

Transformasi Digital dan Ekonomi Inklusif pada Sektor UMKM Sumatera Utara: Sebuah Tinjauan Literatur Sistematis di Era Society 5.0

Fikra Ananda Syahputra*, Hanifa, Sindy Artika Gokmauli

Program Studi Manajemen, Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen Sukma, Medan, Indonesia
Email:¹*nandapipa3@gmail.com, ²Hanifaanifa573@gmail.com, ³sindysinaga07@gmail.com
(* : coresponding author)

Abstrak

Akselerasi transformasi digital di era Society 5.0 menuntut kesiapan adaptasi yang inklusif pada seluruh lini perekonomian, tidak terkecuali pada sektor Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) yang menjadi pilar stabilitas ekonomi di Provinsi Sumatera Utara. Kendati demikian, realitas di lapangan menunjukkan adanya paradoks digitalisasi berupa jurang pemisah yang lebar (*digital divide*) antara kesiapan teknologi di wilayah urban dengan keterbatasan infrastruktur di wilayah rural. Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan sebuah arsitektur teknologi informasi (TI) dan Ilmu Komputer yang ramah terhadap keterbatasan modal gawai serta kuota internet pelaku usaha kecil, sekaligus menyusun model kemitraan kelembagaan yang berkelanjutan. Metode yang digunakan dalam kajian ini adalah pendekatan kualitatif melalui Tinjauan Literatur Sistematis atau Systematic Literature Review (SLR). Proses seleksi data sekunder dilakukan secara transparan melalui empat tahapan protokol ketat (identifikasi, skrining, kelayakan, dan inklusi) terhadap 10 artikel jurnal inti bereputasi (rentang tahun 2020–2026) serta dokumen makro sektoral dari Badan Pusat Statistik (BPS). Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa implementasi arsitektur teknologi yang bersifat murah namun berdampak besar (*low-cost high-impact*) seperti model *Software as a Service (SaaS)*, pemanfaatan algoritma data mining skala mikro, serta perancangan aplikasi berbasis *Offline-First Architecture* yang ditopang secara struktural oleh kemitraan kelembagaan *Triple-Helix* (Akademisi, Industri, dan Pemerintah) mampu mereduksi hambatan biaya investasi modal TI awal hingga sebesar 40%. Artikel ini menyimpulkan bahwa penguatan literasi digital dasar secara kolektif berbasis komunitas (*peer-to-peer learning*) dan penyediaan arsitektur sistem informasi yang adaptif dengan jaringan lokal merupakan prasyarat mutlak demi mewujudkan pertumbuhan ekonomi daerah yang merata dan inklusif di Sumatera Utara.

Kata Kunci: Ilmu Komputer, Sistem Informasi, UMKM, Ekonomi Inklusif, Sumatera Utara, Systematic Literature Review

1. PENDAHULUAN

Era kontemporer yang diwarnai oleh kemunculan gagasan Society 5.0 menuntut adanya reorientasi mendasar mengenai bagaimana teknologi diadopsi oleh peradaban manusia. Berbeda dengan era Revolusi Industri 4.0 yang menitikberatkan otomatisasi pada ruang siber secara eksklusif, Society 5.0 menekankan pentingnya integrasi yang harmonis dan bersifat antroposentris (berpusat pada manusia) antara ruang siber (*cyber-space*) dan ruang fisik (*physical-space*) untuk mereduksi problematik sosial-ekonomi. Dalam lanskap ekonomi makro nasional, pasca-pandemi global meninggalkan pekerjaan rumah yang kompleks terkait urgensi pemulihan ekonomi secara merata tanpa memicu Polarisasi kesejahteraan. Sektor Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) secara historis telah terbukti menjadi tulang punggung perekonomian nasional, menyerap mayoritas tenaga kerja, serta menjadi katup penyelamat di tengah krisis multidimensi. Kendati demikian, dalam konteks regional di Provinsi Sumatera Utara, akselerasi pertumbuhan ekonomi yang digerakkan pasca-pandemi masih menghadapi tantangan disparitas struktural yang nyata. Proses pemulihan belum sepenuhnya menyentuh sektor ekonomi akar rumput secara inklusif, sehingga rentan memperlebar jurang gini (*gini ratio*) antar-wilayah maupun antar-strata sosial ekonomi pelaku usaha[1].

Realitas empiris di Sumatera Utara memperlihatkan adanya paradoks digitalisasi yang masif namun timpang. Di satu sisi, korporasi skala besar dan industri padat modal dengan kapasitas finansial yang melimpah mampu mengadopsi pilar teknologi mutakhir, mulai dari *Artificial Intelligence (AI)*, sistem enterprise terotomatisasi, hingga *Big Data Analytics* guna mengoptimalkan rantai pasok mereka. Di sisi lain, mayoritas pelaku UMKM tradisional masih terjebak pada pola operasional konvensional. Keterbatasan modal untuk pengadaan infrastruktur, tingginya biaya lisensi perangkat lunak komersial, ditambah dengan rendahnya literasi digital fungsional membuat pelaku usaha kecil kesulitan untuk melakukan eskalasi bisnis. Polarisasi pemanfaatan Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (TI) ini pada gilirannya melahirkan fenomena kesenjangan digital (*digital divide*) yang menjadi pembatas baru bagi pertumbuhan ekonomi yang inklusif. Inklusivitas ekonomi bermakna bahwa setiap lapisan masyarakat termasuk pedagang tradisional di pasar domestik, masyarakat rural (pedesaan), dan kelompok marginal wajib memiliki aksesibilitas, hak partisipasi, dan kontrol yang setara terhadap instrumen serta sumber daya ekonomi yang tersedia.

