



Evaluasi Model Pelatihan Simulasi *On-the-Job* dan *E-Learning* pada Peningkatan Produktivitas serta Penurunan Error Operasional di Peternakan Ayam

Salsabila AlyaPutri Waluyo^{1*}, Andini Aulia Putri², Muhammad Ainul Yaqin³

¹²³ Institusi Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Email: ¹230605110015@student.uin-malang.ac.id, ²230605110059@student.uin-malang.ac.id, ³yaqinov@ti.uin-malang.ac.id

Abstrak

Produktivitas karyawan dan tingkat kesalahan operasional merupakan dua aspek krusial dalam keberlanjutan dan efisiensi operasional peternakan ayam. Kompleksitas proses kerja seperti pencatatan produksi, handling telur, manajemen pakan, dan kebersihan kandang menuntut adanya pelatihan yang efektif, terstruktur, dan mudah diterapkan bagi karyawan baru. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas tiga model pelatihan, yaitu Baseline (tanpa pelatihan formal), Traditional Training (kelas dan On-the-Job Training), serta Blended Training (simulasi + e-learning + OJT), dalam meningkatkan produktivitas dan menurunkan error operasional karyawan. Metode penelitian meliputi pengumpulan data historis, pemodelan *learning curve*, penyusunan skenario pelatihan, serta simulasi onboarding karyawan baru selama 180 hari dengan 200 replikasi untuk setiap kombinasi faktor pelatihan. Analisis statistik dilakukan menggunakan ANOVA dan uji lanjutan Tukey untuk menguji signifikansi perbedaan antar model. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Blended Training menghasilkan peningkatan produktivitas tertinggi, percepatan *time-to-proficiency* hingga 60%, serta penurunan error rate sebesar 60–70% dibandingkan Baseline. Meskipun memiliki biaya pelatihan yang lebih tinggi, analisis *cost-effectiveness* menunjukkan bahwa Blended Training memberikan nilai ekonomi yang paling efisien karena menghasilkan peningkatan performa yang signifikan dan stabil. Secara keseluruhan, penelitian ini menyimpulkan bahwa model Blended Training merupakan pendekatan pelatihan paling efektif dan relevan untuk diterapkan pada peternakan ayam dengan tingkat kompleksitas kerja yang tinggi.

Kata Kunci : Error Operasional, Pelatihan Blended, Peternakan Ayam, Produktivitas Karyawan, Simulasi

PENDAHULUAN

Industri peternakan ayam merupakan salah satu sektor agribisnis yang memiliki ketergantungan tinggi terhadap efektivitas operasional dan konsistensi penerapan standar kerja. Aktivitas harian seperti pemberian pakan, pengambilan telur, pencatatan produksi, pengelolaan sanitasi kandang, serta pemindahan ayam atau telur menuntut tingkat ketelitian, kecepatan, dan kompetensi teknis yang tinggi. Ketidaktepatan dalam menjalankan prosedur tersebut dapat berdampak langsung pada penurunan produktivitas, peningkatan tingkat kesalahan operasional, serta kerugian ekonomi yang signifikan (Putri, 2022; Sukriyah et al., 2024). Pada banyak peternakan rakyat maupun industri skala menengah, permasalahan seperti produktivitas yang tidak stabil, kesalahan pencatatan (misrecording), penanganan telur yang tidak sesuai prosedur, keterlambatan penerapan SOP, serta kesalahan dalam pengelolaan pakan dan peralatan masih sering ditemukan. Berbagai studi menunjukkan bahwa kondisi tersebut umumnya dipicu oleh rendahnya pengalaman karyawan baru, minimnya pelatihan terstruktur, serta ketiadaan sistem evaluasi kompetensi yang objektif dan berkelanjutan (Rijal & Sholihah, 2022; Faridah & Yoeliastuti, 2025).

Di sisi lain, sektor peternakan ayam juga dicirikan oleh tingkat turnover tenaga kerja yang relatif tinggi, sehingga proses onboarding dan adaptasi karyawan baru menjadi faktor krusial dalam menjaga stabilitas kinerja operasional. Model pelatihan konvensional yang hanya mengandalkan On-the-Job Training (OJT) sering kali belum mampu menjamin transfer pengetahuan yang konsisten dan merata. Efektivitas OJT sangat bergantung pada ketersediaan mentor, kualitas instruksi individual, serta situasi kerja saat pelatihan berlangsung, yang pada praktiknya sangat bervariasi (Sanjaya et al., 2022; Claudio & Suratman, 2022). Ketergantungan ini menyebabkan perbedaan kompetensi

..
antar karyawan, munculnya kesalahan berulang, serta meningkatnya biaya operasional akibat inefisiensi waktu, supervisi, dan penggunaan sumber daya.

