Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri (PASTI)
Vol. XIX, No. 2, Agustus 2025, 257-267
p-ISSN 2085-5869/ e-ISSN 2598-4853

Usulan Perbaikan Tingkat Kesiapan I4.0 di Perusahaan Agro Industri

Noor Fadlilah[1*], Hasbullah Hasbullah[2]
[1,2)] Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Univeritas Mercu Buana
Jl. Meruya Selatan, Kembangan, Jakarta Barat 11650
Email: 41623110014@student.mercubuana.ac.id*, hasbullah@mercubuana.ac.id

(Diterima: 21-07-2025; Direvisi: 28-08-2025; Disetujui: 30-08-2025)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kesiapan digital pada sebuah perusahaan agroindustri skala menengah dalam menghadapi transformasi menuju Industri 4.0. Evaluasi dilakukan berdasarkan lima pilar utama dalam kerangka INDI 4.0 yang meliputi: Manajemen dan Organisasi, Orang dan Budaya, Produk dan Layanan, Teknologi, serta Operasi Pabrik. Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus dengan pengumpulan data melalui kuesioner self-assessment berbasis INDI 4.0, wawancara semi-terstruktur dengan Manajer IT sebagai responden kunci, dan observasi langsung terhadap operasional perusahaan. Metode analisis data yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan pembobotan skor sesuai pedoman resmi INDI 4.0. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perusahaan memperoleh skor INDI 4.0 sebesar 2,26 yang termasuk dalam kategori kesiapan sedang (Level 2). Meskipun perusahaan telah mengadopsi beberapa inisiatif digital seperti sistem ERP dan pemantauan suhu pada cold storage, masih terdapat kekurangan dalam hal integrasi teknologi secara menyeluruh dan pengembangan kompetensi SDM yang memadai. Oleh karena itu, disusunlah sebuah roadmap strategis sebagai rekomendasi perbaikan, untuk mendorong peningkatan kesiapan digital dan memperkuat daya saing perusahaan di era industri digital.

Kata kunci: INDI 4.0; kesiapan digital; agroindustry; Industri 4.0; roadmap; transformasi

Abstract

This research aims to evaluate the digital readiness of a medium-scale agro-industrial company in facing the transformation toward Industry 4.0. The assessment refers to five core pillars of the INDI 4.0 framework: Management and Organization, People and Culture, Smart Products and Services, Technology, and Factory Operations. The study adopted a case study approach with data collected through a self-assessment questionnaire, a semi-structured interview with the IT Manager, and field observations. A quantitative descriptive analysis was performed based on the official INDI 4.0 scoring guidelines. The findings indicate a digital readiness score of 2.26, which places the company at a moderate readiness level (Level 2). Although the company has initiated digital practices such as ERP implementation and temperature monitoring in cold storage, integration of digital technologies and workforce competency development are still lacking. Therefore, a strategic roadmap to improve digital readiness and enhance competitiveness in the digital industrial era.

Keywords: *INDI 4.0; digital readiness; agroindustry; Industry 4.0; roadmap; transformation*

PENDAHULUAN

Industri 4.0 merupakan revolusi teknologi yang mengintegrasikan sistem fisik, digital, dan biologis untuk menciptakan ekosistem industri yang lebih cerdas, efisien, dan

responsif terhadap permintaan pasar (Drath & Horch, 2014; Kagermann et al., 2011). Bagi sektor agroindustri, penerapan Industri 4.0 tidak hanya berperan dalam meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga dalam mengoptimalkan kualitas produk dan memperluas jangkauan pasar melalui teknologi berbasis data (Rosdzaka & Arijanto, 2024).

Namun, transisi menuju Industri 4.0 masih menghadapi berbagai tantangan, terutama pada perusahaan skala kecil dan menengah (IKM), termasuk keterbatasan sumber daya manusia, infrastruktur digital, serta kesiapan budaya organisasi (Gumilang & Mahfudz, 2025). Dalam konteks Indonesia, hasil kajian Kementerian Perindustrian menunjukkan bahwa rata-rata kesiapan industri nasional masih berada di level menengah, dan sektor agroindustri menjadi salah satu yang paling lambat dalam mengadopsi prinsip-prinsip digitalisasi (Perindustrian, 2018).

Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Perindustrian telah mengembangkan INDI 4.0 sebagai kerangka evaluasi kesiapan industri nasional dalam mengadopsi transformasi digital. *Framework* ini terdiri dari lima pilar dan 17 parameter yang memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi posisi kesiapan digital mereka dan merumuskan strategi transformasi yang relevan. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kesiapan digital pada satu perusahaan agroindustri skala menengah di Indonesia, serta menyusun *roadmap* transformasi yang dapat diimplementasikan secara strategis dan bertahap. Pendekatan *roadmap* ini juga relevan dengan studi Panchal et al., (2024) yang menekankan pentingnya integrasi teknologi dan kesiapan manusia dalam adopsi Industry 5.0 pada UKM melalui tahapan digitalisasi, MES, hingga *digital twin* sebagai upaya mendorong produktivitas dan keberlanjutan.

