, pemakaian air tanah 218.000 liter atau 218 m³, konsumsi gas pemanas 145 tabung atau setara 1.740 kg, dan konsumsi solar untuk genset 70 liter. Data ini diposisikan sebagai indikator pendukung efisiensi operasional karena tersedia dalam bentuk total konsumsi per siklus sehingga tidak dapat dibebankan secara rinci pada setiap aktivitas proses. Meskipun demikian, besaran tersebut memperkuat temuan bahwa pengendalian peralatan *closed house*, seperti pengaturan *blower*, kondisi instalasi *nipple drinker*, penggunaan genset saat pemadaman, dan pengendalian gas pemanas pada fase *brooding*, merupakan titik yang menentukan tinggi rendahnya biaya operasional (Slack & Brandon-Jones, 2019; Heizer et al., 2020). Rincian pemakaian utilitas disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Utilitas Kandang

Jenis utilitas	Jumlah pemakaian	Keterangan
Listrik	13.602 kWh	Periode Januari–Februari
Biaya listrik	Rp17.819.839	Total pembayaran listrik
Air tanah	218.000 liter (218 m ³)	Kebutuhan air minum dan sanitasi
Gas pemanas	145 tabung (1.740 kg)	Digunakan pada fase brooding
Solar genset	70 liter	Cadangan saat pemadaman listrik

Sumber: Data utilitas Kajang Broiler Farm, 2026.

Hasil Pemetaan *Current State Value Stream Mapping*

Hasil pemetaan *Current State Value Stream Mapping* menunjukkan bahwa aliran proses pemeliharaan terdiri atas empat kelompok proses utama, yaitu penerimaan DOC dan *chick-in* pada umur 0 hari, fase *brooding* umur 1 sampai 14 hari, fase *grower* umur 15 sampai 21 hari, serta fase *finisher* dan panen bertahap umur 22 sampai 41 hari, dengan *process lead time* 41 hari. Total waktu aktivitas yang berhasil dipetakan adalah 23.243 menit yang diperoleh

Proses/Fase	C/T (menit)	VA (menit)	NNVA (menit)	NVA (menit)	Waste utama
Total	23.243	13.267	2.806	7.170	Defect, motion, transportation

Sumber: Pengolahan data aktivitas mapping dan RHPP, 2026.

Klasifikasi Aktivitas dan Efisiensi Operasional Aktual

Klasifikasi aktivitas menunjukkan bahwa dari total 23.243 menit, aktivitas *value added* tercatat 13.267 menit atau 57,08%, *necessary non-value added* 2.806 menit atau 12,07%, dan *non-value added* 7.170 menit atau 30,85%. Berdasarkan perhitungan proporsi VA terhadap total *cycle time*, efisiensi operasional Kandang Broiler Farm berada pada angka 57,08%. Temuan penting pada tahap ini adalah bahwa sebagian aktivitas yang semula tampak sebagai pemborosan justru harus dipisahkan sebagai NNVA karena masih diperlukan sebagai kontrol operasional, seperti penimbangan sampel, pencatatan, pemeriksaan awal, dan penyemprotan disinfektan. Pemisahan ini penting agar rekomendasi perbaikan tidak menghapus aktivitas kendali yang justru menjaga performa, sejalan dengan prinsip *Lean* bahwa yang harus dikurangi adalah aktivitas yang tidak menambah nilai dan tidak diperlukan (Ohno, 1988; Womack & Jones, 1996; Hartman, 2015). Rekapitulasi waktu per fase disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Waktu VA, NNVA, dan NVA pada *Current State* VSM

Fase proses	VA Time	NNVA Time	NVA Time	Total C/T	Persentase total C/T
Penerimaan DOC dan chick-in	128 menit	115 menit	0 menit	243 menit	1,05%
Brooding	3.770 menit	910 menit	2.893 menit	7.573 menit	32,58%
Grower	1.715 menit	455 menit	2.731 menit	4.901 menit	21,09%
Finisher dan panen bertahap	7.654 menit	1.326 menit	1.546 menit	10.526 menit	45,29%
Total	13.267 menit	2.806 menit	7.170 menit	23.243 menit	100%

Sumber: Pengolahan data aktivitas mapping, 2026.