Perkembangan teknologi pelatihan digital menawarkan peluang strategis untuk mengatasi keterbatasan model pelatihan konvensional tersebut. Penerapan e-learning dan simulasi prosedur kerja memungkinkan penyampaian materi yang terstandarisasi, fleksibel, dan dapat diakses kapan saja sesuai kebutuhan pekerja. Simulasi digital memberikan ruang bagi karyawan untuk mempelajari SOP kandang dan gudang secara bertahap tanpa risiko kerusakan aset biologis maupun peralatan operasional (Kim et al., 2020). Selain itu, pembelajaran berbasis simulasi mampu memvisualisasikan situasi kerja nyata seperti prosedur penanganan telur, alur pencatatan produksi, dan manajemen pakan sehingga meningkatkan kesiapan karyawan sebelum terlibat langsung dalam aktivitas lapangan (Sukriyah et al., 2024).

Sejumlah penelitian empiris telah membuktikan efektivitas pendekatan pelatihan digital dan berbasis simulasi dalam berbagai sektor industri. Kim et al. (2020) melaporkan bahwa simulation-based learning mampu meningkatkan retensi keterampilan teknis hingga 30% dibandingkan pelatihan manual. Nufus et al. (2025) menemukan bahwa penerapan blended learning dapat meningkatkan adaptabilitas pekerja baru hingga 25% pada sektor industri manufaktur. Pada konteks peternakan unggas, Rijal dan Sholihah (2022) menunjukkan bahwa e-learning berbasis modul interaktif secara signifikan meningkatkan pemahaman SOP karyawan. Sementara itu, Chorwanda et al. (2024) menegaskan bahwa digital training berkontribusi terhadap percepatan waktu adaptasi pekerja baru serta penurunan tingkat kesalahan operasional. Temuan-temuan tersebut mengindikasikan bahwa integrasi teknologi digital dalam sistem pelatihan memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas kinerja sumber daya manusia.

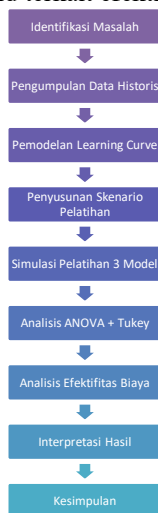
Namun demikian, meskipun manfaat pelatihan digital dan simulasi telah banyak dilaporkan, masih terdapat celah penelitian (research gap) yang signifikan terkait penerapan model blended training yang mengintegrasikan OJT dan e-learning pada konteks peternakan ayam dengan pendekatan eksperimen berbasis simulasi. Studi sebelumnya cenderung bersifat deskriptif atau terbatas pada satu jenis pelatihan, tanpa analisis kuantitatif yang mendalam mengenai kurva pembelajaran (learning curve), produktivitas harian, serta dinamika error operasional karyawan (Listiyono et al., 2022). Selain itu, kajian komparatif yang mengevaluasi tiga pendekatan pelatihan tanpa pelatihan formal, pelatihan tradisional, dan pelatihan blended berbasis simulasi dalam horizon jangka menengah (6–12 bulan) dengan replikasi simulasi yang memadai masih sangat terbatas.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan pendekatan simulasi kuantitatif berbasis learning curve untuk mengevaluasi secara komprehensif efektivitas tiga model pelatihan pada lingkungan peternakan ayam. Penelitian ini tidak hanya membandingkan hasil akhir pelatihan, tetapi juga menganalisis dinamika peningkatan produktivitas, percepatan time-to-proficiency, penurunan error operasional, serta efisiensi biaya pelatihan dalam satu kerangka evaluasi terpadu. Urgensi penelitian ini semakin tinggi mengingat industri peternakan ayam menghadapi tantangan kompleks berupa tuntutan efisiensi operasional, tingginya tingkat turnover tenaga kerja, serta kebutuhan akan akurasi kerja yang konsisten. Dengan menyediakan bukti empiris berbasis simulasi dan analisis statistik yang kuat, penelitian ini diharapkan mampu memberikan dasar pengambilan keputusan yang lebih objektif dan aplikatif bagi manajemen peternakan dalam merancang strategi pelatihan yang efektif, berkelanjutan, dan bernilai ekonomis tinggi.