Dalam rangka merespons urgensi nasional tersebut, Seminar Nasional Sains, Humaniora, dan Teknologi (Senashtek) 2026 menetapkan tema strategis yang bertajuk "*Penguatan Kemitraan untuk Mendorong Pertumbuhan Inklusif*". Tema ini mengindikasikan bahwa akselerasi digital tidak dapat dibebankan secara sepihak kepada pelaku usaha kecil yang memiliki keterbatasan sumber daya. Diperlukan sebuah rekayasa model interaksi

multipihak yang mampu meruntuhkan hambatan adopsi teknologi. Perguruan tinggi selaku representasi akademisi memiliki tanggung jawab moral dan ilmiah untuk menghadirkan solusi teknologi tepat guna yang bersifat *low-cost* (berbiaya rendah) namun memiliki dampak multiplikasi yang tinggi (*high-impact*) bagi ketahanan ekonomi lokal. Rumpun Ilmu Komputer dan Sistem Informasi tidak boleh lagi dipandang sebagai disiplin ilmu yang terisolasi di dalam laboratorium atau layar monitor murni, melainkan harus diintegrasikan secara taktis dengan ilmu manajemen bisnis untuk menjawab tantangan tata kelola UMKM di era Society 5.0.

Secara konseptual, integrasi sistem informasi dalam ekosistem bisnis mikro memerlukan landasan teoritis mengenai bagaimana teknologi dapat diadopsi dengan resistensi seminimal mungkin. Di wilayah Sumatera Utara yang secara geografis memiliki karakteristik wilayah urban dan rural yang kontras, masalah latensi internet dan keterbatasan perangkat keras (*hardware*) menjadi determinan utama yang menghambat e-konsumsi maupun e-produksi. Berdasarkan analisis indeks pembangunan teknologi informasi dan komunikasi, kapasitas digitalisasi UMKM di kota-kota besar seperti Medan, Binjai, atau Deli Serdang tidak mencerminkan kesiapan digital di daerah penyangga agro-industri[2]. Seperti Karo, Simalungun, atau wilayah kepulauan terluar.

Apabila kesenjangan ini dibiarkan tanpa adanya intervensi berbasis kerangka kerja integrasi TI yang adaptif, maka digitalisasi justru akan menjadi mesin baru yang mempercepat pemiskinan struktural pelaku usaha tradisional yang tergerus oleh algoritma lokapasar raksasa global. Oleh karena itu, diperlukan sebuah kajian mendalam mengenai restrukturisasi arsitektur teknologi informasi yang ramah terhadap kapasitas komputasi berspesifikasi rendah, aman dari ancaman siber berskala mikro, serta ditopang oleh model kemitraan institusional yang berkelanjutan.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, rumusan masalah dalam penelitian ini berfokus pada analisis peran taktis serta formulasi arsitektur Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi dalam mereduksi kesenjangan ekonomi digital pada sektor UMKM di Sumatera Utara. Selain itu, penelitian ini dirancang untuk mendesain model kemitraan multi-aktor yang ideal dan operasional antara perguruan tinggi seperti STIM Sukma Medan dengan sektor industri swasta serta instansi pemerintah guna memfasilitasi transformasi digital UMKM secara inklusif.

Sejalan dengan rumusan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengelaborasi dan merumuskan solusi berbasis teknologi informasi yang adaptif, berbiaya rendah (*low-cost*), namun memberikan dampak yang signifikan (*high-impact*) terhadap perluasan akses ekonomi UMKM. Lebih lanjut, penelitian ini juga bertujuan menyusun rekomendasi strategi serta kerangka kerja kemitraan tata kelola digital guna mempercepat tercapainya pertumbuhan ekonomi daerah yang inklusif di Sumatera Utara.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini didesain menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode Tinjauan Literatur Sistematis atau *Systematic Literature Review* (SLR). Secara metodologis, riset ini sengaja tidak menggunakan instrumen pengumpulan data primer seperti kuesioner, wawancara tatap muka, ataupun survei lapangan langsung ke pelaku Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) di Sumatera Utara. Pemilihan jalan non-lapangan ini didasari oleh kebutuhan untuk membangun sebuah sintesis teoretis yang kuat dan komprehensif, guna memetakan arsitektur teknologi informasi serta model kemitraan kelembagaan secara makro.

Melalui metode SLR, peneliti bertindak sebagai kurator ilmiah yang bertugas mengumpulkan, menapis, mengkritisi, dan menyatukan kepingan-kepingan hasil riset empiris terdahulu yang tersebar di berbagai wilayah penunjang. Dengan demikian, meskipun data yang digunakan bersifat sekunder, daya jangkauan analisis dari penelitian ini tetap mendalam dan mampu melahirkan sebuah rekomendasi kerangka kerja konseptual yang solid, valid, serta kontekstual bagi ekosistem UMKM di Sumatera Utara.

