

Tren dan Tantangan Adopsi Teknologi Informasi di Industri Manufaktur Tekstil dan Garmen (*Systematic Literature Review*)

Nungky Amalia Imran

Teknik Pembuatan Kain Tenun, Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil Surakarta)
nungky@ak-tekstilsolo.ac.id^{1*}

ABSTRAK

Dampak dari perkembangan teknologi informasi telah mempengaruhi berbagai proses bisnis pada banyak bidang, termasuk industri manufaktur sektor tekstil dan garmen. Penerapan teknologi seperti *Enterprise Resource Planning* (ERP), *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligence* (AI), *Big Data Analytics*, hingga *automation system* telah meningkatkan efisiensi produksi, mengoptimalkan rantai pasok, sampai dengan pengambilan keputusan dengan basis data. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk melakukan analisis untuk berbagai tren, peluang, hingga tantangan pada penerapan dan penggunaan teknologi informasi di perusahaan manufaktur pada bidang tekstil dan garmen sehingga dapat memberikan gambaran yang menyeluruh apda industri ini. *Systematic literature review* dilakukan dengan melakukan analisis terhadap artikel-artikel yang terkait dengan topik penelitian. Hasil akhir dari penelitian menunjukkan bahwa digitalisasi merupakan adopsi teknologi yang paling banyak diterapkan di sektor tekstil dan garmen. Beberapa kebaruan teknologi lainnya belum banyak diadopsi yang menunjukkan bahwa masih terdapat peluang yang dapat dikembangkan sehingga penggunaan teknologi informasi pada industri dapat dilakukan dengan maksimal.

Kata Kunci: digitalisasi, industri tekstil dan garmen, *systematic literature review*, teknologi informasi.

ABSTRACT

The impact of information technology developments has influenced various business processes in many fields, including the textile and garment manufacturing industry. The application of technologies such as *Enterprise Resource Planning* (ERP), *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligence* (AI), *Big Data Analytics*, and *automation systems* has increased production efficiency, optimized supply chains, and enabled data-based decision-making. This research aims to analyze various trends, opportunities, and challenges in the application and use of information technology in textile and garment manufacturing companies to provide a comprehensive overview of this industry. A *systematic literature review* was conducted by analyzing articles related to the research topic. The final results of the study indicate that digitalization is the most widely adopted technology in the textile and garment sector. Several other technological innovations have not been widely adopted, indicating that there are still opportunities that can be developed so that the use of information technology in the industry can be maximized.

Keywords: digitalization, information technology, textile and garment industry, *systematic literature review*,

1. Pendahuluan

Teknologi berkembang sejalan dengan penerapannya pada berbagai sektor industri. Salah satu industri yang merasakan dampak besar dari penerapan teknologi ini adalah industri manufaktur di bidang tekstil dan garmen. Industri ini termasuk penyumbang utama dalam perekonomian baik global maupun nasional. Industri tekstil dan garmen di Indonesia menjadi salah satu sektor strategis dengan kontribusi pada serapan tenaga kerja serta pada rantai pasok. Kemajuan teknologi mendorong pelaku industri untuk meningkatkan kualitas, kecepatan produksi dan keberlanjutan.

Saat ini industri tekstil dan garmen telah menerapkan beberapa kebaruan teknologi informasi, di antaranya ada *Enterprise Resource Planning* (ERP), *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligence* (AI), *Big Data*, serta *Cloud System* (Carnevale et al., 2020; Corchia et al., 2019; Konstantinidis et al., 2021; Saggiomo et al., 2016; Scholz & Valilai, 2025). ERP digunakan untuk mengintegrasikan seluruh proses bisnis pada perusahaan agar tidak ada hambatan, sehingga proses menjadi *seamless*. ERP memberikan banyak keuntungan sebab dapat diakses tanpa batas dan juga menyediakan data *real-time* sehingga kesalahan data atau perhitungan dapat diminimalisir oleh perusahaan. Kemudian pada IoT, dapat memberikan pemantauan pada mesin dan produksi,

IoT sendiri dapat diintegrasikan pada ERP untuk memudahkan pemantauan. Dengan bantuan IoT, operator tidak perlu lagi melakukan kontrol dan pengawasan secara manual, sebab sensor dapat memberikan sinyal jika terjadi kesalahan atau kerusakan. Kemudian AI dan *Big Data* dapat membantu perusahaan untuk memprediksi tren pasar, perencanaan produksi, serta pengendalian kualitas baik dari produk ataupun bahan baku. Terakhir penggunaan *Cloud Systems*, yang bertujuan untuk memudahkan akses penggunaan data sehingga fleksibilitas operasional bisa terwujud, selain itu dengan adanya sistem berbasis online kolaborasi antar departemen dapat lebih mudah dilakukan. Teknologi-teknologi yang diterapkan pada perusahaan manufaktur sebagian besar diharapkan untuk meningkatkan produktivitas dan keuntungan produksi.