METODE PENELITIAN

Indonesia Industry 4.0 Readiness Index

INDI 4.0 (Indonesia Industry 4.0 Readiness Index) merupakan instrumen penilaian kesiapan digital yang dikembangkan oleh Kementerian Perindustrian Republik Indonesia untuk membantu industri menavigasi proses transformasi digital (Perindustrian, 2018). Lima pilar yang menjadi dasar penilaian meliputi Manajemen dan Organisasi, Orang dan Budaya, Produk dan Layanan, Teknologi, serta Operasi Pabrik. Setiap pilar mencakup indikator spesifik yang digunakan untuk menilai sejauh mana perusahaan telah mengadopsi prinsip-prinsip Industri 4.0.

Menurut Hasbullah & Bareduan, (2024), INDI 4.0 dirancang tidak hanya sebagai alat ukur statis, tetapi juga sebagai acuan untuk menyusun strategi transformasi berbasis data internal perusahaan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Zhou et al., (2015) bahwa keberhasilan implementasi Industri 4.0 sangat bergantung pada pengukuran kondisi awal industri secara objektif dan sistematis. Kagermann & Wahlster, (2022) juga menekankan pentingnya pendekatan berbasis data dalam mendesain roadmap digital industri nasional, sebagaimana diterapkan oleh pemerintah Jerman dalam strategi *High-Tech 2020* mereka.

Dalam konteks agroindustri, penerapan kerangka INDI 4.0 cukup menantang karena variabilitas operasional dan keterbatasan teknologi. Murti, (2021) menyebutkan bahwa perbedaan mendasar antara proses manufaktur dan pengolahan hasil pertanian menjadikan kebutuhan digitalisasi di sektor agroindustri lebih kompleks dan dinamis. Rosdzaka & Arijanto, (2024) juga menunjukkan bahwa meskipun beberapa perusahaan pangan telah mengadopsi sistem ERP, penggunaan data masih bersifat terbatas dan tidak terintegrasi secara vertikal.

Beberapa penelitian lainnya, seperti yang dilakukan oleh Grufman et al., (2020) dan Cotrino et al., (2020), menemukan bahwa perusahaan kecil dan menengah (UKM) menghadapi hambatan dalam transformasi digital berupa keterbatasan dana, rendahnya

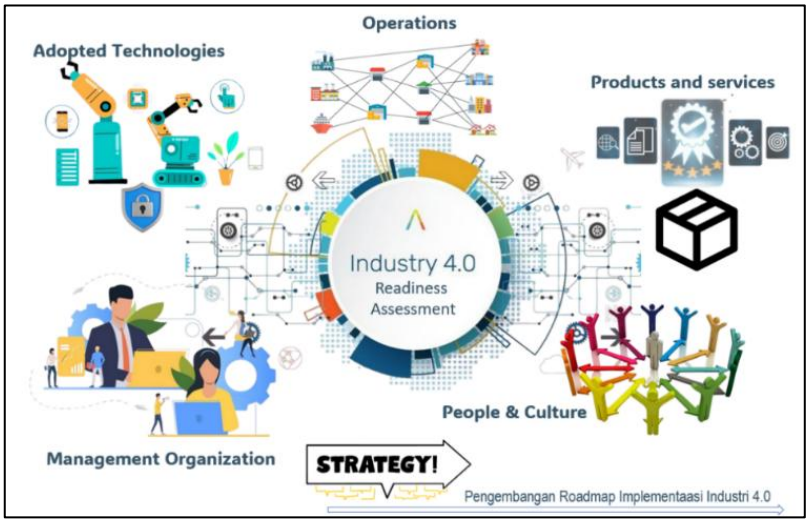
literasi teknologi, serta tidak adanya roadmap digital yang terstruktur. Faktor-faktor tersebut turut memperkuat argumen dari Gumilang & Mahfudz, (2025), bahwa rendahnya integrasi sistem produksi dan minimnya pelatihan digital merupakan hambatan utama pada sektor IKM agroindustri di Indonesia.

Oleh karena itu, evaluasi berbasis INDI 4.0 dianggap penting untuk memastikan strategi transformasi yang lebih terstruktur, realistis, dan sesuai dengan kapasitas perusahaan. Dengan adanya penilaian yang terukur dan terstandar, perusahaan dapat menyusun langkah-langkah prioritas yang spesifik pada tiap pilar untuk mencapai tingkat kesiapan yang lebih tinggi dan berdaya saing (Azwina et al., 2023; Fatmawati et al., 2023; Ichsani & Hasbullah, 2024) berbasis INDI 4.0 dianggap penting untuk memastikan strategi transformasi yang lebih terstruktur, realistis, dan sesuai dengan kapasitas perusahaan.

Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode studi kasus. Studi dilakukan pada sebuah perusahaan agroindustri skala menengah yang berlokasi di Jawa Barat. Pemilihan studi kasus ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman mendalam terkait kondisi kesiapan digital aktual perusahaan dalam menghadapi transformasi Industri 4.0.

Penelitian ini dilandasi oleh kerangka pemikiran bahwa kesiapan digital sebuah perusahaan dapat dianalisis secara sistematis melalui lima pilar INDI 4.0. Setiap pilar mencerminkan dimensi penting dalam proses transformasi digital, mulai dari tata kelola, kesiapan sumber daya manusia, pemanfaatan teknologi, produk dan layanan berbasis digital, hingga efisiensi operasi pabrik. Dengan mengukur skor pada masing-masing pilar menggunakan data kualitatif dan kuantitatif, maka akan diperoleh gambaran menyeluruh terkait posisi kesiapan perusahaan dalam menghadapi era Industri 4.0. Skor ini kemudian digunakan untuk menyusun strategi perbaikan melalui roadmap berbasis prioritas kelemahan yang teridentifikasi. Proses ini divisualisasikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga metode utama: (1) kuesioner self-assessment berbasis kerangka INDI 4.0 dengan 17 parameter penilaian, (2) wawancara semi-terstruktur dengan Manajer IT sebagai responden kunci yang memiliki wawasan strategis terkait sistem digital perusahaan, dan (3) observasi langsung di lapangan untuk mengkonfirmasi implementasi digital yang dinyatakan dalam kuesioner.

Skor dari masing-masing parameter dalam kuesioner dianalisis menggunakan pedoman resmi dari Kementerian Perindustrian terkait konversi nilai INDI 4.0, dengan skala pengukuran 0–4.

Hasil penilaian tiap parameter kemudian dirata-ratakan untuk memperoleh skor per pilar, dan selanjutnya digunakan untuk menentukan level kesiapan digital perusahaan. Level kesiapan terbagi menjadi lima kategori, yaitu: Level 0 (belum siap), Level 1 (kesiapaan awal), Level 2 (kesiapaan sedang), Level 3 (kesiapan matang), dan Level 4 (sudah menerapkan). Pemaknaan level ini mengacu pada Buku Panduan INDI 4.0 (Perindustrian, 2018).

Langkah akhir dari metodologi ini adalah penyusunan roadmap transformasi digital yang disesuaikan dengan kekuatan dan kelemahan tiap pilar. Penyusunan dilakukan berdasarkan hasil analisis, tinjauan lapangan, serta masukan dari responden internal perusahaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rekapitulasi Hasil Kuisioner INDI 4.0

Setelah data dikumpulkan dari kuesioner self-assessment dilakukan rekapitulasi awal untuk setiap parameter pada kelima pilar INDI 4.0. Tabel 1 berikut menyajikan hasil rekap nilai self-assessment untuk masing-masing dari 17 bidang/parameter yang dinilai.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Kuisioner INDI 4.0

No	Pilar/Dimensi	Kode	Parameter	Hasil Kuisioner (Skala 0-4)
1	Manajemen dan Organisasi	a	Strategi dan Kepemimpinan	3,00
		b	Investasi Industri 4.0	3,00
		c	Kebijakan Inovasi	3,00
2	Orang dan Budaya	a	Budaya	3,00
		b	Keterbukaan Terhadap Perubahan	3,00
		c	Pengembangan Kompetensi	1,00
3	Produk dan Layanan	a	Kustomisasi produk	2,00
		b	Layanan berbasis data	3,00
		c	Produk cerdas	2,00
4	Teknologi	a	Keamanan cyber	2,00
		b	Konektivitas	2,00
		c	Mesin cerdas	2,00
		d	Digitalisasi	2,00
5	Operasi Perusahaan	a	Penyimpanan dan sharing data	3,00
		b	Rantai pasok dan logistik cerdas	2,00
		c	Proses yang otonom	1,00
		d	Sistem perawatan cerdas	3,00

Hasil dari pengumpulan data berdasarkan kuisioner diverifikasi melalui metode wawancara dan observasi langsung. Data kuantitatif dari kuisioner dianalisis menggunakan kerangka INDI 4.0 yang mencakup 17 sub-bidang dalam lima pilar utama. Untuk setiap sub-bidang, dilakukan pemetaan level kesiapan (LV0–LV4) berdasarkan deskripsi indikator pada masing-masing level (Perindustrian, 2018).