METODE

Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tujuh tahapan utama yang disusun untuk memastikan seluruh proses pengembangan, pelaksanaan simulasi, dan analisis dilakukan secara sistematis, terukur, dan akurat (Sanjaya et al., 2022). Tahapan tersebut meliputi identifikasi masalah, pengumpulan data historis, pemodelan kurva pembelajaran, penyusunan skenario pelatihan, simulasi pelatihan 3 model, analisis ANOVA + Tukey, analisis efektivitas biaya, interpretasi hasil, dan kesimpulan.



Gambar 1. Alur Metode Penelitian

Identifikasi Masalah dan Kebutuhan Pelatihan

Pada peternakan ayam, banyak aktivitas operasional yang membutuhkan ketelitian tinggi, seperti pengambilan telur, pembersihan kandang, pencatatan real-time, dan manajemen pakan. Kesalahan dalam aktivitas tersebut berpotensi menyebabkan kerugian ekonomi, penurunan kualitas produksi, hingga risiko keamanan biologis (Faridah & Yoeliastuti, 2025).

Identifikasi masalah dilakukan melalui observasi langsung, wawancara pekerja, dan analisis error historis. Hasil identifikasi menunjukkan beberapa permasalahan utama:

1. pekerja baru memerlukan waktu adaptasi cukup panjang
2. error rate tinggi pada kegiatan pencatatan dan handling telur
3. SOP tidak dijalankan secara konsisten
4. pelatihan OJT tidak terstandarisasi
5. variasi kompetensi antar mentor cukup besar

Tahap ini menjadi dasar untuk merancang model pelatihan yang lebih efektif dan terukur (Rahman et al., 2025).

Pengumpulan Data Historis

Data historis dikumpulkan dari log operasional peternakan dan meliputi:

1. Waktu pelatihan pekerja baru (hari)
2. Produktivitas sebelum dan sesudah pelatihan
3. Error log operasional, mencakup:
 - a. kesalahan pencatatan telur
 - b. kerusakan telur karena handling
 - c. SOP kebersihan yang terlewat
 - d. kesalahan dosis atau jadwal pakan
4. Data turnover karyawan per bulan

Data ini digunakan sebagai baseline untuk memvalidasi parameter simulasi dan membangun *learning curve* (Rahmadani, 2024).

Pemodelan Learning Curve

Kurva pembelajaran digunakan untuk memodelkan hubungan antara peningkatan pengalaman (*experience hours*) dan produktivitas karyawan. Model Exponential Learning Curve digunakan karena umum digunakan pada pekerjaan fisik dan procedural (Putri, 2022).

Rumus Kurva Pembelajaran:

$$P(t) = P_{\infty} - (P_{\infty} - P_0)e^{-kt}$$

Dengan:

Simbol Keterangan

- $P(t)$ Produktivitas pada hari ke- t
 P_0 Produktivitas awal (baseline)
 P_{∞} Produktivitas maksimum
 k Laju pembelajaran (learning rate)
 t Waktu (hari)

Penjelasan:

- a. Semakin tinggi nilai k , semakin cepat karyawan mencapai produktivitas puncak.
- b. Pada pelatihan Blended, nilai $k > \text{Traditional} > \text{Baseline}$.
- c. Rumus ini digunakan untuk mensimulasikan peningkatan produktivitas setiap individu selama penelitian (Putri, 2022).

Penyusunan Skenario Pelatihan

Tiga skenario pelatihan dibandingkan:

1. Baseline (Tanpa pelatihan formal)
 - a. Karyawan belajar hanya melalui pengalaman harian
 - b. Nilai P_0 rendah
 - c. Nilai learning rate k kecil
 - d. Variabilitas produktivitas tinggi
2. Traditional Training
 - a. Pelatihan kelas + OJT
 - b. Nilai P_0 moderat
 - c. Learning rate k meningkat 10–15%
3. Blended Training (Simulasi + E-Learning + OJT)
 - a. Materi terstandarisasi
 - b. Learning rate lebih cepat (30–40% di atas baseline)
 - c. Error rate turun signifikan di awal training

..