Berbagai keuntungan didapatkan oleh perusahaan dengan penerapan teknologi informasi. Teknologi informasi memungkinkan integrasi antarbagian dalam proses produksi, mulai dari perencanaan bahan baku, pengendalian kualitas, hingga distribusi produk jadi. Dengan sistem yang terintegrasi, aliran data antar divisi menjadi lebih cepat dan akurat, sehingga pengambilan keputusan dapat dilakukan secara *real-time*. Tidak hanya dari sisi operasional, teknologi informasi juga memberikan dampak positif terhadap strategi bisnis dan kepuasan pelanggan. Melalui penggunaan *Customer Relationship Management* (CRM) dan sistem berbasis *cloud*, perusahaan dapat menjalin komunikasi yang lebih efektif dengan pelanggan, memantau tren permintaan pasar, dan melakukan inovasi produk dengan lebih cepat. Dengan demikian, teknologi informasi tidak lagi dipandang sekadar sebagai alat bantu administratif, melainkan sebagai *enabler* utama dalam menciptakan keunggulan kompetitif dan transformasi digital industri (Ayad et al., 2025).

Meskipun banyak keuntungan yang didapatkan, implementasi teknologi informasi di industri manufaktur tekstil dan garmen tidak lepas dari berbagai tantangan. Di antara tantangan utama adalah kebutuhan investasi awal yang tinggi, resistensi terhadap perubahan budaya organisasi, serta keterbatasan sumber daya manusia dalam penguasaan teknologi digital. Terdapat kesenjangan antara perusahaan besar yang telah mengadopsi teknologi secara menyeluruh dengan perusahaan skala kecil dan menengah yang masih berada pada tahap awal digitalisasi. Biaya adopsi yang tinggi membatasi industri untuk melakukan implementasi secara penuh. Adanya beberapa potensi kegagalan menyebabkan industri belum mau untuk melakukan implementasi dengan maksimal sehingga manfaat dari teknologi ini belum dapat dirasakan.

Beberapa penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan membahas penerapan teknologi di industri tekstil dan garmen yang masih bersifat sebagian dan berfokus pada studi kasus tertentu. Salah satu penelitian yang telah dilakukan adalah pembahasan mengenai pengadopsian Revolusi Industri 4.0, fokus penelitian adalah bagaimana pengimplementasian pada IoT, *Big Data* sampai dengan *smart factories* (Mim et al., 2024). Penelitian lainnya yang membahas mengenai industri 4.0 tapi dalam penerapan di UMKM, fokus penelitian adalah untuk mengukur tingkat kematangan implementasi yang dilakukan pada negara Kazastan sebagai negara berkembang (Dikhanbayeva et al., 2022). Kemudian terdapat beberapa kajian lainnya yang membahas mengenai pengimplementasian industri 4.0 (Küstters et al., 2017; Mahmood, Asif Habib, Ahmad, & Ahmad Baig, 2025; Mahmood, Asif Habib, Ahmad, & Baig, 2025; Pant & Palanisamy, 2025) dan bagaimana penerapan serta kesiapannya diadopsi dalam beberapa negara. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, belum ada penelitian yang secara khusus melakukan penelitian secara sistematis mengenai tren penerapan, tantangan, dan arah pengembangan implementasi teknologi pada sektor ini secara menyeluruh. Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran dengan komprehensif mengenai kondisi terkini penerapan teknologi informasi pada industri tekstil dan garmen, mengidentifikasi gap penelitian yang ada, serta memaparkan arah pengembangan pada penelitian yang relevan bagi industri dan pembuatan kebijakan.

Penelitian ini merupakan studi literatur sistematis (SLR) yang melakukan telaah secara lengkap dari berbagai publikasi ilmiah yang relevan selama sepuluh tahun ke belakang. Artikel ini disusun dengan mengikuti metode penulisan SLR yang pertama adalah pendahuluan, bab kedua berisi metode penelitian, bab ketiga berisi hasil dan pembahasan, kemudian bab terakhir berisi kesimpulan.

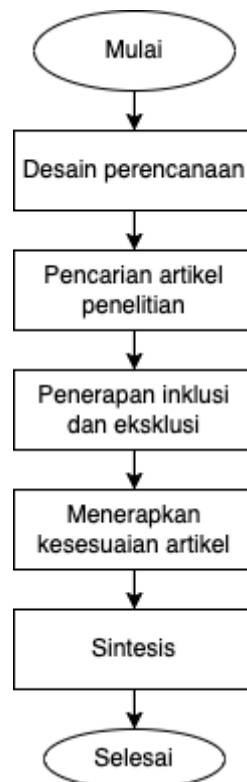
2. Metode Penelitian

Penelitian ini mengikuti pedoman penulisan studi literatur sistematis, berdasarkan panduan asli dari (Kitchenham et al., 2009). Tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian dapat dilihat di Gambar 1.

Tahapan pertama pada SLR adalah melakukan desain perencanaan dengan mendefinisikan *research question*. Pada penelitian ini masalah yang dihadapi yaitu belum adanya kajian atau penelitian yang membahas mengenai tren dan tantangan penggunaan teknologi pada industri manufaktur tekstil dan garmen. Sehingga sebagai langkah awal, penelitian ini bertujuan untuk menjawab pertanyaan berikut:

Pertanyaan: Apa tren dan tantangan pada implementasi teknologi informasi di industri manufaktur tekstil dan garmen?