Setelah dikonversi, nilai-nilai pada setiap indikator dalam satu pilar dihitung rata-ratanya untuk memperoleh nilai pilar tersebut (Gumilang & Mahfudz, 2025). Rata-rata nilai pilar ini dirumuskan dalam Persamaan (1) sebagai berikut:

$$\text{Nilai Pilar} = \frac{(x_1+x_2+\ldots+x_n)}{n} \quad (1)$$

Di mana:

x_1,x_2, ...,x_n = nilai pada setiap indikator dalam satu pilar

n = jumlah indikator dalam pilar tersebut

Tabel 2 berikut merupakan pengolahan data yang menyajikan hasil verifikasi dari kuisioner per sub-bidang berdasarkan indikator INDI 4.0

Tabel 2. Penilaian INDI 4.0

Pilar/Dimensi		Parameter		Survey	Verifikasi	Catatan Verifikasi
1	Manajemen dan Organisasi	a	Strategi dan Kepemimpinan	3,00	3,00	*Roadmap* transformasi digital telah disusun secara internal hingga tahun 2024. Sudah ada pelaksanaan inisiatif seperti ERP, sensor, dan *dashboard* namun belum diperbarui untuk jangka panjang
		b	Investasi Industri 4.0	3,00	3,00	Investasi digitalisasi sekitar 3% dari *revenue*, fokus pada pengembangan internal, tidak ada alokasi besar terhadap teknologi disruptif. Rencana *Project* MES 2025 sebesar 1 Milyar
		c	Kebijakan Inovasi	3,00	2,00	Tidak ada tim formal transformasi digital, namun ada satu PIC (IT Manager) yang mengoordinasi lintas fungsi.
2	Orang dan Budaya	a	Budaya	3,00	2,00	Budaya digital mulai tumbuh terutama di divisi *office*. Pada Bagian Produksi belum terbiasa dengan sistem digital.
		b	Keterbukaan Terhadap Perubahan	3,00	2,00	Lebih dari 50 persen terbuka, Karyawan *office* lebih terbuka terhadap sistem digital, tetapi lini produksi lebih tertutup dan sulit , sudah disampaikan ada box ide, namun belum banyak yang memberikan ide. Sudah ada inisiatif *rewards*
		c	Pengembangan Kompetensi	1,00	2,00	Pelatihan dilakukan hanya oleh manajer IT, belum ada program rutin untuk semua karyawan.
3	Produk dan Layanan	a	Kustomisasi produk	2,00	2,00	Kustom produk *White label* untuk *supermarket*. Sudah ada 4 jenis produk dari 8, hanya karena tidak ada permintaan, jika ada permintaan bisa. Secara keseluruhan Produk dapat disesuaikan untuk pelanggan besar. Sekitar 50% varian telah dikustomisasi.
		b	Layanan berbasis data	3,00	3,00	*Customer survey*, *net promotion score.* SPG di tiap vendor penjualan, sudah ada *modul sales order monitoring* namun belum launching resmi. Sudah dilakukan survei pelanggan secara rutin menggunakan sistem ERP Odoo
		c	Produk cerdas	2,00	2,00	Produk belum dilengkapi fitur digital. Sistem pelacakan masih berbasis *barcode*. Layanan *sales order* berbasis sistem belum di jalankan, karena belum ada permintaan dari customer.

Tabel 2. Penilaian INDI 4.0 (Lanjutan)