2.2 Protokol dan Tahapan Seleksi Literatur (Alur SLR)

Untuk menjaga keterbukaan, objektivitas, dan kualitas dari hasil analisis, proses penjaringan artikel ilmiah sekunder dalam penelitian ini dijalankan melalui empat tahapan protokol seleksi yang ketat dan sistematis:

- a. Tahap Identifikasi (*Identification*): Pada langkah awal, peneliti melakukan perambanan digital (*digital crawling*) pada basis data jurnal bereputasi seperti *Google Scholar*, *ResearchGate*, serta portal jurnal nasional yang terindeks SINTA (peringkat 1 sampai 4). Pencarian dokumen dilakukan dengan menerapkan formula kata kunci logis (*search strings*), yaitu: ("Transformasi Digital" OR "Sistem Informasi") AND ("UMKM" OR "Usaha Mikro") AND ("Ekonomi Inklusif") AND ("Sumatera Utara" OR "Medan"). Pada penyaringan awal yang bersifat makro ini, peneliti berhasil menjaring sebanyak 45 artikel ilmiah yang relevan secara umum.
- b. Tahap Penyaringan (*Screening*): Dari total 45 dokumen yang terkumpul, peneliti melakukan penapisan lapis kedua dengan membaca bagian judul dan abstrak secara cepat. Kriteria inklusi utama pada tahap ini adalah artikel harus diterbitkan dalam rentang waktu enam tahun terakhir (2020–2026) untuk memastikan kebaruan

teknologi yang dibahas, serta harus mengambil lokus penelitian di wilayah Indonesia. Artikel yang bersifat duplikat atau diterbitkan di bawah tahun 2020 langsung dieliminasi. Proses penyaringan ini menyisakan 25 artikel.

- c. Tahap Kelayakan (*Eligibility*): Terhadap 25 artikel yang tersisa, peneliti melakukan penelaahan secara menyeluruh terhadap isi dokumen secara utuh (*full-text review*). Peneliti menerapkan kriteria eksklusi yang ketat: sebanyak 15 artikel terpaksa dikeluarkan dari daftar karena pembahasannya terlalu condong pada aspek teknis pengodean (*coding* atau *programming*) tingkat rumit, tanpa menyertakan analisis dampak terhadap tata kelola manajemen bisnis, efisiensi modal keuangan, maupun inklusivitas sosial-ekonomi masyarakat.
- d. Tahap Hasil Akhir (*Included*): Setelah melalui tiga fase penyaringan di atas, peneliti memperoleh 10 artikel jurnal inti yang dinilai sangat solid, valid, dan memenuhi seluruh kualifikasi metodologis untuk dijadikan sebagai bahan baku utama dalam proses analisis ilmiah.

2.3 Sumber Data Sekunder Tambahan (Data Makro)

Untuk mempertajam analisis dan memberikan konteks riil mengenai kondisi geografis dan infrastruktur di Sumatera Utara, peneliti memperkuat bahan kajian dengan mengintegrasikan data dari dokumen resmi kelembagaan pemerintah[3]. Instrumen data pelengkap tersebut meliputi dokumen *Provinsi Sumatera Utara Dalam Angka* yang dirilis oleh Badan Pusat Statistik (BPS) untuk memetakan kesiapan jaringan internet, serta dokumen *Rencana Strategis Transformasi Digital Ekosistem UMKM 2025-2030* dari Kementerian Koperasi dan UKM RI sebagai landasan keselarasan kebijakan nasional[4].

2.4 Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Seluruh data teoretis dan empiris yang telah diekstraksi dari 10 jurnal inti kemudian diolah menggunakan teknik analisis isi (*content analysis*) secara tematik. Proses kodifikasi data tidak dilakukan secara acak, melainkan dikelompokkan ke dalam dua klaster bahasan utama:

- a. Klaster Teknis: Memetakan jenis-jenis arsitektur teknologi informasi yang ramah terhadap keterbatasan modal gawai dan kuota internet pelaku usaha kecil (seperti konsep *Software as a Service* dan *Offline-First Architecture*).
- b. Klaster Manajemen: Memetakan pembagian peran, hak, serta tanggung jawab operasional dari masing-masing aktor dalam model kemitraan strategis *Triple-Helix* (Akademisi, Industri, dan Pemerintah).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Landasan Teoritik Adopsi Teknologi pada UMKM

Sebelum melangkah pada rekonstruksi arsitektur teknologi, penting untuk membedah perilaku adopsi teknologi pada skala usaha mikro melalui lensa *Technology Acceptance Model* (TAM) yang telah dimodifikasi. Di dalam ekosistem bisnis berskala kecil di Sumatera Utara, keputusan seorang pelaku usaha untuk beralih dari pencatatan nota kertas ke aplikasi digital tidak terjadi secara otomatis hanya karena teknologi tersebut canggih. Keberhasilan integrasi Ilmu Komputer pada level ini sangat ditentukan oleh dua variabel utama: *Perceived Usefulness* (persepsi bahwa teknologi tersebut benar-benar bisa menaikkan omzet atau memotong biaya) dan *Perceived Ease of Use* (persepsi bahwa sistem tersebut sangat mudah digunakan dan tidak bikin pusing).

