
PENGUKURAN READINESS LEVEL MENGGUNAKAN INDI 4.0: STUDI KASUS UMKM DI BANDUNG

Zahwa Fitria Gumilang*, Muhammad Syarqim Mahfudz

*Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung
Jl. Tamansari No.1, Tamansari, Bandung Timur, Bandung 40116, Indonesia*

Abstract

Pandemi COVID-19 mendorong banyak UMKM yang terdampak penurunan omzet untuk segera beradaptasi melalui adopsi teknologi digital. Penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat kesiapan UMKM di wilayah Bandung, dalam menghadapi transformasi digital, serta mengidentifikasi tantangan yang mereka hadapi selama proses tersebut. Metode yang digunakan adalah survei dengan instrumen kuesioner berbasis INDI 4.0 (Industri 4.0 Readiness Index), yang terdiri atas 5 pilar dan 17 bidang dengan total 32 pertanyaan. Sampel terdiri dari 16 UMKM yang bergerak di sektor fesyen, makanan dan minuman, serta furniture. Metode analisis deskriptif antara lain mean, persentase dan grafik radar digunakan untuk menganalisis data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh UMKM berada pada level 1 atau tahap awal dalam kesiapan menuju Industri 4.0. Tantangan utama yang dihadapi meliputi keterbatasan akses terhadap pendanaan serta kurangnya tenaga kerja yang kompeten dalam proses digitalisasi. Oleh karena itu, dukungan finansial seperti skema pinjaman P2P lending berbasis syariah dapat menjadi solusi alternatif. Selain itu, peran aktif pemilik UMKM dalam menyelenggarakan workshop atau pelatihan mengenai Industri 4.0 dinilai penting untuk meningkatkan pemahaman dan kesiapan karyawan dalam menghadapi era digital. Penelitian ini berkontribusi dalam penggunaan INDI 4.0 untuk mengukur kesiapan digital UMKM non-manufaktur serta mengidentifikasi tantangan dalam transformasi digital.

Kata kunci: transformasi digital; UMKM; INDI 4.0; COVID-19; Industri 4.0

Abstract

[Assessment of Digital Readiness Using INDI 4.0: A Case Study of MSMEs in Bandung] The COVID-19 pandemic has compelled many MSMEs facing declining revenues to adopt digital technologies rapidly. This study aims to assess the digital readiness of MSMEs in Bandung and identify key challenges in their digital transformation journey. A survey was conducted using a questionnaire based on the Industry 4.0 Readiness Index (INDI 4.0), comprising 5 pillars and 17 dimensions across 32 items. The sample includes 16 MSMEs from the fashion, food and beverage, and furniture sectors. Descriptive analyses, including means, percentages, and radar charts, were employed. Findings indicate that all MSMEs are at level 1—initial readiness—for Industry 4.0. Major challenges include limited access to funding and a lack of digitally skilled labor. Sharia-compliant P2P lending and owner-driven training initiatives are suggested as potential enablers. This study contributes to the application of INDI 4.0 in the non-manufacturing MSME context and offers insights into the barriers to digital transformation in emerging economies.

Keywords: digital transformation; MSMEs; INDI 4.0; COVID-19; Industry 4.0

*Penulis Korespondensi

E-mail: zahwafitriagumilang@unisba.ac.id

1. Pendahuluan

Pandemi COVID-19 membawa dampak besar bagi Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) di Indonesia. Menurut survei Katadata pada tahun 2020, 82.9% UMKM mengalami dampak negatif akibat pandemi, dengan 63.9% di antaranya melaporkan penurunan omzet lebih dari 30% (Center, 2020). Banyak UMKM yang sebelumnya beroperasi secara tradisional mengalami kesulitan beradaptasi dengan perubahan pasar yang radikal, termasuk penurunan daya beli konsumen dan keterbatasan akses ke bahan baku. Selain itu, pembatasan sosial membuat UMKM yang bergantung pada interaksi fisik, sangat terdampak. Hal ini menuntut UMKM untuk mencari solusi kreatif untuk tetap bertahan dan melakukan penyesuaian strategis dalam menghadapi situasi yang tidak pasti. Padahal, UMKM memainkan peran krusial dalam perekonomian Indonesia. Tahun 2023, jumlah UMKM di Indonesia mencapai 66 juta unit usaha, dan merupakan penyumbang 61% dari Produk Domestik Bruto (PDB) nasional, setara dengan 9.580 triliun rupiah. UMKM juga menyerap sekitar 117 juta pekerja, atau 97% dari total tenaga kerja nasional (Fauzan, 2025).

Sebagai respons, adopsi teknologi digital menjadi pilihan bagi banyak UMKM untuk mentransformasi kegiatan operasionalnya. Istilah ini dikenal sebagai transformasi digital (Xu dkk., 2023). Transformasi digital memungkinkan UMKM memanfaatkan berbagai *platform* seperti *e-commerce*, media sosial, dan sistem pembayaran digital untuk menjangkau konsumen tanpa batasan geografis (Loebbecke & Picot, 2015). Data dari Kementerian Koperasi dan UKM menunjukkan bahwa hingga akhir 2023, lebih dari 21 juta UMKM telah memasuki ekosistem digital (Ayudiana, 2024), yang membantu meningkatkan daya tahan mereka terhadap krisis ekonomi. Hingga kini, mayoritas UMKM di Indonesia telah menggunakan teknologi seperti Internet (Mulia & Sulungbudi, 2019), *e-commerce* (Alam dkk., 2023), *social commerce* (Annisa dkk., 2024), media sosial (Hartanto, 2022), *e-wallet* (Eliza dkk., 2024; Hutagalung dkk., 2021; Natsir dkk., 2023), komputasi awan (Puspitaningsih dkk., 2022) dan aplikasi keuangan digital (Rahmad Kurniawan dkk., 2021).

Para akademisi juga mendorong implementasi transformasi digital bagi UMKM sebagai strategi penting untuk meningkatkan kinerja organisasi dan kinerja finansial. Melalui integrasi fitur teknologi informasi (TI) yang tepat, UMKM berpotensi menghasilkan model bisnis yang lebih efisien (Ngo dkk., 2022), menemukan pangsa pasar yang lebih besar, dan kemudian mempromosikan serta mendistribusikan produk mereka ke pasar (Sagala & Sumiyana, 2020), serta memiliki kelincahan yang lebih tinggi untuk berpindah dari satu model, strategi, atau pasar ke pasar lainnya (Fachrunnisa dkk., 2020; Nasiri dkk., 2020).

Namun, tantangan transformasi digital yang dihadapi UMKM juga cukup signifikan, terutama di negara berkembang. Hal ini disebabkan karena kecenderungan untuk mempertahankan cara dan kepercayaan tradisional dalam menjalankan bisnis (Ali

dkk., 2017). Selain itu, keterbatasan akan akses terhadap sumber daya finansial, kurangnya keahlian teknis dan infrastruktur digital yang tidak memadai dan merata, terutama di pedesaan (Díaz-Arancibia dkk., 2024). menyulitkan para pelaku UMKM di Indonesia untuk bertransformasi secara digital (Cahyono dkk., 2023). Keadaan ini menyebabkan UMKM mengalami ketidaksesuaian selama integrasi teknologi informasi (Canhoto dkk., 2021; Nair dkk., 2019; Ori, 2017) yang pada gilirannya, akan berkontribusi pada masalah kelangsungan hidup UMKM tersebut.

Tingkat kesiapan organisasi (*readiness level*) menjadi salah satu tahapan penting untuk mengetahui kondisi UMKM. Kesiapan didefinisikan sebagai penilaian yang dibentuk oleh organisasi tentang apakah organisasi memiliki kemampuan dan/atau sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan sesuatu, misalnya, untuk membuat keputusan yang tepat dalam bertransformasi secara digital (Ram dkk., 2015). Terdapat beberapa model yang digunakan untuk mengukur tingkat kesiapan (*readiness level*), antara lain DREAMY (Carolis dkk., 2025), SINDI (Singapore Economic Development Board, 2020) IMPULS (Lichtblau dkk., 2015), dan INDI 4.0 (Kemenperin, 2018).