Tahapan kedua pada penelitian ini adalah mencari literatur yang sesuai dengan pertanyaan penelitian yang telah disusun. Peneliti mengumpulkan berbagai penelitian yang telah dilakukan untuk mendapatkan hasil penelitian berdasarkan pertanyaan. Literatur dikumpulkan melalui empat sumber basis data, yaitu Emerald, ScienceDirect, IEEE dan SpringerOpen. Keempat basis data dipilih untuk mewakili sumber literatur ilmiah di bidang teknik, teknologi informasi, dan industri manufaktur. Emerald dan ScienceDirect banyak melakukan publikasi terkait manajemen, teknologi manufaktur serta tekstil. Sementara IEEE merupakan basis data untuk topik teknologi informasi dan otomasi. Kemudian SpringerOpen dipilih untuk melengkapi cakupan *open-access* untuk melengkapi identifikasi.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Masing-masing dari basis data dikumpulkan penelitian dan artikel yang relevan dengan memasukkan kata kunci berikut “Information Technology AND Manufacture AND Textile OR Garment AND Trends AND Challenge”. Dari kata kunci yang dimasukkan, peneliti mengumpulkan artikel sebanyak mungkin sesuai dengan kata kunci yang telah dimasukkan pada *query* pencarian basis data jurnal.

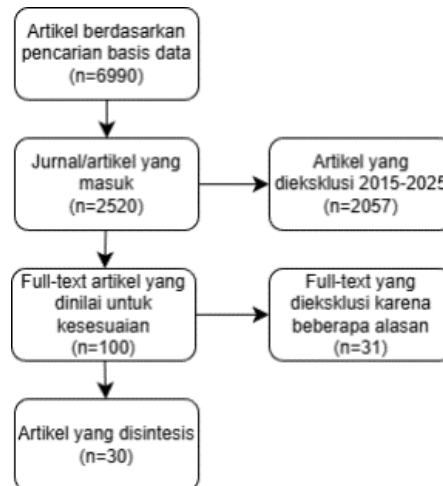
Tahapan ketiga pada penelitian ini adalah menentukan eksklusi dan inklusi untuk artikel yang dipilih. Penentuan inklusi artikel penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Artikel yang ditinjau merupakan artikel jurnal
- b. Artikel yang menggunakan Bahasa Inggris
- c. Artikel yang dipublikasikan antara tahun 2015-2025

Kemudian tahapan eksklusi pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Artikel yang membahas mengenai teknologi informasi di luar lingkup industri manufaktur tekstil dan garmen
- b. Artikel yang tidak menggunakan Bahasa Inggris

Tahapan selanjutnya adalah menerapkan kesesuaian artikel yang dikumpulkan dengan penelitian yang dilakukan. Proses dari penyesuaian artikel dilakukan dengan menggunakan diagram prisma yang dijelaskan pada gambar berikut.



Gambar 2. Diagram Prisma

Berdasarkan penjelasan pada Gambar 2, tahapan pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan literatur yang relevan pada penelitian. Tahapan awal adalah melakukan identifikasi dengan menggunakan kata kunci yang relevan dengan penelitian. Setelah melakukan pencarian pada beberapa penyedia jurnal, peneliti menemukan 6.990 artikel yang terkait berdasarkan pencarian dengan kata kunci. Tahapan berikutnya adalah melakukan eliminasi hasil yang bukan merupakan artikel jurnal, sehingga didapatkan hasil sebanyak 2.520 artikel. Tahapan selanjutnya adalah melakukan eliminasi berdasarkan tahun artikel terbit yaitu 2015-2025 agar artikel yang dijadikan acuan masih relevan dengan situasi sekarang, kemudian didapatkan 2.057 artikel tersisa. Tahapan selanjutnya mengidentifikasi artikel secara lengkap untuk mengetahui apakah artikel tersebut sesuai dengan topik penelitian yaitu sebanyak 67 artikel tersisa, tahapan kelima adalah reduksi artikel karena alasan tertentu. Lalu tahapan terakhir melakukan asesmen dengan membaca cepat keseluruhan artikel yang tersisa sehingga didapatkan 30 artikel yang akan disintesis berdasarkan reduksi pada tahapan kelima.

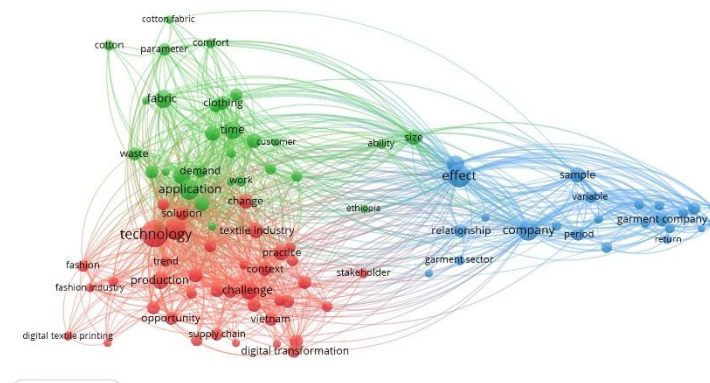
Tahapan terakhir dari SLR adalah sintesis, tujuan sintesis untuk menjawab rumusan masalah yang diidentifikasi pada pendahuluan, yaitu mengenai tren dan tantangan adopsi teknologi informasi di industri manufaktur tekstil dan garmen. Sintesis dilakukan dengan mengumpulkan data dari jurnal, mengklasifikasikan jenis teknologi informasi yang diimplementasikan pada perusahaan, menganalisis tren perkembangan saat ini dan terakhir melakukan identifikasi dari tantangan implementasi teknologi informasi. Sintesis dalam *Systematic Literature Review* (SLR) dilakukan dengan mengintegrasikan temuan-temuan utama dari artikel yang relevan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

- Mengumpulkan dan merangkum hasil temuan dari artikel jurnal terpilih yang telah melalui proses seleksi dan penilaian kualitas berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi.
- Mengidentifikasi dan mendokumentasikan studi-studi yang membahas penerapan teknologi informasi di industri tekstil dan garmen, termasuk jenis teknologi yang diimplementasikan, konteks industri, serta tujuan penerapannya.
- Mengklasifikasikan artikel berdasarkan kategori teknologi informasi yang diadopsi, seperti otomatisasi dan digitalisasi, manajemen informasi, alat komunikasi dan kolaborasi, serta keamanan siber dan perlindungan data.
- Menganalisis tren perkembangan teknologi informasi yang paling dominan serta mengidentifikasi tantangan utama yang dihadapi perusahaan dalam proses implementasi, baik dari aspek teknis, sumber daya manusia, maupun organisasi dan manajerial.