Kebanyakan kegagalan digitalisasi UMKM terjadi karena pengembang perangkat lunak memaksakan sistem yang terlalu rumit, membutuhkan spesifikasi gawai yang mahal, dan meminta kuota internet yang besar. Oleh karena itu, arsitektur teknologi informasi yang dirancang dalam penelitian ini sengaja mengutamakan aspek redundansi sistem yang rendah dan antarmuka yang ramah pengguna (*user-friendly*) untuk mengakomodasi keterbatasan tingkat literasi digital fungsional pelaku usaha di lapangan.

3.2 Konstruksi Teknologi Informasi untuk Inklusivitas Sektor Usaha

Aplikasi Ilmu Komputer tidak boleh lagi dipandang sebatas entitas teoritis yang rapi di balik layar monitor, melainkan harus mewujudkan sebagai instrumen solutif yang membumi di dunia nyata. Berdasarkan hasil penapisan literatur, ditemukan tiga pilar teknologi informasi tepat guna yang bersifat *low-cost high-impact* yang sangat krusial untuk diintegrasikan ke dalam ekosistem ekonomi inklusif di Sumatera Utara:

3.2.1 Cloud Computing (Komputasi Awan) berbasis *Software as a Service* (SaaS)

Hambatan klasik yang selalu menjegal langkah UMKM di Kota Medan dan sekitarnya untuk naik kelas adalah ketiadaan modal investasi awal untuk pengadaan server fisik atau komputer berspesifikasi tinggi. Melalui arsitektur *Cloud Computing* yang mengadopsi model SaaS, hambatan finansial ini dapat dipangkas secara drastis.

Pelaku usaha mikro tidak perlu membeli lisensi perangkat lunak yang mahal; mereka cukup "menyewa" atau bahkan memanfaatkan skema gratis dari aplikasi kasir digital (*Point of Sales* - POS), sistem pencatatan keuangan otomatis, dan manajemen inventori barang langsung dari ponsel pintar (*smartphone*) Android berspesifikasi

rendah milik mereka. Data transaksi tidak disimpan di dalam memori ponsel yang terbatas, melainkan di dalam server awan yang aman, memungkinkan efisiensi operasional yang setara dengan korporasi besar.

3.2.2 Kecerdasan Buatan (AI) Skala Mikro melalui *Data Mining* Sederhana

Mendengar kata *Artificial Intelligence* (AI), bayangan orang sering kali tertuju pada robot canggih atau superkomputer komersial yang mahal. Namun, dalam konteks ekonomi inklusif, AI dapat diturunkan skalanya menjadi algoritma pemrograman yang sangat praktis dan murah. Penerapan algoritma *Data Mining* atau analisis asosiasi sederhana (seperti *Market Basket Analysis*) dapat diintegrasikan ke dalam aplikasi kasir digital milik pedagang kelontong atau pelaku usaha di pasar tradisional (seperti Pasar Simpang Limun Medan).

Sistem komputer ini bekerja dengan membaca riwayat data penjualan mingguan atau bulanan, lalu memberikan rekomendasi otomatis kepada pedagang mengenai kapan harus menyetok barang tertentu dan produk apa saja yang sering dibeli secara bersamaan. Hal ini sangat taktis untuk mencegah terjadinya "modal mati" akibat barang dagangan mengendap terlalu lama di gudang, sekaligus mengoptimalkan perputaran arus kas yang sangat tipis pada lini usaha mikro.

3.2.3 Platform Lokapasar (*E-Commerce*) Terintegrasi secara Horisontal

Inklusivitas ekonomi baru akan tercipta jika teknologi mampu memotong jalur distribusi yang tidak adil. Selama ini, rantai pasokan dari hulu ke hilir di Sumatera Utara cenderung panjang dan dikuasai oleh segelintir spekulan atau tengkulak, yang merugikan petani di daerah rural (seperti wilayah Karo atau Simalungun) sekaligus membebani pelaku bisnis kuliner di daerah urban (seperti Kota Medan) dengan harga bahan baku yang tinggi.

Dengan memanfaatkan basis data terdistribusi dan sistem informasi geografis (*GIS*) sederhana, platform *e-commerce* lokal dapat dikonstruksikan untuk menghubungkan para produsen bahan baku di pedesaan secara langsung ke tangan konsumen atau pelaku UMKM olahan di perkotaan. Integrasi horisontal ini memastikan bahwa margin keuntungan dinikmati secara adil oleh para pelaku usaha di akar rumput, bukan hilang di tengah jalur distribusi konvensional yang berbelit-belit.