Model INDI 4.0 yang dikembangkan oleh Kementerian Perindustrian RI sebagai kerangka penilaian kesiapan industri dalam mengadopsi teknologi Industri 4.0, belum banyak diadopsi secara empiris untuk menilai kesiapan UMKM. Padahal, pendekatan ini relevan karena mencakup dimensi penting seperti manajemen organisasi, teknologi, model bisnis, dan struktur rantai pasok yang sangat relevan untuk konteks kesiapan digital di Indonesia (Kemenperin, 2018).

Selain itu, sebagian besar studi masih berfokus pada perusahaan besar (Ardianto & Lukmandono, 2023) dan UMKM di kawasan industri seperti Karawang (Puspa Sari dkk., 2020). Belum ada penelitian yang meneliti pengukuran *readiness level* menggunakan INDI 4.0 pada UMKM di Kota Bandung. Padahal, Kota Bandung memiliki jumlah UMKM yang banyak, sekitar 38.058 (Badan Pusat Statistik, 2023). Oleh karena itu, studi ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan yang ada dengan meninjau tingkat kesiapan transformasi digital pada UMKM di Kota Bandung menggunakan INDI 4.0. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menghambat transformasi digital, dan melakukan peninjauan literatur untuk memberikan solusi praktis bagi UMKM dan regulator. Berdasarkan pertimbangan di atas, muncul pertanyaan penelitian, sebagai berikut:

- 1) Berapa nilai *readiness level* atau tingkat kesiapan UMKM untuk bertransformasi secara digital?
- 2) Apa saja tantangan yang dialami oleh UMKM dalam proses transformasi digital setelah pandemi COVID-19?
- 3) Bagaimana solusi praktis menurut literatur agar UMKM mampu bertransformasi secara digital?

Selain mengisi celah dalam penelitian sebelumnya, studi ini memberikan beberapa kontribusi baru terhadap literatur. Pertama, penelitian ini menerapkan INDI 4.0 sebagai alat ukur kesiapan digital dalam konteks UMKM non-manufaktur di Indonesia. Kedua, studi ini menyajikan gambaran empiris kesiapan digital UMKM pasca pandemi berbasis data primer, yang masih jarang diteliti secara sistematis pada level lokal. Ketiga, penelitian ini mengungkap hambatan digitalisasi yang khas di lingkungan UMKM Indonesia.

2. Metode Penelitian

2.1 Perancangan Alat Ukur

Kuesioner digunakan sebagai alat ukur untuk mendapatkan informasi dalam menjawab tujuan penelitian. Butir pertanyaan dalam kuesioner diadaptasi

dari INDI 4.0 Kementerian Perindustrian Indonesia (Kemenperin, 2018). INDI 4.0 terdiri dari 5 pilar dan 17 bidang yang dapat dilihat pada **Tabel 1**. Kuesioner berisi tujuh set pertanyaan, yaitu satu set pertanyaan mengenai identitas dan karakteristik perusahaan, lima set pertanyaan lainnya mengenai lima pilar kriteria INDI 4.0, antara lain: (a) manajemen dan organisasi perusahaan; (b) orang dan budaya; (c) produk dan layanan pintar; (d) penggunaan teknologi pintar; (e) operasi pabrik, serta satu set pertanyaan berisi tentang tantangan yang dihadapi industri untuk bertransformasi. Setiap set pertanyaan terdiri dari beberapa pertanyaan yang digunakan untuk menilai masing-masing bidang pada setiap pilar. Komponen kuesioner INDI 4.0 serta konversi nilai pada skala yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 1. Daftar 5 Pilar dan 17 Bidang serta Deskripsi pada INDI 4.0
(Sumber: Kementerian Perindustrian)

Pilar	Bidang	Deskripsi
Manajemen dan organisasi	Strategi kepemimpinan	Adanya dukungan dari pimpinan untuk mentransformasikan perusahaan ke arah Industri 4.0. Pimpinan mengetahui secara baik tentang keuntungan dan langkah-langkah strategis untuk implementasi Industri 4.0. Sehingga pimpinan memberikan arahan dan pengorganisasian yang membuat implementasi Industri 4.0 di perusahaan menjadi mudah dipahami dan dijalankan oleh seluruh karyawan
	Investasi untuk I4.0	Pihak manajemen mempunyai investasi untuk pengembangan perusahaan menuju Industri 4.0. Besarnya investasi cukup untuk bisa mentransformasikan perusahaan ke arah Industri 4.0. Investasi tidak hanya untuk jangka pendek tetapi adanya perencanaan investasi jangka panjang yang terorganisir dan termonitor
	Kebijakan inovasi	Adanya dukungan dari pihak manajemen perusahaan untuk inovasi. Lingkungan di perusahaan yang ramah dan antusiasme terhadap inovasi baru dari seluruh karyawan. Serta adanya sistem penghargaan untuk inovasi yang dapat meningkatkan daya saing perusahaan
Orang dan budaya	Budaya	Budaya dan nilai dari para karyawan perusahaan. Hal ini seperti: budaya tepat waktu, budaya konsistensi terhadap rencana yang telah disepakati, budaya untuk mau terus belajar dan lain-lain
	Keterbukaan terhadap perubahan	Pemikiran setiap karyawan dan manajemen yang selalu terbuka dengan adanya perubahan yang baru akan membawa dampak yang baik dalam proses transformasi suatu perusahaan. Hal ini juga termasuk keterbukaan terhadap teknologi dari luar yang diperlukan untuk membuat perusahaan menjadi lebih efisien dan efektif
	Pengembangan kompetensi	Adanya kebijakan dan pelaksanaan pengembangan kompetensi untuk seluruh karyawan. Dalam hal ini yang berkaitan dengan ketrampilan yang diperlukan untuk mendorong perusahaan untuk bertransformasi ke Industri 4.0, seperti: training, sertifikasi, studi lanjut, <i>workshop</i>
Produk dan layanan	Kustomisasi produk	Adanya produk yang <i>custom</i> sesuai dengan apa yang diinginkan oleh konsumen. Jadi produk yang ditawarkan tidak hanya sejenis tetapi memiliki opsi yang kustom sesuai dengan permintaan. Tingkat <i>customization</i> juga menunjukkan tingkat kesiapan perusahaan untuk bertransformasi ke Industri 4.0
	Layanan berbasis data	Layanan dan model bisnis perusahaan dikembangkan berdasarkan dari data-data yang telah diperoleh, baik dari data perusahaan sendiri, perusahaan sejenis maupun data dari konsumen
	Produk cerdas	Produk yang sudah ada fitur teknologi di dalamnya, seperti sudah memiliki <i>interface</i> yang bisa dihubungkan dengan internet,

Pilar	Bidang	Deskripsi
Teknologi	Keamanan <i>cyber</i>	memiliki fitur penyimpanan data (RFID, <i>barcode</i>). Produk cerdas juga berarti produk yang sudah terintegrasi dengan sensor dan program yang dapat mempermudah dalam menggunakan produk tersebut Karena dalam <i>smart factory</i> sebagian besar operasi saling terhubung antara satu dengan yang lain, maka keamanan dalam konektivitasnya menjadi sangat penting. Keamanan dalam menyimpan, mentransfer dan mengolah data juga menjadi penting sehingga industri yang menerapkan Industri 4.0 harus memiliki sistem dan metode yang menjamin bahwa konektivitas berbasis data tersebut aman
	Konektivitas	Adanya konektivitas antar mesin atau sistem dalam sebuah pabrik atau antar pabrik. Konektivitas juga dapat berupa adanya interkoneksi yang <i>real-time</i> dengan <i>vendor</i> atau dengan pabrik yang menjadi mitra perusahaan
	Mesin/sistem cerdas	Adanya mesin atau sistem pintar yang sudah dilengkapi dengan kecerdasan buatan dan <i>interface</i> koneksi dengan internet atau intranet. Sehingga mesin atau sistem bisa mengoptimisasi parameter maupun urutan operasi secara mandiri. Mesin pintar juga bisa mengakomodir adanya kolaborasi baik antara manusia dan mesin, atau kolaborasi antar mesin/sistem.
	Digitalisasi	Implementasi teknologi digital dalam perusahaan. Baik dalam proses, produk maupun proses pengambilan keputusan. Adanya implementasi <i>digital twin</i> , <i>digital factory</i> , <i>digital product</i> , merupakan salah satu contoh implementasi dari digitalisasi perusahaan
Operasi pabrik	Penyimpanan dan <i>sharing</i> data	Data perusahaan baik untuk optimasi proses maupun layanan berbasis data sudah dikelola dengan baik. Selain itu proses penyimpanan data, transfer data dan penggunaan data sudah memiliki standar proses yang baku. Adanya penyimpanan data di <i>cloud</i> atau di <i>internal server</i> salah satu yang diukur dalam bidang penyimpanan dan <i>sharing</i> data
	Rantai pasok dan logistik	Dalam Industri 4.0, adanya rantai pasok dan sistem logistik yang sudah terintegrasi dengan proses produksi menjadi penting untuk meningkatkan efisiensi perusahaan. Aplikasi teknologi <i>condition monitoring</i> dan lokasi barang yang masuk dan keluar adalah contoh dari penerapan rantai pasok dan logistik cerdas
	Proses yang otonom	Operasi pabrik yang sudah otonom baik dalam proses produksi maupun dalam proses pengambilan keputusannya. Sebagai contoh adanya pengontrolan proses secara otomatis dan adanya operasi mesin yang sudah otomatis berbasis analisis <i>big data</i>
	Sistem perawatan cerdas	Sebagai contoh adalah adanya proses pengoperasian mesin dan perawatan mesin yang sudah berbasis internet. Adanya sistem <i>monitoring</i> performansi mesin (OEE) secara terpusat via internet, adanya diagnosis dan prognosis kondisi mesin sehingga dapat menentukan jadwal perbaikan atau pengantian yang lebih tepat adalah contoh penerapan sistem perawatan cerdas. Selain itu penggunaan <i>augmented reality</i> dalam proses perawatan/perbaikan suatu mesin adalah hal bisa dilakukan untuk membuat proses perawatan menjadi lebih efisien