Simulasi Onboarding dan Turnover

a. Simulasi produktivitas harian

Produktivitas setiap karyawan dihitung menggunakan:

$$P_i(t) = P(t) + \varepsilon_i$$

dengan:

- $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma)$
- Menggambarkan fluktuasi harian karena kondisi operasional.

b. Simulasi error rate

Error rate dipengaruhi oleh produktivitas. Semakin produktif, semakin kecil peluang melakukan error.

$$E(t) = E_0 e^{-\alpha(P(t)-P_0)} + \xi$$

Dengan:

Simbol Makna

E_0 Error rate awal

α Sensitivitas penurunan error

ξ Noise (variasi operasional)

c. Simulasi turnover

Turnover secara bulanan disimulasikan memakai distribusi Bernoulli:

$$T_i \sim \text{Bernoulli}(p)$$

Dengan:

- $p = 0.05$ untuk low skill
- $p = 0.02$ untuk medium skill

Jika $T_i = 1$, karyawan keluar dan diganti dengan karyawan baru, memulai dari P_0 kembali (Claudio & Suratman, 2022).

Eksperimen dan Replikasi

Kombinasi eksperimen:

Tabel 1. Parameter Simulasi dan Skenario Penelitian

Parameter	Nilai / Keterangan
Model Pelatihan	Baseline, Traditional, Blended
Cohort Size	20 karyawan
Initial Skill Level	Rendah & Sedang
Horizon Simulasi	180 hari
Replikasi	200 run
Learning Rate	0.12 (Baseline), 0.18 (Traditional), 0.25 (Blended)
Error Rate Awal	0.15 (Baseline), 0.10 (Traditional), 0.05 (Blended)
Model Learning Curve	Exponential learning model
Variabel Output	Produktivitas, Error Rate, TtP
Tool Simulasi	Python (NumPy, Pandas)

Total simulasi: 2.400 run.

Replikasi digunakan untuk mengurangi efek acak dan meningkatkan reliabilitas (Di et al., 2024).

Rumus estimasi nilai rata-rata tiap respons:

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$$

Varians antar replikasi:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$$

Ini digunakan untuk ANOVA.

Analisis Statistik

a. ANOVA satu arah

Digunakan untuk melihat apakah ada perbedaan signifikan antar model pelatihan:

$$F = \frac{MS_{\text{between}}}{MS_{\text{within}}}$$

..

b. Post-hoc Tukey

Untuk melihat skenario mana yang berbeda nyata:

$$Q = \frac{\bar{Y}_i - \bar{Y}_j}{\sqrt{\frac{MS_{within}}{n}}}$$

c. Cost-effectiveness ratio

$$CER = \frac{Cost}{Productivity\ Gain}$$

Skenario terbaik adalah yang memiliki CER paling kecil (Hasil & Ojt, 2021).

Model Biaya Pelatihan

$$C = C_{e-learning} + C_{OJT} + C_{mentor} + C_{opportunity}$$

Dimana:

- $C_{e-learning}$: biaya modul
- C_{OJT} : biaya waktu pekerja
- C_{mentor} : biaya supervisor
- $C_{opportunity}$: kerugian sementara karena trainee belum produktif

Untuk menghitung cost per improvement:

$$CPI = \frac{C}{\Delta P}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Simulasi Produktivitas Karyawan

Hasil simulasi menunjukkan adanya perbedaan yang sangat jelas dalam pola peningkatan produktivitas antara ketiga model pelatihan: Baseline, Traditional, dan Blended Training. Kurva produktivitas karyawan mengalami peningkatan seiring bertambahnya hari, namun kemiringannya berbeda tergantung model pelatihannya.

1. Pola Learning Curve

- Baseline memperlihatkan kurva yang landai dengan peningkatan lambat. Karyawan memerlukan waktu cukup lama untuk memahami SOP teknis seperti proses pencatatan telur, teknik pengambilan telur yang benar, dan prosedur kebersihan kandang.
- Traditional Training menunjukkan peningkatan lebih cepat akibat adanya intervensi awal melalui kelas teori dan OJT. Namun, peningkatan ini tetap dipengaruhi oleh faktor subjektivitas mentor, variasi instruksi, dan keterbatasan pengulangan materi.
- Blended Training memperlihatkan kurva yang jauh lebih curam terutama pada 30–45 hari pertama, menunjukkan bahwa pekerja yang mendapatkan kombinasi modul simulasi dan OJT lebih cepat memahami SOP dan menginternalisasi pola kerja.