3. Hasil dan Pembahasan

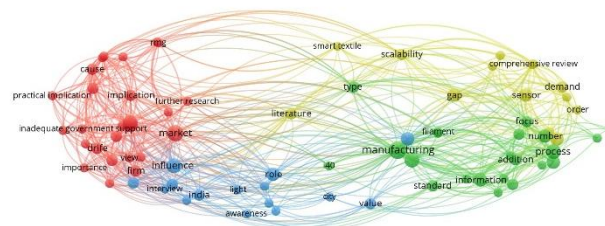
Bab ini menyajikan hasil sintesis dari seluruh artikel yang telah melalui proses seleksi berdasarkan metodologi penelitian yang telah dijelaskan pada bab metode. Sintesis dilakukan untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan pada pendahuluan, yaitu mengenai apa saja tren perkembangan yang muncul dalam implementasinya, serta tantangan yang masih dihadapi oleh perusahaan dalam proses digitalisasi pada industri tekstil dan garmen. Data yang terkumpul dari berbagai jurnal kemudian dianalisis secara tematik untuk mengidentifikasi pola, kesamaan, dan perbedaan temuan dari literatur yang relevan.

Melalui proses analisis dan klasifikasi, penelitian ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai perkembangan teknologi informasi di industri tekstil dan garmen selama 2015-2025. Setiap artikel dievaluasi berdasarkan jenis teknologi yang diimplementasikan, konteks penggunaannya, serta tantangan yang dihadapi oleh perusahaan atau organisasi baik pada segi implementasi, biaya dan lain-lain. Dengan demikian, hasil pembahasan pada bab ini tidak hanya menggambarkan kondisi terkini penerapan teknologi informasi, tetapi juga memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai arah perkembangan industri, kebutuhan yang muncul, serta hambatan strategis yang perlu diperhatikan. Temuan-temuan ini menjadi dasar untuk merumuskan tren implementasi teknologi serta tantangan utama yang dihadapi perusahaan pada sub-bab berikutnya. Untuk menguatkan topik penelitian yang dilakukan, penelitian ini menggunakan VosViewer untuk menggambarkan visualisasi melalui kata kunci dari topik penelitian yang dilakukan. Seperti ditunjukkan pada Gambar 3, visualisasi jaringan kata kunci menggambarkan hubungan antara tren dan tantangan dalam penerapan teknologi informasi pada industri tekstil dan garmen. Visualisasi ini disusun berdasarkan artikel yang dipublikasikan dalam rentang waktu 2015–2025, sehingga mencerminkan perkembangan topik penelitian dalam satu dekade terakhir. Meskipun visualisasi ini tidak menampilkan gradasi waktu secara eksplisit, keterkaitan antar kata kunci menunjukkan bagaimana fokus penelitian berkembang dari isu otomasi dan digitalisasi menuju integrasi sistem cerdas, keberlanjutan, serta tantangan organisasi dan sumber daya manusia. Hal ini mengindikasikan bahwa topik adopsi teknologi informasi di industri TPT bersifat dinamis dan mengalami perluasan cakupan seiring waktu.



Gambar 3. Tren Perkembangan Teknologi

Selanjutnya, visualisasi pada Gambar 4 menampilkan pemetaan jaringan kata kunci berdasarkan 30 artikel terpilih yang memenuhi kriteria inklusi penelitian. Pemetaan ini menunjukkan kluster topik yang saling terhubung dan merepresentasikan konsistensi serta keberlanjutan tema penelitian dalam periode 2015–2025. Dengan demikian, meskipun analisis ini tidak berfokus pada perbandingan antar tahun secara spesifik, dimensi waktu tetap dipertimbangkan melalui cakupan periode publikasi yang panjang, sehingga mampu memberikan gambaran tren penelitian secara longitudinal.



Gambar 4. Topik dari 30 artikel penelitian terpilih

3.1. Tren penerapan Teknologi Informasi pada Industri Tekstil dan Garmen

Berdasarkan sintesis data pada 30 artikel yang telah dilakukan, ada beberapa kategori dari penerapan teknologi informasi yang biasa diimplementasikan baik pada perusahaan dalam industri tekstil maupun industri garmen. Penelitian ini tidak terbatas pada implementasi di Indonesia, namun mencakup seluruh wilayah yang memiliki industri tekstil dan garmen. Tren penerapan teknologi informasi terbagi menjadi empat kategori, yaitu otomatisasi dan digitalisasi, manajemen informasi, alat komunikasi dan kolaborasi, dan keamanan siber dan perlindungan data. Keempat kategori ini memberikan representasi yang komprehensif terhadap ruang lingkup implementasi teknologi, baik dari aspek operasional produksi, pengelolaan data organisasi, komunikasi internal–eksternal, hingga perlindungan aset informasi perusahaan.