Tabel 2. Komponen Kusioner INDI 4.0

Pilar	Bidang	Kode	Item Pertanyaan	Konversi Nilai
Profil perusahaan	-	1.1 – 1.7	-	-
Manajemen organisasi	Strategi dan kepemimpinan	2.1	Bagaimana Anda menggambarkan dukungan pihak manajemen terhadap implementasi transformasi Industri 4.0 di perusahaan Anda?	a=0, b=1, c=2, d=3, e=4
		2.2	Menurut Anda, apa status implementasi strategi Industri 4.0 di perusahaan Anda?	a=0, b=1, c=2, d=3, e=4

Pilar	Bidang	Kode	Item Pertanyaan	Konversi Nilai	
Orang dan budaya	Investasi	2.3	Berapakah jumlah investasi yang telah dikeluarkan oleh perusahaan untuk bertransformasi ke Industri 4.0?	a=0, b=0, c=1, d=2, e=3, f=4	
	Kebijakan inovasi	2.4	Adakah departmen/ tim khusus di tempat Anda yang bertugas untuk mentransformasikan perusahaan ke industri 4.0?	a=0, b=1, c=2, d=3, e=4	
		2.5	Di bidang apa saja inovasi Industri 4.0 telah diimplementasikan?	a=0, b=1, c=2, d=3, e=4	
	Budaya	3.1	Menurut Anda bagaimana budaya karyawan di perusahaan?	a=0, b=1, c=2, d=3, e=4	
		3.2	Bagaimana menurut Anda etos kerja karyawan di perusahaan?	a=4, b=3, c=2, d=1, e=0	
		3.3	Apakah secara umum karyawan di perusahaan anda sudah terbiasa untuk dengan hal berikut? (Boleh memilih lebih dari satu jawaban)	a=4, b=3, c=2, d=1, e=0	
		3.4	Seberapa terbuka karyawan anda? Khususnya terkait penerapan teknologi baru di perusahaan?	a=0, b=1, c=2, d=3, e=4	
	Keterbukaan terhadap perubahan Pengembangan kompetensi	3.5	Apakah ada ditempat Anda bekerja <i>training/ workshop/ pendidikan/ sertifikasi</i> terkait Industri 4.0?	a=0, b=0, c=1, d=2, e=3, f=4	
	Produk dan layanan	Kostumisasi produk Layanan berbasis data	4.1	Menurut anda seberapa persen tingkat kustomisasi produk di perusahaan Anda	a=0, b=1, c=2, d=3, e=4
			4.2	Apakah perusahaan Anda melakukan analisis data yang diperoleh dari kustomer dan <i>vendor/ rekan bisnis</i> ?	a=0, b=1, c=2
		4.3	Data yang perusahaan Anda peroleh, digunakan untuk apa? (Boleh memilih lebih dari satu)	a=0, b=1, c=2, d=3, e=4	
Produk cerdas		4.4	Apakah perusahaan Anda membuat produk yang sudah terintegrasi teknologi berikut? (Boleh memilih lebih dari satu)	<i>Essay</i>	
Teknologi	Keamanan <i>cyber</i> Konektivitas	5.1	Apakah perusahaan Anda sudah menerapkan keamanan <i>cyber</i> ?	a=0, b=0, c=1, d=2, e=3, f=4, g=4	
		5.2	Bagaimana anda menilai konektivitas M2M (komunikasi antar mesin) via internet/ intranet di infrastruktur perusahaan Anda?	a=0, b=1, c=2, d=3, e=4	
		5.3	Bagaimana Anda menilai konektivitas antar sistem di perusahaan maupun antar perusahaan?	a=0, b=1, c=2, d=3, e=4	
	Mesin cerdas	5.4	Teknologi berikut yang sudah dipakai oleh perusahaan Anda adalah (boleh memilih lebih dari satu)	<i>Essay</i>	
Operasi pabrik	Digitalisasi	5.5	Menurut Anda seberapa tingkat digitalisasi di perusahaan Anda?	a=4, b=3, c=2, d=1, e=0	
	Penyimpanan dan <i>sharing</i> data Rantai pasok dan logistik Cerdas	6.1	Di perusahaan Anda, dimanakah data perusahaan disimpan?	a=0, b=1, c=2, d=3, e=4	
		6.2	Sistem berikut yang sudah diimplementasikan di rantai pasok dan logistik perusahaan Anda adalah (boleh memilih lebih dari satu)?	<i>Essay</i>	
	Proses yang otonom	6.3	Menurut Anda seberapa persen proses otomasi di perusahaan Anda?	a=0, b=1, c=2, d=3, e=4	
	Sistem perawatan cerdas	6.4	Sistem apa yang sudah diimplementasikan oleh perusahaan dalam hal sistem perawatan mesin?	a=4, b=3, c=2, d=1, e=0	
Tantangan	-	7.1	Tuliskanlah tantangan yang perusahaan Anda hadapi untuk bertransformasi ke Industri 4.0?	<i>Essay</i>	

Pilar	Bidang	Kode	Item Pertanyaan	Konversi Nilai
Harapan	-	7.2	Apakah harapan Anda terhadap pemerintah dalam rangka untuk bertransformasi ke Industri 4.0?	Essay

Tabel 3. Kriteria Penilaian *Readiness Level* Masing-Masing Bidang pada INDI 4.0

Manajemen dan Organisasi	
Level 4	Manajemen dan organisasi sudah menerapkan Industri 4.0
Level 3	Manajemen dan organisasi sudah melakukan transformasi ke Industri 4.0
Level 2	Manajemen dan organisasi sudah mulai bertransformasi ke Industri 4.0
Level 1	Manajemen dan organisasi sudah memiliki rencana transformasi ke Industri 4.0
Level 0	Dukungan manajemen dan organisasi belum ada
Orang dan Budaya	
Level 4	Orang dan budaya sudah menerapkan Industri 4.0
Level 3	Orang dan budayanya sudah siap transformasi ke Industri 4.0
Level 2	Orang dan budayanya sudah menuju ke Industri 4.0
Level 1	Orang dan budayanya sudah mengenal transformasi ke Industri 4.0
Level 0	Orang dan budayanya belum mendukung transformasi ke Industri 4.0
Produk dan Layanan	
Level 4	Produk dan layanan perusahaan sudah sebagian besar menerapkan Industri 4.0
Level 3	Produk dan layanan perusahaan sudah bertransformasi ke Industri 4.0
Level 2	Produk dan layanan perusahaan sudah mulai bertransformasi ke Industri 4.0
Level 1	Produk dan layanan perusahaan sudah memiliki rencana transformasi ke Industri 4.0
Level 0	Produk dan layanan perusahaan belum mengenal Industri 4.0
Teknologi	
Level 4	Teknologi di perusahaan sudah sebagian besar menerapkan Industri 4.0
Level 3	Teknologi di perusahaan sudah bertransformasi ke Industri 4.0
Level 2	Teknologi di perusahaan sudah mulai ditransformasi ke Industri 4.0
Level 1	Teknologi di perusahaan sudah ada rencana ditransformasi ke Industri 4.0
Level 0	Teknologi di perusahaan belum mengarah ke Industri 4.0
Operasi Pabrik	
Level 4	Operasi pabrik sebagian besar sudah menerapkan Industri 4.0
Level 3	Sebagian operasi pabrik sudah bertransformasi ke Industri 4.0
Level 2	Operasi pabrik sudah mulai bertransformasi ke Industri 4.0
Level 1	Operasi pabrik sudah memiliki rencana transformasi ke Industri 4.0
Level 0	Operasi pabrik belum mengenal Industri 4.0