Penelusuran kontribusi NVA berdasarkan fase menunjukkan bahwa fase *brooding* menjadi penyumbang terbesar dengan 2.893 menit atau 40,35% dari total NVA, diikuti fase *grower* sebesar 2.731 menit atau 38,09%, serta fase *finisher* dan panen bertahap sebesar 1.546 menit atau 21,56%. Fase penerimaan DOC dan *chick-in* tidak menghasilkan NVA murni karena seluruh aktivitas selain pembongkaran DOC masih berfungsi sebagai persiapan dan kontrol awal kandang. Temuan ini menunjukkan bahwa peluang perbaikan utama justru berada pada dua fase awal pemeliharaan, yaitu tempat aktivitas pengambilan ayam mati, pengerukan kotoran, penggantian tabung gas, dan pengecekan *nipple drinker* bocor paling banyak terjadi. Konsentrasi pemborosan pada fase awal ini konsisten dengan temuan bahwa gangguan proses di hulu memiliki efek berantai terhadap performa di hilir (Rother & Shook, 2003; Kazancoglu et al., 2021). Urutan kontribusi NVA per fase disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Urutan Kontribusi NVA Berdasarkan Fase

No	Fase proses	NVA Time	Persentase total NVA
1	Brooding	2.893 menit	40,35%
2	Grower	2.731 menit	38,09%
3	Finisher dan panen bertahap	1.546 menit	21,56%
4	Penerimaan DOC dan chick-in	0 menit	0,00%
	Total	7.170 menit	100%

Sumber: Pengolahan data aktivitas mapping, 2026.

Identifikasi Waste pada Aktivitas NVA

Identifikasi *waste* yang dilakukan terhadap aktivitas NVA menghasilkan tiga jenis *waste* yang terbukti muncul pada operasional Kandang Broiler Farm. *Waste defect* tercatat sebesar 4.555 menit atau 63,53% dari total NVA dan berasal dari aktivitas pengambilan ayam mati, sortir ayam, pengecekan *nipple drinker* bocor, serta pengerukan sekam basah. *Waste motion* tercatat sebesar 1.890 menit atau 26,36% yang bersumber dari aktivitas pengerukan kotoran ayam pada fase *brooding* dan *grower*. *Waste transportation* tercatat sebesar 725 menit atau 10,11% yang berasal dari penggantian tabung gas pada fase *brooding*. Aktivitas NNVA tidak diposisikan sebagai *waste* utama, tetapi tetap dianalisis karena berpotensi berkembang menjadi *over-processing* apabila tidak memiliki standar waktu, frekuensi, dan metode pelaksanaan yang jelas (Ohno, 1988; Hartman, 2015). Rekapitulasi *waste* berdasarkan NVA time disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi *Waste* Berdasarkan NVA Time

Jenis waste	Total waktu	Persentase total NVA	Contoh aktivitas
Defect	4.555 menit	63,53%	Pengambilan ayam mati, sortir ayam, pengecekan nipple drinker bocor, pengerukan sekam basah
Motion	1.890 menit	26,36%	Pengerukan kotoran ayam pada fase brooding dan grower
Transportation	725 menit	10,11%	Penggantian tabung gas pada fase brooding
Total	7.170 menit	100%	–