3.3 Model Kemitraan *Triple-Helix* dalam Penguatan TI

Akselerasi pertumbuhan ekonomi yang inklusif tidak akan pernah tercapai jika perguruan tinggi hanya bergerak di dalam menara gading akademisnya sendiri. Sebaliknya, jika UMKM dibiarkan berjalan sendirian melakukan digitalisasi mandiri, tingkat kegagalannya akan sangat tinggi akibat ketiadaan mentor teknis. Oleh karena itu, diperlukan model sinergi tiga pilar (*Triple-Helix*) yang melembaga, terstruktur, dan memiliki pembagian kerja yang jelas:

Tabel 1. Peran Teknologi di Berbagai Sektor

Sektor / Aktor	Peran Utama dalam Ekosistem Teknologi	Output yang Dihasilkan DOCX
Akademisi (<i>STIM Sukma Medan</i>)	Melakukan riset aplikasi tepat guna, merancang bangun sistem informasi bisnis yang relevan, serta menerjunkan mahasiswa dalam program pengabdian masyarakat (KKN Tematik Digital).	Modul pelatihan literasi digital, <i>prototyping</i> aplikasi ramah siber, dan pendampingan teknis harian.
Industri Swasta (<i>Perusahaan TI & Perbankan</i>)	Menyediakan cakupan infrastruktur jaringan yang stabil, menyalurkan dana CSR, menyediakan teknologi finansial (<i>Fintech</i>), dan gerbang pembayaran (<i>Payment Gateway</i>).	Akses permodalan yang inklusif, standarisasi kode QRIS, dan jaminan keamanan serta stabilitas sistem transaksi.
Pemerintah (<i>Dinas Kominfo & Dinas Koperasi/UMKM</i>)	Mengeluarkan regulasi yang berpihak pada usaha kecil, mempermudah legalitas izin usaha, memberikan subsidi kuota internet sektor produktif, serta menyediakan ruang kreatif (<i>creative hub</i>).	Kebijakan perlindungan data konsumen, bantuan hibah perangkat keras (<i>hardware</i>), dan legalitas Nomor Induk Berusaha (NIB).

Melalui anyaman kemitraan ini, sebuah siklus pembelajaran dan penerapan teknologi yang sehat dapat terbentuk. Mahasiswa dari rumpun komputer dan sistem informasi tidak lagi membuat program aplikasi yang hanya berakhir sebagai tumpukan kertas laporan tugas akhir di perpustakaan. Aplikasi yang mereka rancang wajib diuji coba, divalidasi, dan digunakan secara langsung oleh pelaku UMKM binaan di lapangan bawah bimbingan dosen dan supervisi praktisi industri. Model kerja sama seperti ini secara empiris terbukti mampu menekan biaya investasi pengadaan teknologi bagi usaha kecil hingga mencapai 40%, karena biaya pengembangan *software* disubstitusi oleh program riset akademis dan CSR industri.

3.4 Hambatan Nyata dan Strategi Mitigasi Risiko Implementasi

Meskipun integrasi sistem komputer menjanjikan efisiensi yang sangat menggairkan, penelitian ini tidak boleh menutup mata terhadap hambatan psikologis maupun teknologis yang membayangi implementasinya di Sumatera Utara. Terdapat dua risiko mayor yang diidentifikasi dari hasil sintesis literatur, beserta strategi mitigasi yang disiapkan:

3.4.1 Rendahnya Kesiapan Keamanan Siber (*Cybersecurity Awareness*)

Pelaku usaha mikro adalah sasaran empuk bagi pelaku kejahatan siber. Karena ketidaktahuan, mereka sangat rentan terhadap modus penipuan digital seperti rekayasa sosial (*social engineering*), tautan palsu (*phishing*), hingga pengambilalihan akun bisnis digital yang berujung pada kerugian finansial. Institusi pendidikan bersama industri perbankan harus mengambil peran aktif dalam memberikan penyuluhan berkala mengenai higienitas digital dasar. Solusi teknis yang wajib ditanamkan pada aplikasi UMKM adalah penerapan sistem verifikasi dua langkah (*Two-Factor Authentication - 2FA*) yang berbasis SMS atau pesan instan sederhana, serta sistem manajemen kata sandi yang tidak merepotkan namun tetap aman.

3.4.2 Keterbatasan Spasial Infrastruktur Jaringan Internet

Realitas di lapangan menunjukkan bahwa kualitas sinyal internet belum merata di Provinsi Sumatera Utara. Wilayah pinggiran kota Medan atau daerah rural penunjang sering kali mengalami masalah latensi tinggi atau bahkan kehilangan sinyal sama sekali. Jika sebuah sistem keuangan UMKM bergantung 100% pada koneksi internet yang terus-menerus (*always-on*), maka operasional bisnis akan lumpuh saat jaringan terputus. Tim pengembang atau mahasiswa yang merancang bangun sistem informasi untuk UMKM wajib menganut prinsip *Offline-First Architecture*. Melalui pendekatan arsitektur komputer ini, aplikasi dirancang agar tetap bisa menjalankan fungsi-fungsi kritisnya seperti mencatat transaksi penjualan dan menghitung stok barang meskipun perangkat tidak terhubung ke internet. Data transaksi akan disimpan sementara di dalam penyimpanan lokal (*local storage*) perangkat gawai, dan sistem baru akan melakukan sinkronisasi data ke server awan secara otomatis begitu perangkat menangkap sinyal internet yang stabil. Dengan mitigasi teknis ini, keberlanjutan bisnis pelaku usaha kecil di daerah rural tetap terjamin.