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi tingkat kesiapan dan mengetahui tantangan UMKM di kota Bandung dalam bertransformasi secara digital, bukan untuk mengembangkan metode atau mengonfirmasi teori. Sehingga, pengujian validitas dan reliabilitas pada kuesioner tidak dilakukan. Hal ini merupakan salah satu kekurangan dari penelitian ini yang dapat diperbaiki untuk penelitian selanjutnya.

Sebelum proses pengumpulan data, *pilot test* atau uji coba awal dilakukan untuk memastikan pemahaman responden terhadap kuesioner yang diberikan. *Pilot test* dilakukan sebanyak satu kali. Kemudian, selama proses pengumpulan data, responden diizinkan untuk bertanya dan mengkonfirmasi pertanyaan.

2.2 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan teknik pengambilan sampel *convenience sampling* (Creswell, 2012). UMKM yang bergerak di sektor makanan dan minuman, busana (*fashion*), serta kayu atau *furniture* dipilih berdasarkan ketersediaan dan kesediaan mereka untuk berpartisipasi dalam penelitian. Penelitian tidak bermaksud mengklaim bahwa sampel dapat

merepresentasikan populasi secara keseluruhan, namun dianggap dapat memberikan informasi yang relevan dan berguna untuk menjawab pertanyaan penelitian.

Sebanyak 16 UMKM di Kota Bandung berhasil dikumpulkan sebagai responden. UMKM tersebut memproduksi berbagai jenis produk dan menunjukkan tingkat kematangan teknologi digital yang beragam. Jumlah data ini dinilai memadai mengingat penelitian yang bersifat eksploratif, keterbatasan akses lapangan, serta adanya penolakan dari sebagian UMKM untuk diteliti. Meskipun hasil penelitian ini tidak dapat digeneralisasikan, temuan yang diperoleh dapat memberikan wawasan awal dan menjadi landasan bagi penelitian lanjutan.

2.3 Pengolahan Data

Penelitian menggunakan metode kombinasi kuantitatif dan kualitatif dalam pengolahan data. Untuk mengolah data kuantitatif, digunakan skala likert (dari level 0 sampai dengan level 4). Nilai 0 berarti industri belum siap dan nilai 4 berarti industri sudah menerapkan Industri 4.0 di sebagian besar sistem produksinya. Penilaian INDI 4.0 dilakukan dengan mengonversi hasil kuesioner pada masing-masing item

pertanyaan dengan referensi nilai konversi yang dapat dilihat pada **Tabel 2**. Setelah dikonversi, nilai pilar pada masing-masing UMKM dirata-ratakan untuk menjadi nilai akhir, yang dapat dilihat pada persamaan 1. Kemudian, untuk mendapatkan nilai INDI 4.0, masing-masing nilai pilar, dikalikan dengan bobot pilar seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2. Penelitian ini tidak menggunakan uji statistik, dan hal tersebut menjadi kekurangan penelitian ini.

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

$$\text{Nilai INDI 4.0} = \text{Nilai Pilar} \times \text{Bobot} \quad (2)$$

Kemudian, untuk mendapatkan nilai akhir, penilaian INDI 4.0 pada masing-masing pilar, diberi pembobotan sebagai berikut: (a) manajemen dan organisasi: 17,5%; (b) orang dan budaya: 30,0%; (c) produk dan layanan pintar: 17,5%; (d) penggunaan teknologi pintar: 17,5%; (e) operasi pabrik: 17,5%. Nilai setiap pilar merupakan gabungan dari nilai-nilai setiap bidang pada pilar tersebut. **Tabel 3** menunjukkan kriteria penilaian *readiness level* masing-masing bidang pada INDI 4.0, dan **Gambar 2** menunjukkan ilustrasi *readiness level* INDI 4.0 beserta rentang nilainya.

Sementara itu, untuk mengolah data kualitatif, penelitian menggunakan analisis tematik. Analisis tematik adalah metode analisis data kualitatif yang digunakan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan melaporkan pola (tema) dalam data (Braun & Clarke, 2006). Langkah-langkah untuk melakukan analisis tematik antara lain sebagai berikut: familiarisasi data,

kode awal (*initial coding*), mencari tema, meninjau tema, menamai tema, dan menulis hasil. Interpretasi nilai akhir dilakukan dengan membandingkan nilai *readiness level* dan nilai masing-masing pilar dan bidang antar sektor yang direpresentasikan dalam grafik radar.

2.4 Hasil dan Pembahasan

Proses analisis hasil pengolahan data akan terbagi menjadi tiga tahapan, yaitu analisis deskriptif, analisis hasil penilaian *readiness level*, visualisasi *readiness level* dalam diagram radar, serta identifikasi tantangan dan harapan UMKM dalam bertransformasi secara digital menuju Industri 4.0, terutama setelah pandemi COVID-19.

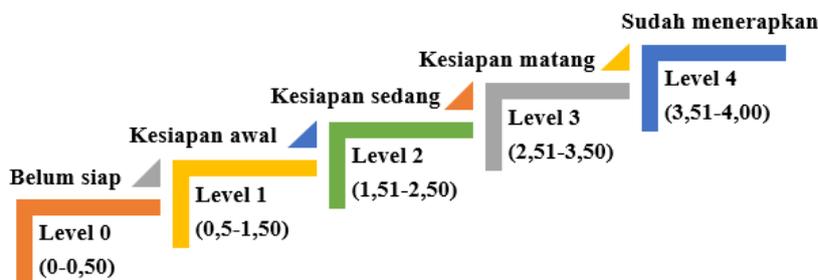
3. Hasil & Pembahasan

3.1 Analisis Deskriptif Responden

Data diolah berdasarkan statistik deskriptif untuk melihat hasil sebaran, pemusatan data dan karakteristik responden yang meliputi sektor usaha, jumlah karyawan, omzet, teknologi digital yang digunakan, dan informan. Profil responden dapat dilihat pada **Tabel 4**, sementara sebaran responden dapat dilihat pada **Gambar 3** dan **Gambar 4**.

3.2 Hasil Penilaian *Readiness Level*

Hasil penilaian *readiness level* adalah dengan mengkonversi hasil kuesioner pada masing-masing item pertanyaan dengan referensi nilai konversi yang dapat dilihat pada **Tabel 2**. Setelah dikonversi, nilai pilar pada masing-masing UMKM dirata-ratakan untuk



Gambar 2. Penilaian Tingkat Kesiapan Industri
(Sumber: Kementerian Perindustrian yang Diilustrasikan Kembali)