Tabel 2. Rata-Rata Produktivitas Per Hari

Hari	Baseline (%)	Traditional (%)	Blended (%)
1	30–35	36–42	45–50
30	42–48	55–61	70–75
60	52–59	66–73	80–88
120	60–65	74–80	87–94
180	62–68	75–82	88–95

Blended Training meningkatkan produktivitas 20–30% lebih tinggi dibanding Traditional dan 40–50% lebih tinggi dibanding Baseline.

Kenaikan ini sejalan dengan model *exponential learning curve* di mana peningkatan pengalaman + paparan simulasi memperbesar nilai learning rate (k).

Time-to-Proficiency (TtP)

TtP merupakan indikator utama efektivitas pelatihan, diukur sebagai waktu yang diperlukan karyawan untuk mencapai $\geq 90\%$ produktivitas target.

- Pada Baseline, karyawan baru sangat bergantung pada pengalaman langsung. Banyak kesalahan awal yang memperlambat proses pembelajaran.

- b. Pada Traditional Training, paparan materi awal membantu, namun variasi antar mentor menciptakan ketidakkonsistenan.
- c. Pada Blended Training, karyawan telah memahami teori, skenario, dan SOP secara digital sebelum memasuki lapangan. Ini membuat proses OJT lebih efektif dan minim kesalahan awal.

Hasil ini memperkuat klaim bahwa simulasi mempercepat internalisasi skill procedural.

Tabel 3. Hasil Rata-Rata TtP Tabel

Model	TtP (hari)	Penjelasan
Baseline	93–110	Pekerja belajar tanpa arah dan SOP tersruktur
Traditional	65–78	Terbantu oleh kelas teori, tapi masih tergantung mentor
Blended	40–55	Simulasi mempercepat pemahaman pola kerja sebelum praktik lapangan

Error Rate Operasional

Error rate adalah indikator penting yang mengukur kualitas kerja karyawan pada beberapa aktivitas seperti:

1. Pencatatan jumlah telur
2. Handling telur
3. Kebersihan kandang
4. Pengelolaan pakan
5. Pelaporan harian

Tabel 4. Hasil Error Rate

Model	Error Rate (%)	Dampak	Penjelasan
Baseline	14–18%	Tinggi	Minim pelatihan → banyak trial-error
Traditional	9–12%	Sedang	Ada teori + OJT, tapi tidak konsisten
Blended	4–7%	Rendah	Simulasi memperkuat SOP & pengulangan

- a. Pada Baseline, error rate tinggi karena pekerja belajar sendiri tanpa standar instruksi.
- b. Pada Traditional, penurunan error terjadi namun masih ada ketergantungan pada kualitas mentor.
- c. Pada Blended, error rate menurun drastis karena pekerja telah berlatih skenario penanganan telur, tata letak gudang pakan, dan pengisian log melalui modul simulasi.

Khusus Kesalahan Pencatatan (Misrecording)

Simulasi menunjukkan blended training bisa menurunkan misrecording hingga 70% karena:

- a. modul digital memaksa pekerja melakukan pengulangan
- b. instruksi visual lebih mudah diingat
- c. simulasi membuat pekerja familiar sebelum ke lapangan

Analisis Statistik (ANOVA)

1. Ringkasan Hasil

ANOVA menunjukkan:

- a. F-value besar,
- b. p-value < 0.001,
- c. sehingga ketiga model pelatihan berbeda secara signifikan pada:
 - 1) produktivitas
 - 2) error rate
 - 3) TtP
 - 4) efisiensi biaya

Interpretasi

Hasil ini menegaskan bahwa model pelatihan benar-benar berpengaruh dan bukan terjadi secara kebetulan atau karena variasi acak.