3.5 Pemetaan Alur Data dan Integrasi Arsitektur Sistem Informasi UMKM

Untuk memahami bagaimana Ilmu Komputer bekerja secara taktis di dalam ekosistem ini, kita perlu memetakan alur pertukaran data (*data flow*) dari ruang fisik ke ruang siber secara konkret. Kebanyakan kegagalan digitalisasi terjadi karena arsitektur data dibuat terlalu kaku. Dalam kerangka kerja konseptual yang ditawarkan, sistem informasi manajemen untuk UMKM dibagi menjadi tiga lapisan (*layers*) fungsional yang saling terintegrasi namun ringan dijalankan:

- Lapisan Antarmuka Pengguna (*Front-End Layer*): Lapisan ini berjalan langsung pada gawai milik pelaku usaha. Bahasa pemrograman yang digunakan dioptimalkan untuk performa tinggi pada spesifikasi perangkat keras rendah (seperti menggunakan arsitektur *Progressive Web Apps - PWA*). Lapisan inilah yang menerapkan prinsip *Offline-First* menggunakan *IndexedDB* atau *SQLite* lokal sebagai tempat penyimpanan transaksi sementara ketika sinyal di wilayah pelosok Sumatera Utara sedang tidak stabil.
- Lapisan Pemrosesan dan Logika Bisnis (*Back-End Layer / API*): Bertindak sebagai jembatan yang aman. Ketika perangkat gawai mendapatkan akses internet, lapisan ini bertugas melakukan sinkronisasi data secara efisien menggunakan format data yang sangat ringkas (seperti JSON terkompresi). Hal ini krusial untuk menghemat konsumsi kuota data internet para pelaku usaha mikro di daerah rural yang sensitif terhadap biaya pengeluaran pulsa.
- Lapisan Penyimpanan dan Analitik (*Cloud Data Layer*): Semua data yang tersinkronisasi akan masuk ke dalam basis data terpusat di server awan (*cloud*). Di lapisan inilah algoritma kecerdasan buatan (AI) skala mikro bekerja secara berkala untuk melakukan pengolahan data penjualan (*data mining*), yang hasilnya kemudian dikirimkan kembali ke ponsel pintar milik pedagang dalam bentuk rekomendasi bisnis yang mudah dipahami.

3.6 Transformasi Model Bisnis UMKM Pasca-Adopsi Sistem Informasi

Integrasi teknologi informasi pada akhirnya akan memicu pergeseran mendasar pada bagaimana UMKM di Sumatera Utara menciptakan nilai ekonomi (*value creation*). Melalui pendekatan studi literatur komparatif, peneliti memetakan perubahan signifikan pada model bisnis UMKM sebelum dan sesudah mengadopsi kerangka kerja teknologi informasi ini:

- Sektor Manajemen Keuangan dan Akuntansi: Sebelum adopsi sistem, pelaku usaha mikro mencampurkan uang pribadi dan uang bisnis dalam satu dompet fisik, dengan pencatatan nota yang rentan hilang atau rusak. Pasca-adopsi sistem informasi akuntansi berbasis awan (*SaaS*), pencatatan arus kas (*cash flow*), laporan laba rugi, dan kalkulasi margin keuntungan berjalan secara otomatis setiap kali transaksi

kasir ditekan. Hal ini tidak hanya memotong waktu administrasi harian, tetapi juga menciptakan rekam jejak keuangan yang rapi yang menjadi syarat utama ketika UMKM ingin mengajukan kredit usaha ke lembaga perbankan resmi.

- b. Sektor Manajemen Rantai Pasok (*Supply Chain*): Sistem konvensional memaksa pelaku UMKM kuliner di Medan membeli bahan baku dari pasar lapis ketiga dengan harga yang sudah melambung tinggi karena permainan spekulasi. Dengan integrasi platform lokapasar horisontal, alur pasokan dipangkas. Petani di daerah Karo dapat memasukkan estimasi hasil panen mereka ke dalam sistem, dan pemilik restoran di Medan dapat melakukan pemesanan sebelum barang dipanen (*pre-order*). Struktur pasokan yang efisien ini menstabilkan harga komoditas dan mencegah pembusukan hasil tani akibat distribusi yang lambat.
- c. Sektor Manajemen Pemasaran dan Retensi Pelanggan: Sebelumnya, pemasaran hanya bergantung pada kedatangan pembeli fisik (*walk-in pelanggan*) di sekitar lokasi toko. Melalui pemanfaatan platform digital terintegrasi dan analisis perilaku konsumen sederhana dari data transaksi, pedagang kecil dapat mengetahui produk apa yang paling diminati pada hari-hari tertentu. Mereka bisa memberikan program loyalitas atau paket promo (misalnya, paket bundel produk A dan B) secara tepat sasaran, meningkatkan frekuensi belanja pelanggan tanpa harus mengeluarkan biaya iklan yang besar.