Sebaran Responden Berdasarkan Sektor Industri



Gambar 3. Sebaran Responden Berdasarkan Sektor Industri

Tabel 4. Profil Responden

UMKM	Sektor	Jumlah Karyawan	Omzet (Rp)	Teknologi Digital yang Digunakan	Informan
UMKM1	Busana (Fashion)	1-9	n/a	Whatsapp, social media, Kecerdasan buatan, komputer, network, internet	Top management
UMKM2	Busana (Fashion)	1-9	50.000.000 – 500.000.000	Whatsapp, social media, Database, kecerdasan buatan internet	Top management
UMKM3	Busana (Fashion)	1-9	n/a	Whatsapp, social media, internet, GPS	Top management
UMKM4	Busana (Fashion)	1-9	< 50.000.000	Whatsapp, social media, Kecerdasan buatan, internet, GPS	Top management
UMKM5	Busana (Fashion)	30-299	500.000.000 – 10.000.000.000	Whatsapp, social media, internet, GPS	Top management
UMKM6	Busana (Fashion)	1-9	n/a	Whatsapp, social media, barcode, internet	Low management
UMKM7	Industri makanan & minuman	1-9	< 50.000.000	Whatsapp	Owner
UMKM8	Industri makanan & minuman	1-9	50.000.000 – 500.000.000	Whatsapp	Owner
UMKM9	Industri makanan & minuman	1-9	< 50.000.000	Whatsapp	Owner
UMKM10	Kayu & furniture	10-29	500.000.000 – 10.000.000.000	Whatsapp, social media, Barcode, internet	Middle Management
UMKM11	Busana (Fashion)	1-9	50.000.000 – 500.000.000	Whatsapp, social media, IoT	Top management
UMKM12	Industri makanan & minuman	1-9	< 50.000.000	Whatsapp, social media, internet	Owner
UMKM13	Industri makanan & minuman	1-9	n/a	Whatsapp, social media, internet	Owner
UMKM14	Industri makanan & minuman	10-29	500.000.000 – 10.000.000.000	Whatsapp, social media, RFID, barcode, internet	Middle Management
UMKM15	Busana (Fashion)	10-29	50.000.000 – 500.000.000	Whatsapp, social media, internet	Owner
UMKM16	Busana (Fashion)	1-9	< 50.000.000	Whatsapp, social media, internet	Owner

Sebaran Responden Berdasarkan Sektor Industri



Gambar 3. Sebaran Responden Berdasarkan Sektor Industri

menjadi nilai akhir, mengikuti persamaan 1. Hasil penilaian *readiness level* berdasarkan sektor industri

dapat dilihat pada **Tabel 5 – Tabel 7** dan diilustrasikan pada **Gambar 4**.

Tabel 5. Readiness Level Sektor Fashion

Pilar	Nilai Pilar	Bobot (%)	Nilai INDI 4.0	Level
Manajemen organisasi	0,76	17,5	0,13	1
Orang dan budaya	1,491	30	0,45	
Produk dan layanan	1,444	17,5	0,25	
Teknologi	0,889	17,5	0,16	
Operasi pabrik	1,111	17,5	0,19	
Total Nilai INDI 4.0			1,18	

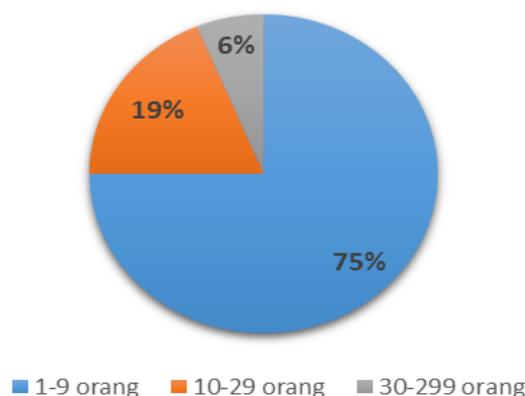
Tabel 6. Readiness Level Sektor Industri Makanan dan Minuman

Pilar	Nilai Pilar	Bobot (%)	Nilai INDI 4.0	Level
Manajemen organisasi	0,57	17,5	0,09	1
Orang dan budaya	1,3	30	0,39	
Produk dan layanan	1	17,5	0,18	
Teknologi	0,708	17,5	0,12	
Operasi pabrik	1,111	17,5	0,19	
Total Nilai INDI 4.0			0,98	

Tabel 7. Readiness Level Sektor Industri Kayu atau Furniture

Pilar	Nilai Pilar	Bobot (%)	Nilai INDI 4.0	Level
Manajemen organisasi	1,4	17,5	0,25	1
Orang dan budaya	1	30	0,3	
Produk dan layanan	2	17,5	0,35	
Teknologi	1,25	17,5	0,22	
Operasi pabrik	1	17,5	0,17	
Total Nilai INDI 4.0			1,28	

Sebaran Responden Berdasarkan Jumlah Karyawan



Gambar 4. Sebaran Responden Berdasarkan Jumlah Karyawan

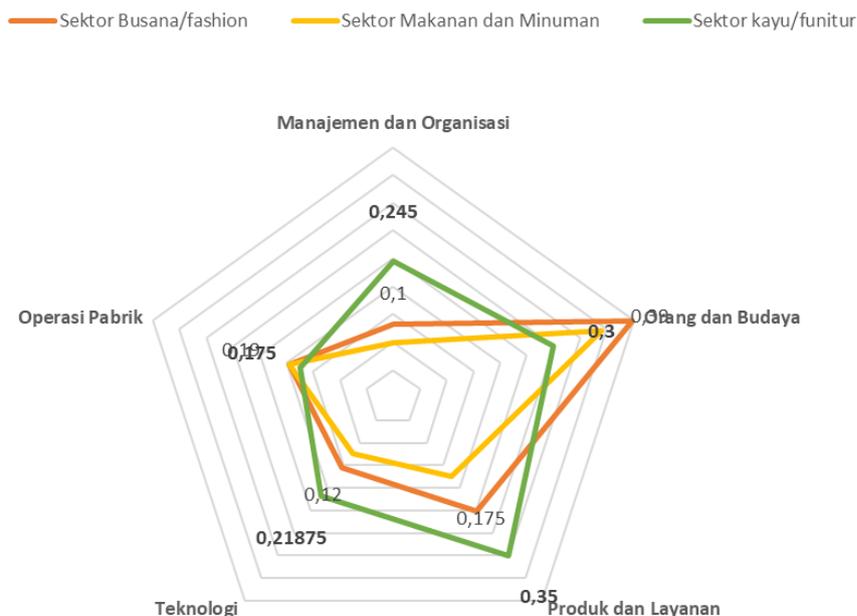
Berdasarkan penilaian secara keseluruhan, UMKM pada sektor industri busana/ *fashion* memiliki *readiness level* sebesar 1,18. UMKM pada sektor industri makanan dan minuman sebesar 0,98. UMKM pada sektor industri kayu/ *furniture* sebesar 1,28 dimana ketiga sektor perusahaan tergolong pada kriteria level 1 yaitu kesiapan AWAL untuk menerapkan Industri 4.0.

Nilai kesiapan Industri 4.0 berdasarkan 5 pilar yang diteliti dapat dilihat pada **Gambar 5**. Pada UMKM sektor busana/ *fashion* diketahui nilai yang paling tinggi adalah pilar orang dan budaya sebesar 0,45. Karyawan dinilai telah memiliki etos kerja yang baik, sangat terbuka dengan perkembangan dan penerapan teknologi baru. Hal ini dipengaruhi oleh usia mayoritas karyawan yang bekerja di UMKM, yaitu

generasi milenial dan generasi Z. Sehingga, meskipun tanpa diberikan *training* atau *workshop* terkait Industri 4.0, karyawan telah memiliki kemampuan mengoperasikan teknologi dasar terbaru. Nilai terbesar kedua adalah pilar produk dan layanan sebesar 0,25. Hal ini dipengaruhi oleh adanya rencana jangka panjang untuk mengembangkan layanan berdasarkan data konsumen serta mengintegrasikan produk yang sesuai dengan kebutuhan konsumen. Nilai terkecil adalah pilar manajemen dan organisasi sebesar 0,13. Hal ini mengindikasikan bahwa minimnya dukungan manajemen puncak terhadap investasi untuk mentransformasikan perusahaan menjadi perusahaan berbasis Industri 4.0.