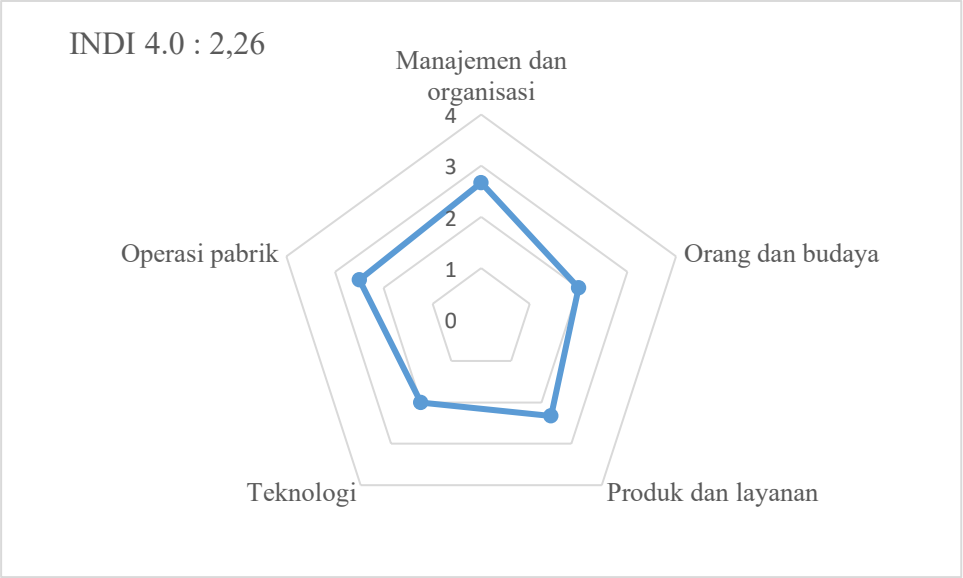
	Pilar/Dimensi		Parameter	Survey	Verifikasi	Catatan Verifikasi
4	Teknologi	a	Keamanan cyber	2,00	2,00	sudah menerapkan *basic* ISO 27001, memiliki *back up* 4 *layer*. *Back up* data rutin dilakukan, sistem keamanan internal ada meskipun belum tersertifikasi ISO 27001.
		b	Konektivitas	2,00	2,00	ERP sudah mengintegrasikan data antar unit *office*. Namun sistem produksi belum terhubung. Sudah terhubung pada unit *cold storage*, serta *monitoring* suhu ruangan produksi. Harapan nya dalam penyimpanan *cold storage* bisa menghemat energi agar tidak kelebihan daya jika suhu sudah dapat terkontrol
		c	Mesin cerdas	2,00	2,00	Mesin produksi lama belum dilengkapi sensor bawaan. Beberapa sensor perlu ditambahkan manual dengan PLC.
		d	Digitalisasi	2,00	2,00	Digitalisasi di area *back-office* sudah baik. Produksi masih dominan manual.
5	Operasi Perusahaan	a	Penyimpanan dan sharing data	3,00	3,00	Data disimpan di *server* lokal (*VMware* dan *Postbox*). Sebgian data sudah disimpan di *server cloud*, seperti data *monitoring GPS* Kendaran. Data sudah digunakan untuk operasional rutin.
		b	Rantai pasok dan logistik cerdas	2,00	2,00	Sudah ada Implementasi GPS dan sensor suhu yang digunakan dalam distribusi. Data dipakai untuk evaluasi pengiriman.
		c	Proses yang otonom	1,00	2,00	Implementasi otomasi melalui Odoo telah dilakukan di lingkungan kantor untuk menangani data repetitif. Di lini produksi, tingkat otomasi saat ini baru mencapai sekitar 25%, dengan sebagian besar aktivitas masih dijalankan secara manual. Ada rencana 5 Tahun ke depan untuk membuat fasilitas baru dengan mesin cerdas yang mendukung automasi *end-to-end*, termasuk *conveyor*, *robotic*, dan skala otomatis terintegrasi.
		d	Sistem perawatan cerdas	3,00	3,00	Sensor suhu digunakan untuk perawatan *cold storage*. Sensor getaran direncanakan. Sudah terdapat notice adanya error bisa langsung di informasikan ke bagian *maintenance* pada bagian *cold storage*

Setelah memperoleh hasil level dari masing-masing pilar INDI 4.0 dan menentukan tingkat kesiapan digital perusahaan secara keseluruhan, langkah selanjutnya adalah menyusun rekapitulasi nilai. Rekapitulasi ini disusun dalam bentuk tabel sperti pada tabel 3, yang mencerminkan kontribusi masing-masing pilar terhadap nilai total kesiapan perusahaan dalam penerapan Industri 4.0.

Tabel 3. Tabel Rekapitulasi Nilai INDI 4.0

Pilar INDI 4.0	Nilai	Level	Bobot Nilai	Nilai Pembobotan (Nilai dikali Bobot Nilai)	Level Perusahaan
Manajemen dan organisasi	2,67	Level 2	17,50%	0,467	
Orang dan budaya	2,00	Level 2	30%	0,600	
Produk dan layanan	2,33	Level 2	17,50%	0,408	Level 2
Teknologi	2,00	Level 2	17,50%	0,350	
Operasi pabrik	2,50	Level 2	17,50%	0,438	
Total				2,26	

Setelah diperoleh skor dan level dari masing-masing pilar, langkah selanjutnya adalah memvisualisasikan capaian tersebut dalam bentuk diagram radar INDI 4.0. Visualisasi ini bertujuan untuk menunjukkan kekuatan dan area yang masih perlu ditingkatkan dalam penerapan transformasi digital perusahaan secara menyeluruh. Gambar 2 berikut menyajikan radar chart hasil pengukuran INDI 4.0:



Gambar 2. Radar Chart INDI 4.0

Berdasarkan perhitungan terhadap hasil nilai rata-rata dari kelima pilar yang telah dikalikan dengan bobot masing-masing, diperoleh nilai akhir kesiapan digital perusahaan sebesar 2,26.