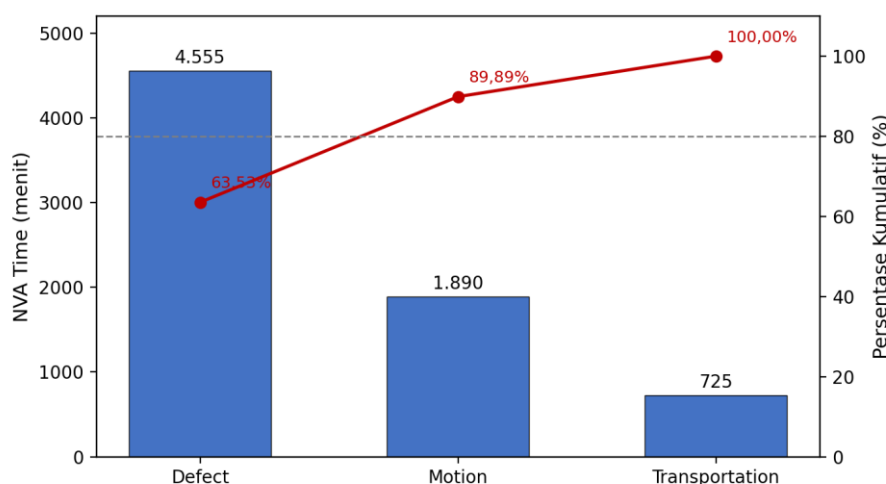
Sumber: Pengolahan data aktivitas mapping, 2026.

Waste defect pada penelitian ini tidak dimaknai semata sebagai produk cacat, melainkan sebagai waktu kerja yang terserap akibat kondisi proses yang tidak sesuai target pemeliharaan, seperti kehilangan output, ayam sakit atau kerdil, *litter* basah, dan gangguan sistem air minum. Demikian pula *waste motion*, aktivitas pengerukan kotoran dan perawatan kandang tetap diperlukan untuk menjaga kebersihan serta kenyamanan ayam, tetapi dikategorikan sebagai pemborosan karena mengandung pergerakan operator berulang yang dapat diefisienkan melalui penataan alat, rute kerja, dan standar kerja yang lebih jelas. Pemaknaan ini penting agar rekomendasi perbaikan tidak salah arah dengan menghapus aktivitas yang justru menopang kondisi lingkungan kandang (Hartman, 2015; Martins et al., 2023).

Penentuan Prioritas Waste Melalui Diagram Pareto

Penentuan prioritas menggunakan Diagram Pareto menunjukkan bahwa *waste defect* dan *waste motion* memiliki kontribusi kumulatif sebesar 89,89% terhadap total NVA murni sehingga keduanya ditetapkan sebagai *waste* prioritas, sedangkan *waste transportation* dengan kontribusi 10,11% diposisikan sebagai *waste* pendukung. Hasil ini menegaskan bahwa upaya

perbaikan tidak perlu disebar merata pada seluruh jenis pemborosan, melainkan dipusatkan pada dua sumber yang mendominasi agar sumber daya perbaikan memberikan hasil terbesar (Juran, 1999). *Waste transportation* tetap dianalisis secara ringkas agar rekomendasi tetap mencakup pengaturan perpindahan material pendukung, khususnya tabung gas pada fase *brooding*. Diagram Pareto ditampilkan pada Gambar 2 dan penentuan *waste* prioritas disajikan pada Tabel 8.



Gambar 2. Diagram Pareto *Waste* Berdasarkan NVA Time

Sumber: Pengolahan data aktivitas mapping, 2026

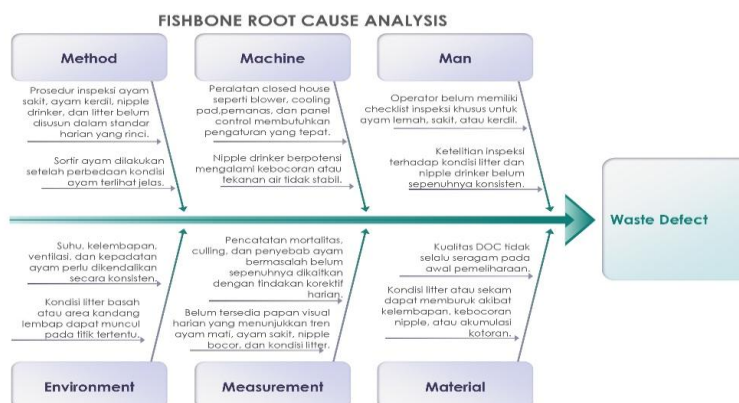
Tabel 8. Penentuan *Waste* Prioritas

Jenis waste	Total waktu	Persentase	Kumulatif	Status prioritas
Defect	4.555 menit	63,53%	63,53%	Prioritas 1
Motion	1.890 menit	26,36%	89,89%	Prioritas 2
Transportation	725 menit	10,11%	100,00%	Waste pendukung
Total	7.170 menit	100,00%	—	—

Sumber: Pengolahan data aktivitas mapping, 2026.