Pada UMKM sektor makanan dan minuman, diketahui nilai yang paling tinggi adalah pilar orang dan

Hasil Pengukuran *Readiness Level* Industri 4.0



Gambar 5. Hasil Pengukuran *Readiness Level* Industri 4.0 untuk Masing-Masing Industri

Tabel 8. Ringkasan *Readiness Level* Seluruh Sektor

Pilar	Nilai INDI 4.0		
	<i>Fashion</i>	Makanan & Minuman	Kayu/ <i>Furniture</i>
Manajemen organisasi	0,13	0,09	0,25
Orang dan budaya	0,45	0,39	0,3
Produk dan layanan	0,25	0,18	0,35
Teknologi	0,16	0,12	0,22
Operasi pabrik	0,19	0,19	0,25

budaya sebesar 0,39. Sejalan dengan sektor *fashion*, pada sektor makanan dan minuman, Karyawan dianggap memiliki etos kerja yang baik serta sikap yang terbuka terhadap perkembangan dan penerapan teknologi baru. Hal ini dipengaruhi oleh usia mayoritas karyawan UMKM yang berasal dari generasi milenial dan generasi Z. Oleh karena itu, meskipun tanpa pelatihan atau *workshop* khusus tentang Industri 4.0, sebagian besar karyawan sudah mampu mengoperasikan teknologi dasar terbaru. Nilai terbesar kedua adalah pilar operasi pabrik sebesar 0,19. Hal ini dipengaruhi oleh rencana perusahaan untuk menerapkan teknologi dalam bidang logistik dan rantai pasok, menyimpan, mentransfer dan mengolah data baik di komputasi awan atau *hardisk* komputer. Nilai terkecil adalah pilar manajemen dan organisasi sebesar 0,09. Hal ini mengindikasikan bahwa manajemen puncak tidak memiliki strategi implementasi industri 4.0 pada usahanya, minimnya dukungan investasi dan rendahnya inovasi untuk mentransformasikan perusahaan menjadi perusahaan berbasis Industri 4.0. Ringkasan perbandingan *readiness level* lintas sektor dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Tabel 8 menunjukkan perbandingan *readiness level* dari masing-masing sektor UMKM di Kota Bandung berdasarkan lima pilar INDI 4.0. Secara umum, sektor kayu/ *furniture* memiliki skor tertinggi pada sebagian besar pilar, menunjukkan kesiapan yang relatif lebih merata dan unggul dibanding dua sektor

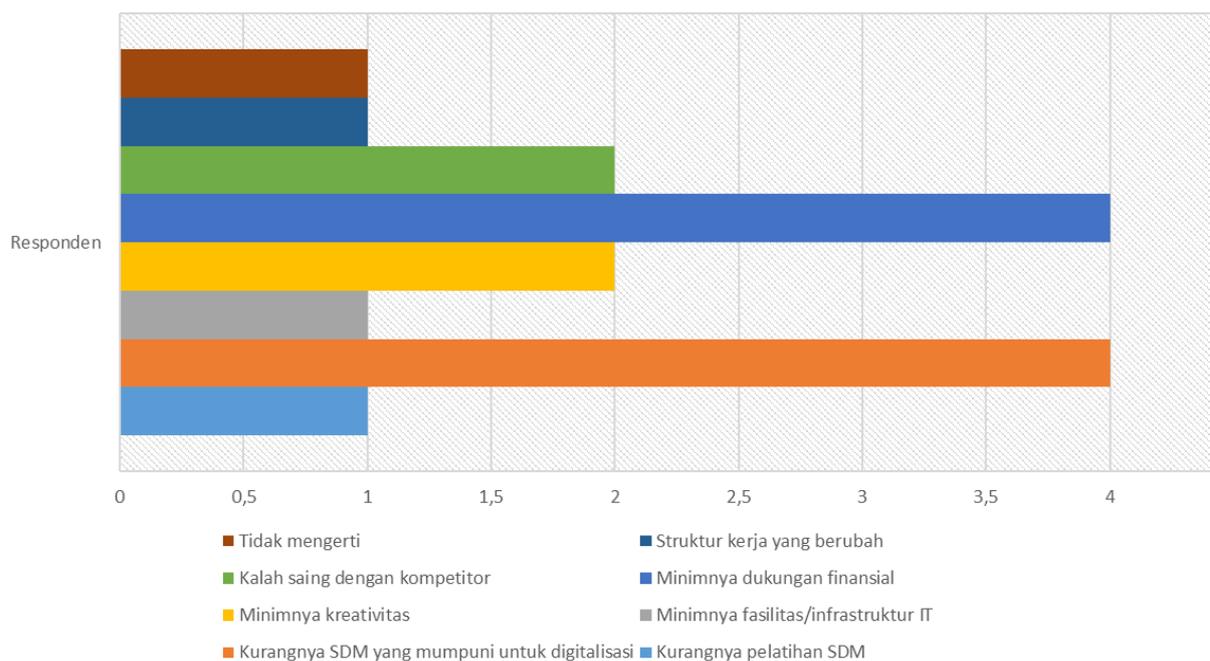
lainnya. Pilar "Produk dan Layanan" memiliki nilai tertinggi di sektor kayu/ *furniture* (0,35), yang menunjukkan bahwa sektor ini cukup proaktif dalam mengembangkan inovasi produk.

Sektor busana/ *fashion* dan makanan & minuman unggul pada pilar "Orang dan Budaya" (0,45 dan 0,39), menandakan bahwa pelaku UMKM di kedua sektor ini telah memiliki budaya kerja yang terbuka terhadap transformasi digital. Namun, keduanya masih sangat lemah di pilar "Manajemen dan Organisasi", terutama makanan & minuman (0,13 dan 0,09), yang mengindikasikan lemahnya peran kepemimpinan dan strategi transformasi digital.

Sektor busana/ *fashion* menunjukkan skor terendah pada pilar "Teknologi" (0,12), mengindikasikan keterbatasan dalam infrastruktur atau kemampuan adopsi teknologi digital secara teknis. Sementara itu, sektor kayu/ *furniture* mencatat skor terendah pada pilar "Operasi Pabrik" (0,1), menunjukkan bahwa otomasi proses produksi dan sistem manajemen mesin belum berjalan optimal.

Terakhir, pada UMKM sektor kayu atau *furniture*, diketahui nilai yang paling tinggi adalah pilar produk dan layanan sebesar 0,35. Hal ini mengindikasikan bahwa adanya rencana jangka panjang untuk mengembangkan layanan berdasarkan data konsumen serta mengintegrasikan produk yang sesuai dengan kebutuhan konsumen. Nilai terbesar kedua adalah pilar orang dan budaya sebesar 0,3. Hal

Tantangan UMKM untuk Bertransformasi secara Digital



Gambar 6. Tantangan UMKM untuk Bertransformasi secara Digital

ini dipengaruhi oleh etos kerja karyawan yang baik serta sikap yang terbuka terhadap perkembangan dan penerapan teknologi baru. Nilai terkecil adalah pilar operasi pabrik sebesar 0,17. Hal ini mengindikasikan bahwa perusahaan belum memiliki sistem perawatan cerdas dalam hal perawatan mesin produksi. Tantangan yang dihadapi oleh UMKM untuk bertransformasi secara digital disajikan pada **Gambar 6**.

Berdasarkan grafik tersebut, dapat disimpulkan bahwa tantangan yang paling sering disebut oleh responden adalah:

1. Kurangnya SDM yang mumpuni untuk digitalisasi (± 4 responden)
2. Minimnya dukungan finansial (± 4 responden)
3. Minimnya fasilitas/ infrastruktur IT (± 2 responden)
4. Kalah saing dengan kompetitor, kurangnya pelatihan SDM, dan beberapa lainnya ($\pm 1-2$ responden).

Jika dikaitkan dengan konteks sektoral, maka tantangan-tantangan tersebut tampak konsisten dengan skor *readiness level* INDI 4.0 pada masing-masing sektor. Pada sektor makanan dan minuman, yang memiliki skor terendah dalam pilar manajemen dan organisasi (0,09), hambatan seperti minimnya dukungan finansial dan kurangnya SDM digital menjadi penghambat utama. Hal ini mencerminkan lemahnya kapasitas manajerial dan kurangnya strategi transformasi digital pada UMKM di sektor ini.

Sektor busana/ *fashion*, yang mencatat nilai terendah pada pilar teknologi (0,12), tampaknya paling terdampak oleh keterbatasan infrastruktur IT dan kurangnya pelatihan digital. Tantangan terkait perubahan struktur kerja juga sangat relevan, karena transformasi digital seringkali mengubah proses kreatif

dan produksi dalam industri *fashion* lokal yang masih tradisional.

Sementara itu, sektor kayu/ *furniture* mencatat skor terendah pada pilar operasi pabrik (0,1). Hal ini menunjukkan bahwa keterbatasan fasilitas produksi dan kurangnya integrasi sistem digital menjadi hambatan utama. Minimnya fasilitas atau infrastruktur IT di sektor ini dapat menghambat upaya modernisasi alat produksi dan penerapan teknologi seperti sensor atau sistem perawatan prediktif.