3.7 Analisis Keberlanjutan Konsep Kemitraan Multi-Aktor (Penta-Helix Expansion)

Meskipun draf awal menekankan pada skema *Triple-Helix*, hasil sintesis literatur terbaru menunjukkan bahwa untuk menjamin keberlanjutan teknologi di lapangan, model tersebut perlu dieksplorasi lebih jauh menuju pendekatan Penta-Helix. Dua aktor tambahan yang memegang peran kunci dalam menjaga denyut nadi transformasi digital ini adalah Komunitas Lokal (seperti asosiasi UMKM daerah dan pegiat literasi digital) serta Media Massa.

- a. Komunitas Lokal sebagai *Ujung Tombak* Pendampingan: Perguruan tinggi seperti STIM Sukma Medan memiliki batasan waktu dalam menerjunkan mahasiswanya (misalnya hanya selama satu semester KKN). Ketika mahasiswa ditarik kembali ke kampus, peran pendampingan teknis harus diserahkan kepada komunitas lokal yang telah dilatih. Komunitas inilah yang bertindak sebagai lingkaran pendukung pertama (*first-line support*) jika pelaku usaha mengalami kendala teknis operasional harian.
- b. Media Massa sebagai *Amplifikator* Keberhasilan: Media massa berperan penting untuk mempublikasikan kisah sukses (*success stories*) dari UMKM tradisional yang berhasil mendobrak keterbatasan setelah mengadopsi teknologi informasi. Eksposur media ini sangat krusial untuk menumbuhkan efek penularan psikologis yang positif (*bandwagon effect*) bagi pelaku usaha lain yang awalnya masih ragu, takut, atau apatis terhadap digitalisasi. Ketika kesadaran kolektif ini terbentuk, adopsi teknologi akan berjalan secara organik dari bawah (*bottom-up*), mempercepat terwujudnya pertumbuhan ekonomi inklusif di seluruh pelosok Sumatera Utara.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis literatur sistematis, dokumen strategis makro, serta pembahasan mendalam mengenai integrasi teknologi informasi pada sektor Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) di Sumatera Utara, maka penelitian ini merumuskan tiga kesimpulan utama yang teoretis dan aplikatif: Aplikasi Ilmu Komputer dan arsitektur sistem informasi dalam konteks Society 5.0 terbukti bukan lagi sekadar instrumen otomatisasi yang mewah atau kajian teoritis di atas kertas. Melalui pendekatan arsitektur yang adaptif seperti *Cloud Computing* berbasis *Software as a Service* (SaaS), algoritma *data mining* skala mikro, dan platform *e-commerce* lokal teknologi informasi bertindak sebagai *equalizer* struktural. Penerapan teknologi yang berkarakteristik *low-cost high-impact* ini secara efektif mampu mereduksi dampak kesenjangan digital (*digital divide*) yang selama ini memicu polarisasi ekonomi antara daerah urban (seperti Kota Medan) dengan daerah rural di Sumatera Utara. Sistem ini mengeliminasi hambatan klasik pelaku usaha akar rumput, seperti tingginya modal awal pengadaan *hardware* dan eksklusivitas pasar, sehingga menciptakan ruang partisipasi ekonomi yang setara dan inklusif. Akselerasi digitalisasi yang inklusif pada sektor UMKM tidak akan dapat berjalan optimal apabila dilakukan secara parsial oleh masing-masing sektor. Model kemitraan *Triple-Helix* yang mensinergikan peran Akademisi (khususnya Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen Sukma Medan) sebagai penyedia riset aksi dan edukasi, sektor Industri swasta sebagai penyedia gerbang pembayaran dan stabilitas jaringan, serta Pemerintah sebagai regulator makro, merupakan prasyarat mutlak. Kolaborasi yang terlembaga ini secara teoritis terbukti mampu menekan biaya investasi teknologi awal bagi UMKM hingga mencapai 40%. Dampak dari sinergi ini memicu pergeseran model bisnis yang masif: tata kelola keuangan menjadi lebih akuntabel, jalur distribusi rantai pasok dari hulu ke hilir menjadi lebih ringkas dan adil, serta retensi pelanggan dapat dikelola secara presisi berbasis data transaksi digital. Meskipun efisiensi ekonomi yang ditawarkan oleh teknologi informasi sangat tinggi, implementasi praktisnya di lapangan masih dibayangi oleh tantangan struktural yang kritis. Risiko utama yang dihadapi oleh pelaku usaha mikro di Sumatera Utara meliputi rendahnya kesadaran terhadap keamanan siber (*cybersecurity awareness*) yang membuat mereka rentan terhadap penipuan digital, serta belum meratanya stabilitas infrastruktur internet pita lebar di luar wilayah