Hasil Analisis Akar Penyebab Menggunakan Fishbone Diagram

Analisis akar penyebab menggunakan *Fishbone Diagram* dengan kategori *man*, *machine*, *method*, *material*, *measurement*, dan *environment* menunjukkan bahwa *waste defect* berakar pada deteksi ayam sakit atau kerdil yang belum sepenuhnya cepat dan terstandar, pengawasan populasi besar yang menuntut ketelitian tinggi, potensi kebocoran *nipple drinker* yang membuat *litter* basah, serta belum adanya instrumen pemantauan harian yang ringkas. Pada *waste motion*, akar penyebab teridentifikasi pada pergerakan operator yang berulang di dalam kandang, rute kerja yang belum konsisten, alat bantu kerja yang belum selalu tersedia di titik penggunaan, serta penataan alat yang belum mengikuti prinsip 5S secara konsisten. Temuan ini menunjukkan bahwa pemborosan tidak bersumber dari kelalaian pekerja, melainkan dari belum tersedianya metode kerja dan sarana pendukung yang memadai, sebagaimana ditekankan dalam analisis sebab-akibat yang menempatkan sistem sebagai penyebab utama (Ishikawa, 1986); Hartman, 2015). *Fishbone Diagram waste defect* ditampilkan pada Gambar 3.



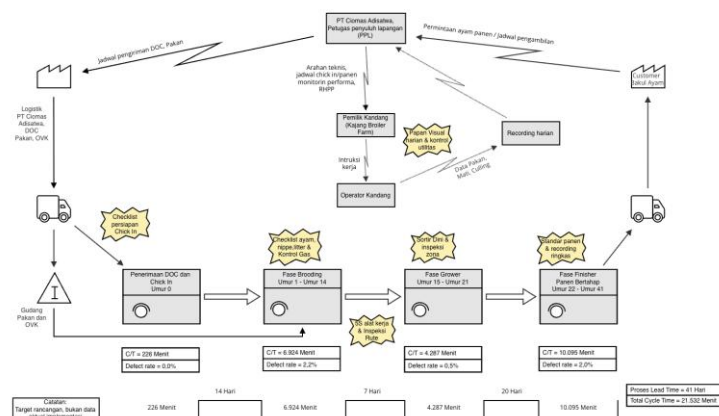
Gambar 3 Fishbone Diagram Waste Defect

Sumber: Pengolahan data penelitian, 2026.

Pada *waste transportation* yang diposisikan sebagai *waste pendukung*, akar penyebab teridentifikasi pada titik simpan tabung gas yang belum ditetapkan secara tetap serta belum adanya jadwal penggantian yang mengacu pada perkiraan konsumsi gas selama fase *brooding*, sehingga penggantian dilakukan secara reaktif dan menimbulkan perpindahan material berulang. Sementara itu, analisis terhadap aktivitas NNVA menemukan bahwa aktivitas kontrol seperti penimbangan sampel, penyemprotan disinfektan, dan pencatatan berpotensi berkembang menjadi *over-processing* karena frekuensi dan formatnya belum distandarkan. Kedua temuan ini melengkapi gambaran bahwa sumber pemborosan pada Kandang Broiler Farm bersifat sistemik dan terletak pada ranah metode kerja, sehingga dapat diperbaiki melalui pengaturan ulang prosedur tanpa memerlukan penambahan sumber daya (Ohno, 1988; Ishikawa, 1986; Barth & Melin, 2018).