Tabel 4. Penilaian tingkat kesiapan industri

Level	Arti Level
Level 4	Sudah menerapkan
Level 3	Kesiapan matang
Level 2	Kesiapan sedang
Level 1	Kesiapan awal
Level 0	Belum siap

Jika merujuk pada kategori tingkat kesiapan INDI 4.0 pada tabel 4, nilai ini menunjukkan bahwa Perusahaan berada pada Level 2, yang berarti perusahaan berada pada

tahap kesiapan sedang dalam penerapan Industri 4.0. Namun, terdapat kesadaran dari pihak internal terhadap perlunya perubahan dan modernisasi sistem, yang menjadi indikasi positif ke arah peningkatan.

Dari wawancara dengan Manajer IT, ditemukan bahwa roadmap transformasi digital memang sudah pernah disusun, namun terbatas hanya sampai tahun 2024 dan belum diperbarui. Sistem ERP ODOO telah diterapkan tetapi belum digunakan secara menyeluruh. Fungsi-fungsi seperti produksi dan perawatan belum diintegrasikan ke dalam sistem. Sementara itu, sistem pencatatan dan monitoring masih banyak dilakukan secara manual dengan spreadsheet.

Dalam observasi langsung di lapangan, peneliti melihat bahwa tidak terdapat dashboard pemantauan berbasis real-time pada area lantai produksi. Operator juga masih mencatat data produksi secara manual, dan sistem IT serta OT masih berjalan secara terpisah. Ketidakterpaduan ini menjadi salah satu penghambat utama dalam proses pengambilan keputusan berbasis data.

Sebagian nilai indikator menunjukkan bahwa perusahaan sudah memiliki pemahaman terhadap pentingnya digitalisasi, namun belum disertai dengan langkah implementasi yang menyeluruh. Temuan ini menjadi dasar penting untuk mengembangkan rekomendasi strategis di tahap selanjutnya.

Rekomendasi

Sebagai tindak lanjut dari hasil penilaian kesiapan digital perusahaan berdasarkan lima pilar utama INDI 4.0, langkah awal yang perlu dilakukan adalah menyusun rekomendasi perbaikan spesifik untuk setiap pilar, guna menutup kesenjangan yang masih ada dan mendorong peningkatan level kesiapan digital secara menyeluruh. Rekomendasi ini disusun berdasarkan hasil dari survei, wawancara, dan observasi lapangan, serta mempertimbangkan karakteristik dan kapasitas perusahaan sebagai Industri Kecil dan Menengah (IKM) di sektor agroindustri seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Rekomendasi Perbaikan berdasarkan Penilaian INDI

Model roadmap yang diajukan dalam penelitian ini juga sejalan dengan temuan Panchal et al., (2024) dalam pengembangan roadmap Industry 5.0 untuk UKM, yang menempatkan sistem MES, integrasi data, dan pelatihan SDM sebagai kunci akselerasi digitalisasi yang berkelanjutan. Pada pilar Manajemen dan Organisasi, perbaikan diarahkan pada langkah-langkah strategis yang meliputi pemutakhiran *roadmap* transformasi digital

berdasarkan hasil evaluasi INDI 4.0 yang telah dilakukan. Hal ini bertujuan agar perusahaan memiliki panduan yang lebih relevan dan adaptif terhadap kondisi aktual serta dinamika teknologi industri terkini. Diperlukan pula pembentukan tim lintas fungsi, meskipun bersifat informal untuk mengoordinasikan pelaksanaan inisiatif digital antarbagian. Tim ini diharapkan dapat menjadi penggerak utama dalam standardisasi proses transformasi, sehingga setiap inisiatif digital tidak hanya bersifat reaktif atau terbatas, melainkan dijalankan secara sistematis dan berkelanjutan. Di tahap lanjut, strategi bisnis perusahaan perlu diselaraskan dengan prinsip-prinsip *smart factory* dan memungkinkan adanya replikasi digitalisasi ke unit atau lini usaha lain yang relevan.