Post-hoc Tukey HSD

Uji Tukey menunjukkan bahwa:

1. Blended vs Baseline → berbeda signifikan untuk semua variabel
2. Blended vs Traditional → berbeda signifikan terutama pada:
 - a. hari ke-30 sampai ke-120
 - b. error rate
 - c. TtP
3. Traditional vs Baseline → berbeda tetapi kurang tajam

Blended Training = model dengan dampak signifikan paling kuat

Analisis Biaya dan Cost-Effectiveness

Tabel 5. Biaya Pelatihan

Model	Estimasi Biaya	Penjelasan
Baseline	–	Tidak ada pelatihan formal
Traditional	320–450 ribu	Kelas teori + OJT
Blended	480–630 ribu	E-learning + simulasi + OJT

2. Cost per Productivity Increment (CPI)

Dihitung dengan:

$$CPI = \frac{C}{\Delta P}$$

Hasil naratif:

- Blended Training memiliki CPI paling kecil → *return on training investment* tertinggi.
- Traditional Training lebih ekonomis dibanding Baseline, tetapi nilai peningkatannya tidak sebesar Blended.
- Blended tetap menjadi opsi terbaik meskipun biaya awal lebih tinggi.

Pembahasan

1. Pengaruh Model Pelatihan terhadap Produktivitas Karyawan

Hasil simulasi menunjukkan bahwa Blended Training menghasilkan peningkatan produktivitas yang paling tinggi dibandingkan dua model lainnya. Hal ini dapat dijelaskan melalui teori *cognitive apprenticeship* dan *experiential learning* yang menyatakan bahwa pembelajaran efektif terjadi ketika individu mengalami kombinasi instruksi formal, visualisasi prosedur, dan praktik langsung.

Pada model Blended, karyawan mempelajari alur kerja kandang dan gudang melalui modul simulasi yang menghadirkan situasi realistis seperti:

- tata cara mengambil telur tanpa kerusakan,
- alur pencatatan digital,
- teknik pembersihan kandang,
- rotasi pakan dan pengelolaan stok.

Simulasi ini membuat pekerja membangun *mental model* yang lebih kuat, sehingga saat masuk ke lapangan melalui OJT, mereka sudah memahami logika pekerjaan dan tidak memulai dari nol. Hal ini menjelaskan mengapa kurva pembelajaran Blended lebih curam, terutama dalam 30–60 hari pertama.

2. Perbandingan Error Rate dan Faktor Penyebabnya

Error rate operasional merupakan indikator penting dalam industri peternakan ayam, karena kesalahan seperti pencatatan stok, handling telur, atau kelalaian kebersihan langsung berdampak pada produktivitas dan kualitas hasil.

Pada skenario Baseline, tingginya error rate disebabkan oleh:

- minimnya pemahaman SOP,
- tidak adanya standarisasi instruksi mentor,
- pembelajaran berbasis trial-and-error,
- rendahnya pengalaman awal pekerja.

Sementara pada Traditional Training, pelatihan formal memang menurunkan error, tetapi variasi kualitas OJT masih mempengaruhi hasil.

Blended Training menunjukkan penurunan error hingga 60–70% karena:

- Simulasi memungkinkan pengulangan tanpa risiko
Karyawan dapat melakukan kesalahan “aman” di modul simulasi, bukan di lapangan.
- Visualisasi SOP lebih mudah dipahami daripada teori teks
Misalnya, bagaimana memegang telur dengan sudut tertentu ditampilkan secara visual.
- Penguatan ingatan procedural
Pengulangan melalui modul digital meningkatkan *procedural memory*.
- Konsistensi materi antar karyawan
Tidak tergantung gaya mengajar supervisor.

3. Efektivitas Model Pelatihan Berdasarkan Time-to-Proficiency

Time-to-proficiency (TtP) adalah indikator penting dalam industri yang mengalami turnover tinggi. Waktu adaptasi sangat menentukan apakah pekerja dapat segera memberikan kontribusi maksimal.

Simulasi menunjukkan bahwa model Blended mempercepat TtP hingga 50–60% dibanding Baseline.

Faktor penyebab percepatan ini:

- adanya pre-learning melalui modul digital sebelum terjun ke lapangan,
- paparan skenario kerja yang pada OJT sering kali muncul secara acak,
- meningkatnya readiness pekerja saat menghadapi tugas nyata,
- berkurangnya kesalahan awal karena pekerja sudah familiar dengan alat dan SOP,

- e. penguatan memori jangka panjang melalui simulasi berulang.