Rancangan Perbaikan dan *Future State Value Stream Mapping*

Rancangan perbaikan disusun menggunakan pendekatan 5W1H dan diterjemahkan ke dalam *Future State Value Stream Mapping*. Usulan perbaikan meliputi *checklist* inspeksi ayam sakit atau kerdil, kontrol *nipple drinker*, pemantauan *litter*, papan visual harian, penataan alat kerja dengan prinsip 5S sederhana, rute inspeksi operator, penataan titik simpan tabung gas, serta standardisasi aktivitas NNVA melalui SOP, jadwal pemeriksaan, pembagian tugas, dan format *recording* yang lebih ringkas. Rancangan tersebut menargetkan penurunan total *cycle time* dari 23.243 menit menjadi 21.532 menit, penurunan NVA dari 7.170 menit menjadi 5.476 menit, penurunan NNVA dari 2.806 menit menjadi 2.789 menit, serta peningkatan efisiensi operasional dari 57,08% menjadi 61,61%. Aktivitas VA tetap dipertahankan sebesar 13.267 menit karena aktivitas tersebut secara langsung mendukung pertumbuhan ayam, kesehatan ayam, pengendalian lingkungan kandang, dan proses panen (Womack & Jones, 1996; Martins et al., 2023). Rancangan *Future State VSM* ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. *Future State Value Stream Mapping Kandang Broiler Farm*

Sumber: Pengolahan data penelitian, 2026.

Perbandingan antara kondisi aktual dan rancangan usulan menunjukkan bahwa *process lead time* tetap 41 hari karena waktu biologis pemeliharaan tidak diubah. Penurunan total *cycle time* sebesar 1.711 menit sepenuhnya berasal dari pengurangan NVA sebesar 1.694 menit dan NNVA sebesar 17 menit. Proporsi VA meningkat 4,53 poin, sedangkan proporsi NVA turun 5,42 poin. Proporsi NNVA justru naik 0,88 poin meskipun waktunya berkurang, karena total waktu aktivitas menjadi lebih kecil sehingga perubahan tersebut merupakan dampak komposisi, bukan penambahan aktivitas kontrol. Temuan ini sekaligus menegaskan bahwa perbaikan berbasis *Lean Farming* pada peternakan broiler bekerja melalui pemadatan aktivitas non-produktif, bukan melalui percepatan proses biologis (Hartman, 2015; Carrijo et al., 2024). Perbandingan kedua kondisi disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan *Current State VSM* dan *Future State VSM*

Indikator	Current State VSM	Future State VSM	Perubahan
Process lead time	41 hari	41 hari	Tetap
Total C/T	23.243 menit	21.532 menit	Turun 1.711 menit
VA time	13.267 menit	13.267 menit	Tetap
NNVA time	2.806 menit	2.789 menit	Turun 17 menit
NVA time	7.170 menit	5.476 menit	Turun 1.694 menit
Proporsi VA	57,08%	61,61%	Naik 4,53 poin
Proporsi NNVA	12,07%	12,95%	Naik 0,88 poin
Proporsi NVA	30,85%	25,43%	Turun 5,42 poin

Sumber: Pengolahan data penelitian, 2026.

Berdasarkan fase, penurunan waktu terbesar terjadi pada *brooding* sebesar 649 menit melalui perbaikan kontrol ayam sakit atau mati, kontrol *nipple drinker*, pemantauan *litter*, dan pengaturan tabung gas. Fase *grower* menurun 614 menit melalui sortir dini, inspeksi zona, dan perbaikan rute kerja operator, sedangkan fase *finisher* dan panen bertahap menurun 431 menit terutama dari pengurangan aktivitas pengambilan ayam mati dan pengerukan sekam basah. Fase penerimaan DOC menurun 17 menit melalui standarisasi aktivitas NNVA. Pola ini konsisten dengan hasil Pareto bahwa perbaikan yang diarahkan pada *waste* dominan di fase awal memberikan dampak terbesar terhadap efisiensi keseluruhan (Rother & Shook, 2003; (Juran, 1999). Rincian per fase disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Perbandingan Waktu Aktivitas per Fase pada *Current State* dan *Future State*

Fase proses	NVA Current	NVA Future	Total C/T Current	Total C/T Future	Penurunan C/T
Penerimaan DOC dan chick-in	0 menit	0 menit	243 menit	226 menit	17 menit
Brooding	2.893 menit	2.244 menit	7.573 menit	6.924 menit	649 menit
Grower	2.731 menit	2.117 menit	4.901 menit	4.287 menit	614 menit
Finisher dan panen bertahap	1.546 menit	1.115 menit	10.526 menit	10.095 menit	431 menit
Total	7.170 menit	5.476 menit	23.243 menit	21.532 menit	1.711 menit

Sumber: Pengolahan data penelitian, 2026.