Pada pilar Orang dan Budaya, perbaikan difokuskan pada penguatan kompetensi sumber daya manusia dan pembentukan pola pikir yang selaras dengan nilai-nilai Industri 4.0. Pelatihan teknis mengenai sistem digital seperti MES dan ERP perlu diberikan kepada operator dan supervisor, agar proses digitalisasi tidak terhambat oleh resistensi atau kurangnya pemahaman teknis di level operasional. Selain itu, komunikasi internal tentang visi dan arah transformasi digital perlu diperkuat untuk membangun pemahaman kolektif dan keterlibatan emosional seluruh karyawan. Program pelatihan selanjutnya harus disusun berdasarkan kebutuhan nyata di lapangan, dilakukan secara terstruktur dan menjangkau seluruh lapisan organisasi. Di sisi lain, budaya partisipatif dapat dibentuk melalui pemberian penghargaan terhadap ide-ide inovatif dari karyawan yang berkontribusi terhadap perbaikan proses atau efisiensi digital. Dalam jangka panjang, perusahaan diharapkan dapat membentuk budaya kerja yang digital-native, fleksibel, terbuka terhadap teknologi baru, dan terbiasa terlibat aktif dalam program *continuous improvement.*

Untuk pilar Produk dan Layanan, perbaikan diarahkan pada kemampuan perusahaan dalam menyesuaikan produk dan layanan dengan kebutuhan pelanggan yang semakin terdigitalisasi. Identifikasi terhadap potensi kustomisasi produk menjadi penting, terutama bagi pelanggan besar seperti retail nasional yang menginginkan fleksibilitas dalam desain dan kemasan. Perusahaan juga perlu mengembangkan sistem *monitoring* kepuasan pelanggan yang terintegrasi dengan ERP sebagai dasar untuk perbaikan kualitas layanan dan desain produk. Fitur digital tambahan seperti pelacakan barcode, integrasi data pelanggan, atau *dashboard* pemesanan dapat mulai dikembangkan sesuai permintaan pasar. Pengembangan sistem penjualan digital yang terhubung langsung dengan ERP juga menjadi langkah penting untuk mempercepat pemrosesan *order* dan meningkatkan visibilitas rantai nilai. Dalam jangka panjang, perusahaan didorong untuk mulai mengembangkan produk-produk cerdas yang memanfaatkan IoT serta mengelola siklus hidup produk (*product lifecycle*) secara digital, mulai dari perencanaan, produksi, distribusi, hingga pemantauan pascapenjualan.

Pada pilar Teknologi, fokus utama perbaikan adalah pada integrasi sistem digital yang saat ini masih bersifat parsial. Implementasi awal MES perlu dijalankan dengan serius, terutama pada lini produksi utama, dan harus diintegrasikan langsung dengan sistem ERP yang sudah ada (seperti ODOO). Hal ini bertujuan untuk menghubungkan data operasional di lantai produksi dengan proses manajerial dan pengambilan keputusan. Area seperti *cold storage* juga perlu didigitalisasi, misalnya dengan pemasangan sensor suhu yang terhubung ke sistem *monitoring* otomatis untuk meningkatkan efisiensi energi dan keamanan mutu produk. Pengembangan *dashboard* berbasis *cloud* dapat dimanfaatkan untuk pemantauan real-time oleh manajemen, sehingga proses pengambilan keputusan tidak lagi bersifat reaktif. Dalam pengembangan jangka panjang, perusahaan dapat menerapkan teknologi seperti *artificial intelligence* (AI) dan *predictive analytics* untuk memprediksi permintaan, merencanakan produksi, serta menganalisis tren operasional. Selain itu, penggunaan sensor

otomatis dan sistem perawatan berbasis prediksi (*predictive maintenance*) akan membantu mengurangi *downtime* dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

Sementara itu, pilar Operasi Pabrik berfokus pada digitalisasi dan otomatisasi proses inti produksi dan distribusi. Pencatatan manual yang saat ini masih digunakan di banyak titik produksi perlu segera digantikan oleh sistem input digital, agar data dapat dikumpulkan, diolah, dan dianalisis secara langsung. Sistem pelacakan logistik yang dilengkapi GPS dan sensor suhu juga perlu diperluas untuk memastikan kualitas distribusi produk, terutama dalam konteks penyimpanan dingin. Secara bertahap, proses produksi dapat mulai diotomatisasi melalui pemasangan *conveyor*, sensor, atau AGV (*Automated Guided Vehicle*), terutama untuk aktivitas yang repetitif dan memiliki beban kerja tinggi. Data terkait logistik dan perawatan mesin dapat disimpan dalam sistem berbasis *cloud* agar mudah diakses oleh manajemen lintas departemen. Dalam visi jangka panjang, perusahaan diharapkan mampu merancang ulang fasilitas produksinya menjadi lebih fleksibel dan terotomatisasi secara menyeluruh, sejalan dengan konsep *smart factory* yang adaptif terhadap variasi permintaan dan efisien dalam pemanfaatan sumber daya.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan kerangka INDI 4.0, perusahaan agroindustri ini memperoleh skor akhir sebesar 2,26, yang menunjukkan posisi pada Level 2 atau kategori kesiapan sedang. Capaian ini mencerminkan bahwa perusahaan telah mengambil langkah awal dalam digitalisasi, seperti penerapan sistem ERP dan pemantauan suhu di *cold storage*, namun transformasi tersebut belum merata ke seluruh lini. Aspek manajerial dan operasional menunjukkan kesiapan relatif baik, seiring dengan dukungan manajemen terhadap pengembangan sistem internal. Namun demikian, masih ditemukan sejumlah kendala, terutama dalam pengembangan kompetensi sumber daya manusia, integrasi sistem IT dan OT, serta keterbatasan dalam pemanfaatan data secara *real-time*. Temuan ini memperkuat pandangan sebelumnya bahwa tantangan utama bagi industri kecil dan menengah terletak pada minimnya literasi digital dan belum tersusunnya *roadmap* transformasi secara menyeluruh. Oleh karena itu, penyusunan strategi perbaikan yang terarah berbasis hasil penilaian tiap pilar diperlukan untuk mempercepat kesiapan perusahaan menuju integrasi Industri 4.0 secara utuh dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Azwina, R., Wardani, P., Sitanggang, F., & Silalahi, P. R. (2023). STRATEGI INDUSTRI MANUFAKTUR DALAM MENINGKATKAN PERCEPATAN PERTUMBUHAN EKONOMI DI INDONESIA. In *Bisnis dan Akuntansi* (Vol. 2, Issue 1). Jurnal Manajemen.