Hal ini konsisten dengan temuan Rahman et al. (2024) yang menunjukkan bahwa simulasi digital menurunkan waktu adaptasi pekerja industri hingga 25–40%.

4. Cost-Effectiveness dan Dampaknya pada Manajemen Peternakan

Walaupun Blended Training memiliki biaya pelatihan tertinggi, hasil simulasi menunjukkan bahwa skenario ini tetap menjadi yang paling ekonomis ketika dihitung berdasarkan *cost per productivity gain* dan *cost per error reduction*.

Dalam jangka panjang, penghematan terbesar berasal dari:

- a. penurunan kesalahan handling telur (telur pecah turun drastis),
- b. pengurangan misrecording yang berpengaruh pada kontrol stok,
- c. peningkatan efisiensi waktu kerja harian,
- d. berkurangnya jam supervisi yang diperlukan,
- e. minimnya kesalahan prosedur pakan yang dapat mempengaruhi kesehatan ayam.

Dengan demikian, skenario Blended memberikan dampak ekonomi jangka panjang yang jauh lebih besar dibanding biaya awalnya.

5. Korelasi antara Produktivitas, Error Rate, dan Learning Curve

Analisis hasil simulasi menunjukkan adanya hubungan erat antara meningkatnya produktivitas dan menurunnya error rate. Semakin cepat pekerja mencapai produktivitas optimum, semakin kecil probabilitas melakukan kesalahan.

Hal ini konsisten dengan rumus error yang digunakan:

$$E(t) = E_0 e^{-\alpha(P(t)-P_0)}$$

Dari rumus tersebut dapat dilihat:

- a. peningkatan produktivitas → menurunkan error secara eksponensial,
- b. model Blended meningkatkan $P(t)$ lebih cepat,
- c. sehingga nilai error menurun lebih cepat pula.

Ini sesuai dengan teori *experience-based accuracy*, dimana kemampuan prosedural meningkat seiring akumulasi pengalaman.

Implikasi untuk operasional:

- a. pelatihan yang meningkatkan produktivitas secara cepat akan otomatis mengurangi error,
- b. perlu fokus pada peningkatan kompetensi awal (0–30 hari),
- c. simulasi sangat efektif untuk mencapai ini.

6. Keunggulan Blended Training dalam Konteks Peternakan Ayam

Lingkungan peternakan ayam memiliki karakteristik unik:

- a. produk (telur) mudah rusak,
- b. SOP kebersihan sangat ketat,
- c. beberapa prosedur tidak boleh salah (pakan, sanitasi),
- d. banyak pekerjaan repetitif yang membutuhkan konsistensi.

Blended Training unggul karena:

- a. Mengurangi risiko kerusakan aset saat pelatihan
Daripada belajar menangani telur secara langsung dan merusaknya, pekerja belajar melalui simulasi terlebih dahulu.
- b. Standarisasi materi
Semua pekerja menerima SOP yang sama, tidak tergantung siapa mentornya.
- c. Pengulangan tak terbatas
Karyawan bisa mengulang proses pencatatan, pengelolaan pakan, atau prosedur pembersihan melalui modul digital kapan saja.
- d. Supervisi lebih efisien
Supervisor cukup memberikan final check, bukan mengajar dari awal.
- e. Adaptasi lebih cepat tanpa mengganggu operasional
Simulasi membuat pekerja memahami jalur kerja kandang dan gudang sebelum terjun langsung.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa model pelatihan Blended Training yang mengintegrasikan simulasi, e-learning, dan On-the-Job Training (OJT) merupakan pendekatan paling efektif dalam meningkatkan produktivitas karyawan sekaligus menurunkan tingkat error operasional pada peternakan ayam dibandingkan model Baseline dan Traditional Training. Hasil simulasi kuantitatif berbasis *learning curve* menunjukkan bahwa Blended Training mampu menghasilkan peningkatan produktivitas yang lebih cepat dan stabil, mempercepat *time-to-proficiency* hingga 50–60%, serta menurunkan error operasional, khususnya kesalahan pencatatan dan handling telur, hingga 60–70%. Analisis

statistik melalui ANOVA dan uji lanjut Tukey menegaskan bahwa perbedaan kinerja antar model pelatihan bersifat signifikan secara statistik, sementara analisis *cost-effectiveness* menunjukkan bahwa meskipun Blended Training memerlukan biaya awal yang lebih tinggi, model ini memberikan nilai ekonomi terbaik dalam jangka menengah melalui penurunan kesalahan, efisiensi waktu kerja, dan pengurangan kebutuhan supervisi.