Ringkasan Temuan Penelitian

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menjawab keempat rumusan masalah secara berurutan. Kondisi aliran proses berhasil dipetakan dengan komposisi 57,08% VA, 12,07% NNVA, dan 30,85% NVA pada *process lead time* 41 hari. Jenis *waste* yang terbukti muncul berjumlah tiga, yaitu *defect*, *motion*, dan *transportation*, dengan *defect* dan *motion* sebagai prioritas berdasarkan kontribusi kumulatif 89,89%. Akar penyebab keduanya bermuara pada belum terstandarnya metode deteksi dini, kontrol peralatan, dan rute kerja operator, bukan pada faktor genetik atau kualitas DOC. Rancangan perbaikan berbasis *Lean Farming* yang disusun mampu menargetkan peningkatan efisiensi operasional sebesar 4,53 poin tanpa mengubah *lead time* biologis dan tanpa menuntut investasi peralatan baru. Temuan ini memperkuat bukti bahwa prinsip *Lean* dapat diadaptasi pada konteks peternakan dengan penyesuaian pada karakteristik proses biologis yang tidak dapat dikompresi (Hartman, 2015; Martins et al., 2023; Carrijo et al., 2024).

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan menganalisis penerapan *Lean Farming* untuk mereduksi *waste* dan meningkatkan efisiensi operasional pada peternakan ayam broiler sistem *closed house* di Kajang Broiler Farm, melalui pemetaan aliran proses, identifikasi pemborosan, penelusuran akar penyebab, dan penyusunan rancangan perbaikan. Seluruh tujuan tersebut telah tercapai dan menghasilkan jawaban yang tegas atas keempat rumusan masalah. Proses operasional terbukti belum efisien: dari 23.243 menit waktu aktivitas selama 41 hari pemeliharaan, hanya 57,08% yang benar-benar memberi nilai tambah, sementara 30,85% merupakan pemborosan murni. Pemborosan tersebut mengerucut pada tiga jenis, dengan *defect* dan *motion* menguasai 89,89% dan terkonsentrasi pada fase *brooding* serta *grower*. Akar penyebabnya bukan faktor genetik ayam maupun kelalaian pekerja, melainkan belum terstandarnya deteksi dini, kontrol peralatan, dan rute kerja operator. Rancangan perbaikan berbasis 5W1H terbukti mampu menargetkan efisiensi 61,61% tanpa investasi peralatan baru. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada pembuktian bahwa *Value Stream Mapping* dapat diadaptasi pada unit produksi biologis dengan memperlakukan *lead time* sebagai konstanta, sehingga perbaikan sepenuhnya bertumpu pada pemadatan aktivitas non-produktif. Penelitian ini juga memperluas kajian *Lean* pada sektor unggas yang selama ini berhenti pada rantai pasok, menuju level operasional kandang berpola kemitraan, sekaligus menunjukkan bahwa data RHPP yang rutin disusun

peternak dapat difungsikan sebagai basis analisis pemborosan. Keterbatasan penelitian ini terletak pada rancangan perbaikan yang belum diimplementasikan sehingga dampaknya belum teruji secara aktual, cakupan satu siklus pemeliharaan pada satu farm sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasi, serta data utilitas yang hanya tersedia dalam bentuk total konsumsi sehingga tidak dapat dibebankan pada tiap aktivitas. Penelitian selanjutnya disarankan menguji rancangan ini melalui implementasi pada beberapa siklus untuk mengukur perubahan nyata pada *cycle time*, deplesi, dan indeks performa; memperluas objek pada beberapa *farm* agar temuan lebih tergeneralisasi; serta mengintegrasikan pengukuran utilitas per aktivitas sehingga analisis dapat dikembangkan ke arah *green lean* yang menghubungkan efisiensi operasional dengan dampak lingkungan (Lima et al., 2019; De Steur et al., 2016).