Secara keseluruhan, tantangan-tantangan tersebut menunjukkan bahwa persoalan SDM dan pendanaan merupakan isu lintas sektor yang krusial. Namun, pola tantangan juga menunjukkan nuansa sektoral yang khas: sektor makanan dan minuman cenderung terkendala secara manajerial dan finansial; sektor busana/ *fashion* lebih terbebani oleh teknologi dan adaptasi kerja; sementara sektor kayu/ *furniture* menghadapi tantangan pada sisi operasional dan infrastruktur. Oleh karena itu, strategi akselerasi transformasi digital UMKM perlu mempertimbangkan perbedaan karakteristik sektoral dan tidak dapat disamaratakan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, secara keseluruhan tingkat kesiapan (*readiness level*) UMKM di Kota Bandung untuk menerapkan Industri 4.0 masih berada pada tahap awal (Level 1). Rata-rata skor *readiness level* pada sektor busana/ *fashion* adalah 1,18; sektor makanan dan minuman sebesar 0,98; dan sektor kayu/ *furniture* sebesar 1,28. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh UMKM yang diteliti berada pada tahap "Awal", yaitu tahap di mana perusahaan baru menyadari pentingnya transformasi digital, namun belum memiliki kapasitas dan strategi implementasi yang memadai.

Temuan yang lebih rinci dari grafik radar menunjukkan bahwa:

1. Pilar “Orang dan Budaya” merupakan dimensi dengan skor tertinggi di ketiga sektor, terutama sektor *fashion* (0,45), sektor kayu/*furniture* (0,35), dan makanan-minuman (0,39). Hal ini menunjukkan bahwa secara umum pelaku UMKM sudah memiliki kesadaran, kemauan, dan nilai budaya yang mendukung transformasi digital, meskipun belum selalu dibarengi dengan kesiapan struktural.
2. Sebaliknya, pilar “Manajemen dan Organisasi” adalah dimensi dengan skor terendah, terutama pada sektor makanan dan minuman (0,09) dan busana/*fashion* (0,13). Hal ini menandakan lemahnya peran manajemen dalam memimpin perubahan, kurangnya strategi digital, serta rendahnya komitmen investasi terhadap inovasi teknologi.
3. Pada sektor kayu/*furniture*, nilai terendah justru berada pada pilar “Operasi Pabrik” (0,1), yang menunjukkan minimnya penerapan otomasi dan teknologi produksi seperti sistem perawatan cerdas atau *Internet of Things* (IoT). Hal ini menandakan bahwa adopsi teknologi fisik masih menjadi tantangan besar.
4. Pilar “Produk dan Layanan” juga relatif kuat, khususnya pada sektor kayu/*furniture* (0,35), menunjukkan adanya potensi inovasi produk dan layanan digital yang dapat dikembangkan lebih lanjut.
5. Sektor kayu/*furniture* menampilkan distribusi skor yang relatif seimbang antar pilar, menandakan kesiapan yang merata, meskipun tidak terlalu tinggi. Ini menjadikan sektor ini sebagai kandidat potensial untuk model pendampingan atau percontohan transformasi digital secara bertahap.

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya (Rendra Kurniawan & Yasin, 2025; Puspasari dkk., 2020), yang menunjukkan bahwa UMKM Indonesia secara umum masih berada pada tahap kesiapan awal, terutama karena lemahnya kapabilitas manajerial dan kurangnya dukungan sistemik terhadap adopsi teknologi. Namun, adanya kesadaran digital dalam aspek produk dan budaya menjadi sinyal positif untuk proses akselerasi ke depan.

Hasil ini masuk akal mengingat mayoritas UMKM mengalami kesulitan dalam aspek dukungan finansial atau permodalan serta kurangnya SDM yang mumpuni untuk digitalisasi. Padahal, untuk dapat bersaing dan bertahan di pasar bebas yang dinamis, UMKM perlu bertransformasi dengan mengintegrasikan IT dan bisnis prosesnya (Irimiás & Mitev, 2020; Metawa dkk., 2021). Pemilik UMKM juga perlu menyelaraskan dukungan untuk transformasi Industri 4.0, melalui alokasi pendanaan dan penguatan pemahaman digital untuk para karyawan (Ruiz dkk., 2024). Bentuk dukungan ini mencakup,

penyelenggaraan *workshop* tentang pemahaman Industri 4.0 di tingkat perusahaan (Ruiz dkk., 2024) dan pinjaman modal (Prijadi dkk., 2020). Mayoritas UMKM enggan melakukan pinjaman ke lembaga formal, karena prosesnya yang panjang dan administrasi yang berbelit (Prijadi dkk., 2020). Solusinya, UMKM dapat melakukan pinjaman melalui *P2P lending*, dengan alternatif skema pembayaran menggunakan pinjaman berbasis syariah atau skema bagi hasil atau koperasi (Rosavina dkk., 2019).

Implikasi praktis dari hasil ini adalah upaya transformasi digital pada UMKM sebaiknya dimulai dari area yang sudah relatif siap, seperti produk dan layanan digital. Pemerintah dan pemangku kepentingan dapat memperkuat intervensi pada aspek manajerial dan operasional melalui program pelatihan kepemimpinan digital, penyusunan *roadmap* teknologi, dan insentif fiskal untuk otomasi produksi.

Dari sisi implikasi manajerial, pemilik UMKM perlu mengembangkan visi jangka panjang terhadap digitalisasi, membentuk tim internal kecil untuk eksperimen teknologi, serta mulai mengalokasikan sebagian anggaran untuk peralatan digital dasar. Pendekatan bertahap ini diharapkan dapat mendorong peningkatan *readiness level* secara progresif dan berkelanjutan.

Terdapat beberapa keterbatasan dalam penelitian ini. Penelitian ini menggunakan jumlah sampel yang kecil. Maka hasil penelitian tidak dapat digeneralisasi, namun dapat memberikan wawasan awal dan menjadi landasan bagi penelitian lanjutan. Selain itu, penelitian ini juga tidak menguji validitas dan reliabilitas alat ukur (kuesioner). Hal-hal tersebut merupakan kekurangan penelitian yang dapat diperbaiki untuk penelitian selanjutnya.

5. Daftar Pustaka

- Alam, S., Ramadhani, W. P., & Patmaniar, P. (2023). Transformasi Digital UMKM Di Indonesia Selama Pandemi. *Journal Social Society*, 3(2), 140–156.
<https://doi.org/10.54065/jss.3.2.2023.344>
- Ali, M. H., Tan, K. H., & Ismail, M. D. (2017). A supply chain integrity framework for halal food. *British Food Journal*, 119(1), 20–38.
<https://doi.org/10.1108/BFJ-07-2016-0345>
- Annisa, N., Jannah, R., & Putri, F. H. (2024). *The Existence of Halal Fashion Industry in Escalating Economic Growth Through the Export Value of Indonesian Halal Products in the Era of Society 5.0*. 1–11.
- Ardianto, R., & Lukmandono, L. (2023). Readiness Level Index PT. KTG in Industry 4th Era using INDI 4.0. *Prosiding SENASTITAN: Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan*, 3(0), 313–324.
<https://ejournal.itats.ac.id/senastitan/article/view/3915>
- Ayudiana, S. (2024). *Kemenkop UKM: 25,5 juta UMKM telah "go digital"*. 1–6.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Banyaknya Usaha Mikro dan Kecil menurut Kabupaten/Kota*. Jakarta: Badan Pusat Statistik