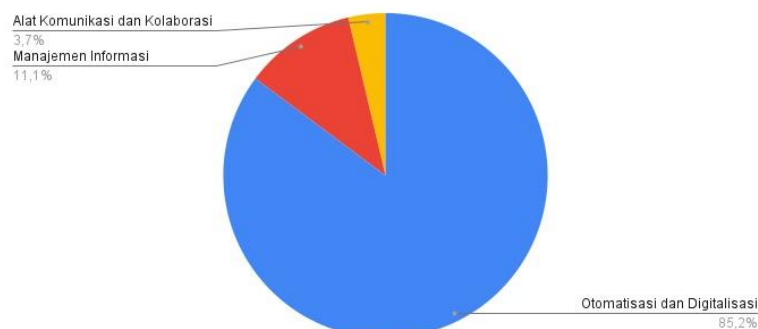
Setiap kategori teknologi tersebut memiliki peran yang berbeda dalam meningkatkan kinerja perusahaan dan memperkuat daya saing industri. Implementasi otomatisasi dan digitalisasi, misalnya, berfokus pada peningkatan efisiensi proses produksi untuk mencapai kecepatan, ketepatan, dan pengurangan biaya operasional. Sementara itu, manajemen informasi berperan dalam memastikan ketersediaan data yang akurat dan real-time sebagai dasar pengambilan keputusan strategis. Di sisi lain, alat komunikasi dan kolaborasi berfungsi untuk memperkuat koordinasi lintas departemen dan memperpendek waktu respon dalam siklus bisnis, terutama pada lingkungan produksi yang kompleks. Adapun keamanan siber dan perlindungan data menjadi elemen penting untuk menjaga keberlanjutan digitalisasi perusahaan dari risiko kebocoran data, serangan siber, serta keamanan informasi pelanggan dan mitra rantai pasok. Dengan memahami keempat kategori ini secara komprehensif, penelitian ini memberikan fondasi yang kuat untuk mengelaborasi tren penerapan teknologi dalam industri tekstil dan garmen pada sub-bab berikutnya.

Tabel 1. Tren Implementasi Teknologi Informasi pada Industri TPT

Informasi Teknologi	Apa yang diimplementasikan?
Tantangan SDM & Keterampilan	- Machine vision (Konstantinidis et al., 2021) - Automatic sewing machine - Wearable sensor (stretchable) (Carnevale et al., 2020) - Wearable tag (Corchia et al., 2019) - Augmented Reality assistance system (Saggiomo et al., 2016) - Digital technology / Digital operations (Küsters et al., 2017) - RFID (Scholz & Valilai, 2025) - Thompson Sampling & Upper Confidence Bound (UCB) (R. & Menon, 2020) - Smart factory / Cyber-physical system (CPS) / IoT (Mim et al., 2024) - Industry 4.0 / Revolution 4.0 (Rayhan et al., 2025) - Digital infrastructure for textile manufacturing (Rath et al., 2021) - Texgen (fabric structure modeling & analysis) (S. U. Kim & Kim, 2022) - Oscilloscope for measuring voltage and charge (Lee & Roh, 2021) - Electrical textile-based electrodes (H. Kim et al., 2025) - Melt blowing, melt spinning, electrospinning (Orasugh et al., 2024) 3D printing (Manaia et al., 2023)
Manajemen Informasi	- Bally Leather Flexing tester (ASTM D6182-00) (Gellerstedt et al., 2025) - Mechanisms for Modern Slavery and Worker Rights Reporting (MSWRR) (Mehedi et al., 2025) - OPC UA & MQTT (protokol komunikasi data industri) (Rath et al., 2021)
Alat Komunikasi dan Kolaborasi	- Photography for data collection (Santos-Roldán et al., 2020) - Digitalisasi dan akses online (Rozy et al., 2025)

Berdasarkan tabel yang ditampilkan saat ini penerapan teknologi informasi lebih banyak diimplementasikan pada kategori otomatisasi dan digitalisasi, kemudian diikuti oleh manajemen informasi serta sebagian kecil pada kolaborasi dan komunikasi. Hal ini disebabkan oleh fokus pengembangan yang dilakukan lebih banyak berfokus pada efisiensi proses produksi untuk menekan biaya operasional dan meningkatkan produktivitas. Teknologi di area otomatisasi seperti penggunaan mesin otomatis, sistem kontrol produksi, serta digitalisasi proses administrasi dianggap memberikan dampak langsung dan terukur terhadap output produksi. Sementara itu, implementasi sistem manajemen informasi serta platform kolaborasi dan komunikasi masih terbatas karena membutuhkan kesiapan sumber daya manusia, perubahan budaya organisasi, serta investasi yang relatif lebih besar untuk integrasi sistem secara menyeluruh. Konsekuensinya, pemanfaatan teknologi yang bersifat strategis dan kolaboratif sering menjadi prioritas sekunder dibandingkan kebutuhan operasional yang bersifat jangka pendek.