Cotrino, A., Sebastián, M. A., & González-Gaya, C. (2020). Industry 4.0 roadmap: Implementation for small and medium-sized enterprises. *Applied Sciences (Switzerland)*, *10*(23), 1–17. https://doi.org/10.3390/app10238566

Drath, R., & Horch, A. (2014). Industrie 4.0: Hit or hype? [Industry Forum]. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, *8*(2), 56–58. https://doi.org/10.1109/MIE.2014.2312079

Fatmawati, Sudiarso, A., Juprianto, & Gultom, R. A. (2023). Potential application of industry 4.0 with lean six sigma in Indonesia's defense industry: A Comprehensive Study. In *International Journal Of Humanities Education And Social Sciences (IJHESS) E-ISSN* (Vol. 3, Issue 2). https://ijhess.com/index.php/ijhess/

Grufman, N., Lyons, S., & Sneiders, E. (2020). Exploring Readiness of SMEs for Industry 4.0. *Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly*, *2020*(25), 54–86.

https://doi.org/10.7250/csimq.2020-25.04

Gumilang, Z. F., & Mahfudz, M. S. (2025). *PENGUKURAN READINESS LEVEL MENGGUNAKAN INDI 4.0: STUDI KASUS UMKM DI BANDUNG*. *20*(2), 111–124.

Hasbullah, H., & Bareduan, S. A. (2024). Identifying weaknesses and strengths of existing I4.0 Readiness Indices to enhance INDI 4.0. *Sinergi (Indonesia)*, *28*(1), 129–140. https://doi.org/10.22441/sinergi.2024.1.013

Ichsani, F. N., & Hasbullah, H. (2024). Developing a transformation readiness index for Industry 4.0: a case study of food logistics in the rice commodity sector. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, *16*(2), 147. https://doi.org/10.22441/oe.2024.v16.i2.116

Kagermann, H., Lukas, W.-D., & Wahlster, W. (2011). Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. *VDI Nachrichten*, *13*, 3–4. http://www.vdi-nachrichten.com/Technik-Gesellschaft/Industrie-40-Mit-Internet-Dinge-Weg-4-industriellen-Revolution

Kagermann, H., & Wahlster, W. (2022). Ten Years of Industrie 4.0. *Sci*, *4*(3). https://doi.org/10.3390/sci4030026

Murti, H. W. (2021). STUDI PERBANDINGAN KEBIJAKAN INDUSTRI 4.0 INDONESIA DENGAN TIGA NEGARA LEADING GROUP FUTURE OF PRODUCTION. *Jurnal Manajemen Industri Dan Logistik*, *5*(1), 62–74. https://doi.org/10.30988/jmil.v5i1.654

Panchal, G., Shaikh, W., Masi, D., & Chohan, N. (2024). Digital Transformation and Industry 5.0 Roadmap for SMEs To Drive Productivity and Sustainability. *Researchgate.Net*, *November*, 0–9.

Perindustrian, K. (2018). *Indonesia Industry 4.0 Readiness Index*. Kementerian Perindustrian.

Rosdzaka, Z. M., & Arijanto, S. (2024). E ISSN : 2746-7112 Seminar Nasional Pengkajian dan Penerapan Sains Teknologi. In *Universitas Mercubuana, Indonesia* (Vol. 10, Issue 1).

Zhou, K., Liu, T., & Zhou, L. (2015). *Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges*. 2147–2152. https://doi.org/10.1109/FSKD.2015.7382284