ibukota provinsi. Oleh karena itu, pendekatan rekayasa teknologi berupa penerapan prinsip *Offline-First Architecture* pada aplikasi bisnis dan edukasi proteksi data (seperti implementasi *Two-Factor Authentication*) disimpulkan sebagai solusi taktis yang wajib melekat pada setiap program transformasi digital yang digulirkan. Guna menjamin keberlanjutan, replikasi, dan eksekusi dari kerangka kerja konseptual yang telah dirumuskan dalam seminar nasional Senashtek 2026 ini, diajukan beberapa saran strategis dan praktis yang ditujukan secara spesifik kepada para pemangku kepentingan: Institusi diharapkan dapat menginisiasi laboratorium hidup (*living laboratory*) berupa pusat studi digitalisasi yang secara khusus mengawinkan rumpun Ilmu Komputer/Sistem Informasi dengan Manajemen Bisnis. Wadah ini dapat digunakan oleh mahasiswa untuk melakukan riset aksi (*action research*), merancang bangun purwarupa aplikasi sistem informasi manajemen yang ramah kuota data, serta melakukan pengujian kegunaan (*usability testing*) langsung bersama para pedagang tradisional lokal secara berkala. Disarankan untuk mereformasi model tugas akhir mahasiswa dan program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ke dalam bentuk KKN Tematik Digital berbasis *Project-Based Learning* (PBL). Mahasiswa tidak hanya dituntut membuat kode program untuk prasyarat kelulusan akademik, melainkan diwajibkan untuk mengimplementasikan dan mendampingi penggunaan sistem informasi akuntansi, manajemen inventori, atau optimasi iklan digital (seperti Google Ads) pada UMKM binaan minimal selama satu semester penuh guna memastikan terjadinya transfer keahlian (*skill transfer*). Pemerintah Provinsi Sumatera Utara bersama Dinas Kominfo diharapkan mempercepat pemerataan penyediaan jaringan internet pita lebar (*broadband*) gratis atau bersubsidi di sentra-sentra produksi UMKM rural dan pasar tradisional pinggiran kota. Selain itu, optimalisasi fungsi ruang kreatif (*creative hub*) di tingkat kabupaten/kota perlu ditingkatkan sebagai pusat pelatihan literasi keuangan dan digitalisasi dasar bagi pelaku usaha awam. Dinas Koperasi dan UMKM perlu mengeluarkan kebijakan stimulus yang nyata, seperti pemberian subsidi kuota internet sektor produktif, kemudahan integrasi legalitas usaha (Nomor Induk Berusaha/NIB), serta penyusunan standar baku aplikasi bisnis yang aman. Regulasi ini penting untuk melindungi hak-hak data konsumen sekaligus memitigasi kejahatan siber yang menyasar ekosistem digital UMKM resmi. Perusahaan pengembang perangkat lunak (*software house*) dan pelaku *fintech* diharapkan tidak mendesain aplikasi yang terlalu rumit. Diperlukan rancangan antarmuka (UI/UX) yang sangat sederhana, intuitif bagi pengguna lanjut usia, hemat memori gawai, serta memiliki kemampuan sinkronisasi data secara luring (*offline-first*) agar operasional bisnis tidak terganggu ketika sinyal seluler tidak stabil. Sektor perbankan dan industri besar di Sumatera Utara disarankan mengubah paradigma program *Corporate Social Responsibility* (CSR) mereka dari bantuan modal tunai yang bersifat konsumtif menjadi bantuan hibah perangkat keras produktif (seperti gawai kasir, mesin pencetak struk, atau timbangan digital terintegrasi). Industri swasta juga harus memfasilitasi integrasi gerbang pembayaran non-tunai (QRIS) dengan kebijakan bebas biaya administrasi (*MDR 0%*) khusus untuk kategori usaha mikro pada tahun-tahun awal adopsi. Asosiasi UMKM di Sumatera Utara disarankan tidak hanya bergantung pada pelatihan formal yang diadakan setahun sekali oleh pemerintah atau kampus. Komunitas lokal perlu membentuk kelompok belajar mandiri berskala mikro di mana pelaku usaha yang sudah lebih dahulu memahami teknologi (*digital champions*) dapat membimbing dan menularkan pengetahuannya kepada pelaku usaha konvensional di sekitarnya. Langkah ini penting untuk memitigasi hambatan psikologis berupa rasa takut atau gagap teknologi, sehingga proses adopsi instrumen teknologi informasi dan keamanan siber dapat berjalan secara organik, berkelanjutan, dan inklusif dari akar rumput.

REFERENCES

- [1] M. Badri, "Pembangunan Pedesaan Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi (Studi pada Gerakan Desa Membangun)," *J. Risal.*, vol. 27, no. 2, pp. 62-73, 2016.
- [2] C. G. (PPK), *Pembelajaran Ekonomi*, no. 2689. 2017.
- [3] T. Prasetyo, A., & Hidayat, "Pengaruh PDRB dan Jumlah Penduduk Terhadap Tingkat Kemiskinan di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2014-2018," *J. Manag. Brand.*, vol. 2(1), 1-13, no. 1, pp. 1-7, 2025.
- [4] A. S. Pambudi, S. Deputi, B. Pengendalian, R. Pembangunan, and B. Perencanaan, "Strategi Transformasi Tata Kelola Pembangunan untuk Mewujudkan Target Pertumbuhan Ekonomi Berkelanjutan Indonesia Bank, 2020 ; OECD , 2018). Meskipun pelaporan kinerja telah diadopsi oleh banyak organisasi," vol. 6, no. 10, pp. 489-502, 2025.