- Braun, V., & Clarke, V. (2006). *Using thematic analysis in psychology*. January 2006. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Cahyono, Y., Purwoko, D., Koho, I. R., Setiani, A., Suspendi, Israwan, P., Setyoko, Sosiady, M., & Wijoyo, H. (2023). The role of supply chain management practices on competitive advantage and performance of halal agroindustry SMEs. *Uncertain Supply Chain Management*, *11*, 153–160. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2022.10.012>
- Canhoto, A. I., Quinton, S., Pera, R., Molinillo, S., & Simkin, L. (2021). Digital strategy aligning in SMEs: A dynamic capabilities perspective. *Journal of Strategic Information Systems*, *30*(3). <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2021.101682>
- Carolis, A. De, Sassanelli, C., Acerbi, F., Macchi, M., Taisch, M., Carolis, A. De, Sassanelli, C., Acerbi, F., & Macchi, M. (2025). *The Digital REadiness Assessment MaturitY (DREAMY) framework to guide manufacturing companies towards a digitalisation roadmap*. 7543. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00207543.2025.2455476>
- Center, K. I. (2020). Jurnalisme Data. *3 Juli*, 1. <https://katadata.co.id/muhammadridhoi/analisisdata/5fc1e1a0e4d3d/berkah-ekonomi-korea-dari-demam-drakor-saat-pandemi>
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research*. Pearson.
- Díaz-Arancibia, J., Hochstetter-Diez, J., Bustamante-Mora, A., Sepúlveda-Cuevas, S., Albayay, I., & Arango-López, J. (2024). Navigating Digital Transformation and Technology Adoption: A Literature Review from Small and Medium-Sized Enterprises in Developing Countries. *Sustainability (Switzerland)*, *16*(14). <https://doi.org/10.3390/su16145946>
- Eliza, R., Zulkifli, Z., Syafwandi, S., & Fitria, L. (2024). Analisis Perilaku Konsumen Dan Pengaruhnya Terhadap Minat Menggunakan E-Wallet Di Indonesia: Literature Review. *Innovative: Journal Of ...*, *4*, 13147–13154. <http://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/12063%0Ahttp://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/download/12063/8166>
- Fachrunnisa, O., Adhiatma, A., & ... (2020). Towards SMEs' digital transformation: The role of agile leadership and strategic flexibility. In *Journal of Small ...*. [jsbs.scholasticahq.com. https://jsbs.scholasticahq.com/article/26349.pdf](https://jsbs.scholasticahq.com/article/26349.pdf)
- Fauzan, M. (2025). *Jumlah UMKM Indonesia Capai 66 Juta pada 2023*. 1–5.
- Hartanto, H. Y. (2022). Analisis Pengaruh Penggunaan Media terhadap Kinerja Usaha Mikro, Kecil, Dan Menengah (UMKM). *Jurnal Ilmiah Manajemen Bisnis Dan Inovasi Universitas Sam Ratulangi (Jmbi Unsrat)*, *9*(1), 323–334. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmbi/article/view/39254>
- Hutagalung, R. A., Nainggolan, P., & Panjaitan, P. D. (2021). Analisis Perbandingan Keberhasilan UMKM Sebelum Dan Saat Menggunakan Quick Response Indonesia Standard (QRIS) Di Kota Pematangsiantar. *Jurnal Ekuilnomi*, *3*(2), 94–103. <https://doi.org/10.36985/ekuilnomi.v3i2.260>
- Irimiás, A., & Mitev, A. (2020). Change management, digital maturity, and green development: Are successful firms leveraging on sustainability? *Sustainability (Switzerland)*, *12*(10). <https://doi.org/10.3390/SU12104019>
- Kemenperin. (2018). Indonesia Industry 4.0 Readiness Index. In *Kemertian Perindustrian RI*.
- Kurniawan, Rahmad, Tarantang, J., Akbar, W., Hakim, S., Sumana, E. T., & Hafizi, R. (2021). Literasi Pemanfaatan Aplikasi Keuangan Digital Bukukas pada UMKM di Kota Sampit, Kalimantan Tengah. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Formosa*, *1*(1), 35–52.
- Kurniawan, Rendra, & Yasin, M. (2025). *Dampak Revolusi Industri 4 . 0 Terhadap Kesiapan Indonesia*.
- Lichtblau, K., Stich, V., Roman, B., Blum, M., Bleider, M., Millack, A., Schmitt, K., Schmitz, E., & Schroter, M. (2015). Impuls-Industrie 4.0-Readiness. *Impuls-Stiftung des VDMA*, *26*(2), 218–223. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-6819.2010.02.038>
- Loebbecke, C., & Picot, A. (2015). Reflections on societal and business model transformation arising from digitization and big data analytics: A research agenda. *Journal of Strategic Information Systems*, *24*(3), 149–157. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2015.08.002>
- Metawa, N., Elhoseny, M., & Mutawea, M. (2021). The role of information systems for digital transformation in the private sector: a review of Egyptian SMEs. *African Journal of Economic and Management Studies, ahead-of-p*. <https://doi.org/10.1108/AJEMS-01-2021-0037>
- Mulia, F., & Sulungbudi, B. M. (2019). Pemanfaatan Teknologi Digital Pada Umkm (Studi Penggunaan Internet Pada Ppkm Kabupaten Bandung). *Journal of Accounting and Business Studies*, *4*(2), 15–25. <https://doi.org/10.61769/jabs.v4i2.468>
- Nair, J., Chellasamy, A., & Singh, B. N. B. (2019). Readiness factors for information technology adoption in SMEs: testing an exploratory model in an Indian context. *Journal of Asia Business Studies*, *13*(4), 694–718. <https://doi.org/10.1108/JABS-09-2018-0254>
- Nasiri, M., Ukko, J., Saunila, M., Rantala, T., & Rantanen, H. (2020). Digital-related capabilities and financial performance: the mediating effect of performance measurement systems. *Technology Analysis and Strategic Management*, *32*(12), 1393–1406. <https://doi.org/10.1080/09537325.2020.1772966>
- Natsir, K., Bangun, N., Attan, M. B., & Landias, J. S. (2023). Penggunaan Qris Sebagai Alat Pembayaran Digital Untuk Meningkatkan Produktivitas Umkm. *Jurnal Serina Abdimas*, *1*(3), 1154–1163. <https://doi.org/10.24912/jsa.v1i3.26208>

- Ngo, V., Pham, H., & Nguyen, H. (2022). Drivers of digital supply chain transformation in SMEs and large enterprises -a case of COVID-19 disruption risk. *International Journal of Emerging Markets*, 18. <https://doi.org/10.1108/IJOEM-10-2021-1561>
- Ori, D. (2017). *A rule-based approach to business-IT misalignment symptom detection*. <https://doi.org/10.1109/SKIMA.2017.8294123>
- Prijadi, R., Wulandari, P., Desiana, P. M., Pinagara, F. A., & Novita, M. (2020). Financing needs of micro-enterprises along their evolution. *International Journal of Ethics and Systems*, 36(2), 263–284. <https://doi.org/10.1108/IJOES-05-2018-0071>
- Puspa Sari, R., Teguh Santoso, D., & Puspita, D. (2020). Analisis Kesiapan Umkm Kabupaten Karawang Terhadap Adopsi Cloud Computing Dalam Konteks Industri 4.0. *Jurnal Teknik Industri*, 15(2), 63.
- Puspitaningsih, R., Liana, K., & Irianti, L. (2022). Faktor yang Mempengaruhi UMKM Dalam Mengadopsi Komputasi Awan Di Kota Bandung. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, 8(2), 202. <https://doi.org/10.24014/jti.v8i2.20037>
- Ram, J., Corkindale, D., & Wu, M.-L. (2015). *Examining the Role of Organizational Readiness in Erp Project Delivery*. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1080/08874417.2015.11645754>
- Rosavina, M., Rahadi, R. A., Kitri, M. L., Nuraeni, S., & Mayangsari, L. (2019). P2P lending adoption by SMEs in Indonesia. *Qualitative Research in Financial Markets*, 11(2), 260–279. <https://doi.org/10.1108/QRFM-09-2018-0103>
- Ruiz, L., Benitez, J., Castillo, A., & Braojos, J. (2024). Digital human resource strategy: Conceptualization, theoretical development, and an empirical examination of its impact on firm performance. *Information and Management*, 61(4), 103966. <https://doi.org/10.1016/j.im.2024.103966>
- Sagala, & Sumiyana. (2020). The intersection of hedonic and utilitarian values on integrated-social media retailers. *International Journal of Business Information Systems*, 33, 505. <https://doi.org/10.1504/IJBIS.2020.105837>
- Singapore Economic Development Board. (2020). The Smart Industry Readiness Index. *Www.Edb.Sg*.
- Xu, J., Yu, Y., Zhang, M., & Zhang, J. Z. (2023). Impacts of digital transformation on eco-innovation and sustainable performance: Evidence from Chinese manufacturing companies. *Journal of Cleaner Production*, 393. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136278>