REFERENSI

- Adaszyńska-Skwirzyńska, M., Konieczka, P., Buclaw, M., Majewska, D., Pietruszka, A., Zych, S., & Szczerbińska, D. (2025). Analysis of the production and economic indicators of broiler chicken rearing in 2020–2023: A case study of a Polish farm. *Agriculture*, 15(2), 139. <https://doi.org/10.3390/agriculture15020139>
- Aviagen. (2018). *Ross broiler management handbook*. Aviagen.
- Barth, H., & Melin, M. (2018). A green lean approach to global competition and climate change in the agricultural sector: A Swedish case study. *Journal of Cleaner Production*, 204, 183–192. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.021>
- Carrijo, P. R. S., Rader, M. L. B., Batalha, M. O., & Godinho Filho, M. (2024). Lean manufacturing in agriculture: Adapting the Value Stream Mapping approach for farm management. *Operations Management Research*, 17(4), 1444–1468. <https://doi.org/10.1007/s12063-024-00517-w>
- Cobb-Vantress. (2022). *Cobb500 broiler performance & nutrition supplement*. Cobb-Vantress.
- De Steur, H., Wesana, J., Dora, M. K., Pearce, D., & Gellynck, X. (2016). Applying Value Stream Mapping to reduce food losses and wastes in supply chains: A systematic review. *Waste Management*, 58, 359–368. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.025>
- Hartman, B. (2015). *The lean farm: How to minimize waste, increase efficiency, and maximize value and profits with less work*. Chelsea Green Publishing.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (13th ed.). Pearson.
- Ishikawa, K. (1986). *Guide to quality control* (2nd rev. e). Asian Productivity Organization.
- Juran, J. M. (1999). *Juran's quality handbook* (A. B. Godfrey, Ed.; 5th ed.). McGraw-Hill.
- Kazancoglu, Y., Ekinci, E., Ozen, Y. D. O., & Pala, M. O. (2021). Reducing food waste through lean and sustainable operations: A case study from the poultry industry. *Revista de Administração de Empresas*, 61(5), 1–18. <https://doi.org/10.1590/S0034-759020210503>
- Lima, N. D. da S., Nääs, I. de A., Garcia, R. G., & Moura, D. J. de. (2019). Environmental impact of Brazilian broiler production process: Evaluation using life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117752. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117752>
- Marmelstein, S., Costa, I. P. de A., Terra, A. V., Silva, R. F. da, Capela, G. P. de O., Moreira, M. Â. L., Junior, C. de S. R., Gomes, C. F. S., & Santos, M. dos. (2024). Advancing efficiency sustainability in poultry farms through data envelopment analysis in a Brazilian production system. *Animals*, 14(5), 726. <https://doi.org/10.3390/ani14050726>
- Martins, A. de O., Anjos, F. E. V. dos, & Silva, D. O. da. (2023). The lean farm: Application of tools and concepts of lean manufacturing in agro-pastoral crops. *Sustainability*, 15(3), 2597. <https://doi.org/10.3390/su15032597>

- Muñoz-Villamizar, A., Santos, J., Garcia-Sabater, J. J., Lleo, A., & Grau, P. (2019). Green Value Stream Mapping approach to improving productivity and environmental performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(3), 608–625. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2018-0216>
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: Beyond large-scale production*. Productivity Press.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see: Value-stream Mapping to create value and eliminate muda* (Version 1.). Lean Enterprise Institute.
- Slack, N., & Brandon-Jones, A. (2019). *Operations management* (9th ed.). Pearson.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. Simon & Schuster.
- Ziebe, S. D., Vougat Ngom, R., Akoussa, A. M. M., Bogning, H. P., & Zangue, H. A. (2025). Impact of biosecurity on production performance and antimicrobial usage in broiler farms in Cameroon. *Animals*, 15(12), 1771. <https://doi.org/10.3390/ani15121771>