Selain teknologi yang berorientasi pada otomatisasi dan digitalisasi, penelitian-penelitian dalam SLR ini juga menunjukkan adanya dukungan teknologi yang digunakan untuk pengelolaan data, dokumentasi, dan pelaporan di dalam industri tekstil dan garmen. Salah satunya yaitu *Mechanisms for Modern Slavery and Worker Rights Reporting* (MSWRR), yang digunakan untuk mendukung transparansi rantai pasok dan pelaporan terkait kepatuhan hak pekerja, terutama pada perusahaan yang bekerja sama dengan merek global dan harus memenuhi standar audit sosial. Kemudian, protokol komunikasi industri seperti OPC UA dan MQTT digunakan untuk memfasilitasi pertukaran data real-time antara mesin, sensor, dan sistem produksi, sehingga integrasi informasi dapat dilakukan dengan lebih cepat dan akurat. Selain itu, penggunaan dokumentasi fotografi juga muncul sebagai metode pendukung untuk pengumpulan bukti visual dalam proses inspeksi kualitas, audit operasional, serta verifikasi kondisi area produksi. Ketiga bentuk teknologi pendukung ini mencerminkan bahwa digitalisasi dalam industri TPT tidak hanya berfokus pada peningkatan produksi, tetapi juga pada penguatan aspek manajemen informasi, transparansi, dan akuntabilitas operasional.



Gambar 5. Persentase implementasi

Berdasarkan diagram yang ditampilkan pada Gambar 5., teknologi informasi yang paling banyak diimplementasikan berdasarkan artikel yang digunakan adalah otomatisasi dan digitalisasi sebanyak 85,2%, kemudian manajemen informasi sebanyak 11,1%, dan terakhir alat komunikasi dan kolaborasi sebanyak 3,7%. Lalu pada keamanan siber dan perlindungan data, dalam artikel yang dijadikan acuan tidak ada yang menerapkan ataupun mengimplementasikan teknologi informasi pada kategori ini.

Dominasi kategori otomatisasi dan digitalisasi menunjukkan bahwa industri tekstil dan garmen masih memprioritaskan teknologi yang memberikan dampak langsung terhadap efisiensi produksi, pengurangan biaya operasional, serta peningkatan kualitas dan konsistensi produk. Karakteristik industri TPT yang bersifat berorientasi pada produksi massal membuat teknologi seperti mesin otomatis dan sistem produksi digital lebih mudah diadopsi dan manfaatnya dapat cepat dirasakan. Sebaliknya, implementasi teknologi pada kategori manajemen informasi serta alat komunikasi dan kolaborasi memerlukan kesiapan organisasi, integrasi lintas fungsi, serta perubahan budaya kerja yang lebih kompleks, sehingga tingkat adopsinya relatif lebih rendah. Adapun tidak ditemukannya penerapan teknologi pada kategori keamanan siber dan perlindungan data mengindikasikan bahwa aspek ini belum menjadi prioritas utama dalam transformasi digital industri TPT, meskipun ketergantungan terhadap sistem digital dan konektivitas terus meningkat.

3.2. Tantangan Implementasi

Meskipun berbagai teknologi telah memberikan manfaat signifikan bagi peningkatan efisiensi dan transparansi di industri tekstil dan garmen, proses implementasinya tidak selalu berjalan mulus. Setiap perusahaan memiliki kondisi, kapasitas, dan kesiapan digital yang berbeda-beda, sehingga adopsi teknologi tidak serta-merta menghasilkan hasil yang ideal. Dalam praktiknya, banyak organisasi masih menghadapi sejumlah hambatan yang membuat transformasi digital berjalan lebih lambat dari yang diharapkan. Tantangan-tantangan ini tidak hanya terkait dengan aspek teknis, tetapi juga menyentuh sisi manusia, budaya kerja, serta kesiapan struktur organisasi. Oleh karena itu, memahami faktor-faktor penghambat menjadi langkah penting agar perusahaan dapat menyusun strategi yang realistis, terukur, dan tepat sasaran dalam perjalanan menuju digitalisasi yang lebih matang.

Berdasarkan hasil sintesis terhadap artikel yang dianalisis, tantangan implementasi teknologi informasi di industri tekstil dan garmen tidak hanya muncul dari aspek teknis, tetapi juga dari berbagai dimensi yang saling berkaitan. Kompleksitas industri tekstil dan produk tekstik (TPT) yang melibatkan proses produksi berlapis, rantai pasok global, serta karakteristik tenaga kerja yang beragam membuat proses digitalisasi menghadapi banyak hambatan struktural maupun operasional. Tantangan tersebut kemudian dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kelompok utama, yaitu SDM & Organisasi, Finansial & Infrastruktur, Teknis/Produksi, Lingkungan & Keselamatan, serta *supply chain*. Kategori ditentukan setelah melakukan serangkaian sintesis dengan metode kodifikasi (Syed et al., 2023). Setiap tantangan yang tersebut dalam artikel diekstrasi dan dibuat kode, kemudian kategori ini dikelompokkan berdasarkan kesamaan masing-masing. Setiap kategori tantangan ini memiliki dampak berbeda terhadap keberhasilan transformasi digital, dan pemahaman yang mendalam mengenai masing-masing aspek menjadi landasan penting untuk merancang strategi adopsi teknologi yang efektif dan berkelanjutan.