Namun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan karena seluruh pengujian dilakukan melalui pendekatan simulasi berbasis data historis dan asumsi parameter tertentu, sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan kompleksitas kondisi operasional lapangan secara real-time. Selain itu, variabel non-teknis seperti motivasi kerja, budaya organisasi, dan faktor psikososial karyawan belum dimasukkan dalam model. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan validasi empiris langsung di lingkungan peternakan nyata, memperluas variabel yang diteliti dengan memasukkan aspek perilaku dan manajerial, serta mengembangkan model simulasi yang adaptif dan berbasis data real-time agar hasil penelitian semakin komprehensif, aplikatif, dan memiliki daya generalisasi yang lebih kuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Chorwanda, A., Adyaksa, G., Santoso, D. B., & Razaq, J. A. (2024). Perancangan UI/UX aplikasi e-learning kampus universitas. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 5(3), 2402–2412.
- Claudio, R., & Suratman, A. (2022). Pengaruh pelatihan dan pengembangan melalui metode e-learning terhadap kinerja sumber daya manusia PT Bank Rakyat Indonesia Kantor Cabang Manado. *Selekta Manajemen: Jurnal Mahasiswa Bisnis dan Manajemen*, 1(4), 254–266.
- Di, M., Tinggi, S., & Kesehatan, I. (2024). Evaluasi pembelajaran berbasis e-learning pada institusi pendidikan kesehatan. *Jurnal Pendidikan Digital*, 5, 24–30.
- Faridah, F., & Yoeliastuti, Y. (2025). Pengaruh pelatihan metode e-learning terhadap kompetensi peserta pelatihan: Studi kasus. *Jurnal Lentera Bisnis*, 14(1), 45–56.
- Kim, J., Park, H., & Lee, S. (2020). Effectiveness of simulation-based learning for improving procedural skills and work performance. *International Journal of Training Research*, 18(2), 123–135. <https://doi.org/10.1080/14480220.2020.1752134>
- Listiyono, H., Sunardi, Utomo, A. P., & Mariana, N. (2022). Pengaruh kemudahan penggunaan dan kemanfaatan learning management system (LMS) terhadap niat penggunaan e-learning. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, 11(2), 145–153. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v11i2.1403>
- Nufus, S. M. Z., Farkhansa, S., Silvia, & F., M. N. M. (2025). Peran on-the-job training (OJT) dalam meningkatkan kompetensi karyawan dan keberlangsungan usaha pada CV Flash.Net. *Menulis: Jurnal Penelitian Nusantara*, 7(1), 88–98.
- Putri, L. E. (2022). *Analisis manajemen risiko pada usaha peternakan ayam ras petelur di CV Surya Farm Kabupaten Lima Puluh Kota* [Skripsi, Universitas Andalas].
- Rahmadani, A. S. R. I. (2024). Meningkatkan penilaian kinerja room attendant dengan metode on-the-job training di HW Hotel Padang. *Jurnal Manajemen Perhotelan*, 6(2), 101–110.
- Rahman, A., Djanggu, N. H., Wahyudi, T., & Industri, J. T. (2025). Implementasi time series analysis dan pemodelan machine learning ARIMA guna optimasi sistem peternakan. *Jurnal Teknologi Industri*, 9(2), 196–202.
- Rijal, M. S., & Sholihah, N. A. (2022). Penerapan sistem e-learning untuk meningkatkan produktivitas kerja karyawan di era pandemi COVID-19. *Jurnal Pendidikan dan Kewirausahaan*, 10(1), 254–266. <https://doi.org/10.47668/pkwu.v10i1.421>
- Sanjaya, R. D., Prasetyo, I., & Rosydy, A. (2022). Evaluasi program pembelajaran on-the-job training di lembaga pendidikan vokasi. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 5(2), 29–37.
- Sukriyah, A., Sari, A., & Alwi, W. (2024). Analisis faktor-faktor ekonomi yang mempengaruhi harga dan keberlanjutan usaha peternak ayam broiler di Kabupaten Pangkep. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Dies Natalis ke-36 Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan* (hlm. 131–140).