Tabel 2. Tantangan Implementasi Teknologi Informasi pada Industri TPT

Kategori Tantangan	Tantangan Implementasi
SDM & Organisasi	• Kebutuhan keterampilan baru untuk mengoperasikan mesin dan teknologi canggih. • Kurangnya tenaga ahli dan pengetahuan teknis khusus. • Tidak semua negara berkembang mampu mengikuti perkembangan teknologi sehingga berisiko tertinggal (Mahmood, Asif Habib, Ahmad, & Ahmad Baig, 2025). • Tingkat adopsi teknologi masih rendah. • Kesadaran terhadap nilai warisan industri di beberapa negara masih sangat minim. • Kendala internal organisasi dalam perubahan sistem kerja. • Sistem software dan hardware yang tidak dapat saling terhubung dengan baik. • Tingkat transparansi dan pelaporan isu perbudakan modern masih rendah. Label produk masih banyak yang tidak lengkap dan tidak memadai.
Finansial & Infrastruktur	• Biaya awal implementasi teknologi yang tinggi (Sharma & Narula, 2020). • Ketidakpastian manfaat finansial dari investasi teknologi baru. • Biaya pengadaan dan integrasi perangkat lunak serta perangkat keras (Pant & Palanisamy, 2025). • Keterbatasan infrastruktur teknologi dan jaringan industri (Islam et al., 2025) • Dukungan dan regulasi yang belum memadai (Mahmood, Asif Habib, Ahmad, & Baig, 2025).
Teknis / Produksi	• Kelemahan dalam manajemen gangguan rantai pasok (<i>supply chain disruption</i>) (Ayad et al., 2025). • Tantangan pengelolaan energi. • Keterbatasan dalam skala produksi untuk teknologi <i>wearable/smart textile</i> (Dejene, 2025). • Kesenjangan antara prototipe dan kemampuan produksi massal (Garbie & Garbie, 2022). • Kerusakan fisik (retak, patah) pada material pelindung EMI. • Reaksi oksidasi saat material terpapar udara. • Pigmen indigo alami memiliki daya tahan cahaya yang rendah (Jordan et al., 2025). • Metode pengisian daya berbasis elektromagnetik dari gerakan manusia kurang efisien. • Pengukuran sifat mekanik material memerlukan tahapan kompleks.
Lingkungan & Keselamatan <i>Supply Chain</i>	• Pengelolaan limbah dan proses daur ulang masih menjadi tantangan besar. • Paparan debu di pabrik tekstil berdampak buruk pada kesehatan pekerja (Khan et al., 2024). • Kualitas pelabelan material dan produk belum akurat dan konsisten. • Masih terdapat hambatan besar dalam memproduksi <i>wearable textile</i> berskala industri dengan kualitas stabil (Dikhanbayeva et al., 2022).

Berdasarkan tabel sintesis yang ditampilkan, tantangan paling dominan dalam penerapan teknologi informasi pada industri TPT terkonsentrasi pada tantangan teknis dan produksi serta tantangan SDM dan organisasi. Dominannya kedua kategori ini menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi teknologi tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan perangkat atau sistem digital, tetapi sangat bergantung pada kesiapan operasional di tingkat pabrik serta kesiapan sumber daya manusia dan struktur organisasi yang menjalankannya. Tantangan teknis dan produksi umumnya muncul karena kesulitan dalam mengintegrasikan mesin konvensional dengan teknologi digital, keterbatasan dalam penyesuaian proses produksi, serta kebutuhan pemahaman yang mendalam terhadap alur dan karakteristik produksi tekstil dan garmen.

Di sisi lain, tantangan SDM dan organisasi berkaitan dengan keterbatasan kompetensi digital, rendahnya literasi teknologi, resistensi terhadap perubahan, serta belum optimalnya dukungan manajerial dan sistem pengambilan keputusan. Temuan ini menegaskan bahwa transformasi digital dalam industri TPT bukan sekadar penggantian alat atau sistem, melainkan mencakup perubahan paradigma kerja, budaya organisasi, dan

koordinasi lintas fungsi. Oleh karena itu, perusahaan yang akan melakukan digitalisasi perlu menyiapkan pengembangan kompetensi SDM dan penyesuaian proses bisnis internal secara beriringan. Persiapan yang terintegrasi akan meminimalkan kegagalan implementasi, meningkatkan penerimaan teknologi, serta memastikan bahwa transformasi digital benar-benar terinternalisasi dalam seluruh proses operasional perusahaan dan berkontribusi pada keunggulan kompetitif yang berkelanjutan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pertanyaan penelitian yang disusun yaitu “Apa tren dan tantangan pada implementasi teknologi informasi di industri manufaktur tekstil dan garmen?” terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan dari proses sintesis yang telah dilakukan. Secara umum, saat ini industri TPT sudah mulai bergerak bertahap ke arah digitalisasi menyeluruh melalui otomatisasi proses produksi, integrasi sistem cerdas, peningkatan kualitas produk, dan penguatan manajemen informasi teknologi seperti *machine vision*, *automatic sewing machine*, *wearable sensor*, RFID, *Augmented Reality*, serta teknologi manufaktur seperti *melt spinning*, *electrospinning*, dan *3D printing* digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan presisi produksi. Sementara itu, IoT, CPS, *Industry 4.0*, *digital operations*, OPC UA & MQTT, dan RFID mendukung pengembangan *smart factory* dan pemantauan real-time. Pada sisi manajemen data dan transparansi, digunakan teknologi seperti MSWRR, digitalisasi akses data, serta dokumentasi visual melalui fotografi. Secara keseluruhan, penerapan teknologi informasi di industri TPT tidak hanya berfungsi untuk mempercepat proses produksi, tetapi juga untuk meningkatkan akurasi data, *traceability* rantai pasok, dan kualitas keputusan berbasis data.

Implementasi dibagi ke dalam beberapa kategori seperti otomatisasi dan digitalisasi, manajemen informasi, alat komunikasi dan kolaborasi, dan keamanan siber dan perlindungan data. Dari 30 artikel penelitian yang disintesis otomatisasi dan digitalisasi merupakan kategori implementasi teknologi informasi yang paling banyak dilakukan oleh industri TPT yaitu sebanyak 85,2%. Lalu implementasi pada kategori manajemen informasi sebanyak 11,1%, dan alat komunikasi dan kolaborasi sebanyak 3,7%. Kemudian berdasarkan artikel tersebut belum ada industri TPT yang melakukan implementasi maupun pengembangan pada keamanan siber dan perlindungan data.

Kemudian pada tantangan yang dihadapi dalam implementasi ataupun pengembangan teknologi informasi pada industri TPT paling banyak ada pada teknis/produksi dan SDM serta organisasi. Hal ini disebabkan oleh kompleksitas proses produksi tekstil dan garmen yang membutuhkan akurasi tinggi, pengendalian material yang sensitif, serta keterbatasan teknologi untuk melakukan *scaling* dari tahap prototipe ke produksi massal. Selain itu, kesiapan SDM juga menjadi faktor kritis karena adopsi teknologi baru membutuhkan keterampilan teknis khusus yang belum banyak dimiliki pekerja di industri TPT, terutama di negara berkembang. Di sisi organisasi, transformasi digital memerlukan perubahan budaya kerja, integrasi sistem yang solid, dan manajemen perubahan yang efektif seperti merubah proses bisnis internal secara menyeluruh. Kemudian rendahnya transparansi data, keterbatasan pelaporan rantai pasok, serta belum tersedianya struktur manajerial yang mendukung digitalisasi menyebabkan proses implementasi teknologi tidak dapat berjalan maksimal.

Penelitian ini menjelaskan mengenai tren serta tantangan dalam implementasi teknologi informasi secara umum khususnya pada industri TPT. Namun, belum dijelaskan mengenai risiko serta *critical success factor* yang dapat memengaruhi implementasi ini. Sehingga pada penelitian selanjutnya, diharapkan hal ini dapat dibahas secara holistik agar dapat dimanfaatkan baik oleh organisasi ataupun untuk pengembangan teknologi informasi selanjutnya

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas dukungan dana dari Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil Surakarta untuk karya ini, di bawah skema proyek Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (UPPM) 2025.

6. Daftar Pustaka

Ayad, A., Iyiola, K., Alzubi, A. B., & Oz, T. (2025). From disaster to flourish: how and when supply chain memory drives supply chain performance under the knowledge-based view. *Kybernetes*, 1–31. <https://doi.org/10.1108/K-11-2024-2992>

- Carnevale, A., Massaroni, C., Presti, D. Lo, Formica, D., Longo, U. G., Schena, E., & Denaro, V. (2020). Wearable stretchable sensor based on conductive textile fabric for shoulder motion monitoring. *2020 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 & IoT*, 106–110. <https://doi.org/10.1109/MetroInd4.0IoT48571.2020.9138267>
- Corchia, L., De Benedetto, E., Monti, G., Cataldo, A., Angrisani, L., Arpaia, P., & Tarricone, L. (2019). Radio-frequency Identification Based on Textile, Wearable, Chipless Tags for IoT Applications. *2019 II Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT (MetroInd4.0&IoT)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/METROI4.2019.8792919>
- Dejene, B. K. (2025). The future of fabric: A comprehensive review of self-powered smart textiles and their emerging applications. In *Energy Reports* (Vol. 14, pp. 898–943). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2025.07.002>
- Dikhanbayeva, D., Aitzhanova, M., Shehab, E., & Turkyilmaz, A. (2022). Analysis of Textile Manufacturing SMEs in Kazakhstan for Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 107, 888–893. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.080>
- Garbie, I., & Garbie, A. (2022). Identifying and Estimating the Implementation Level for Industry 4.0. *2022 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences, ASET 2022*. <https://doi.org/10.1109/ASET53988.2022.9734986>
- Gellerstedt, F., Apell, P., & Haskal, Z. J. (2025). Textile-based radiation protection of staff during fluoroscopic guided interventions: enhancing durability, comfort and safety. *CVIR Endovascular*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s42155-025-00585-4>
- Islam, M. S., Tushar, S. R., Bappy, M. M., Ali, M., & Al Nadim, A. (2025). An interval valued intuitionistic fuzzy approach to evaluate the challenges for adopting the smart textiles in readymade garment industries: Implications for sustainable business development. *Green Technologies and Sustainability*, 3(3). <https://doi.org/10.1016/j.grets.2025.100225>
- Jordan, J., de Moraes de Lima, T. A., Nugent, M., & Laaksonen, P. (2025). Lightfastness of polypropylene pigmented with natural indigo of *Isatis Tinctoria*. *Pigment and Resin Technology*. <https://doi.org/10.1108/PRT-03-2024-0026>
- Khan, M., Muhmood, K., Mahmood, H. Z., Khaliq, I. H., & Zaman, S. (2024). The health and economic burden of dust pollution in the textile industry of Faisalabad, Pakistan. *Journal of the Egyptian Public Health Association*, 99(1). <https://doi.org/10.1186/s42506-024-00150-2>
- Kim, H., Rho, S., & Jeong, W. (2025). Manufacturing and characterization of conductive threads based on twisting process for applying smartwear. *Fashion and Textiles*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s40691-024-00406-7>
- Kim, S. U., & Kim, J. (2022). Analysis of driving forces of 3D knitted shape memory textile actuators using scale-up finite element method. *Fashion and Textiles*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40691-022-00307-7>
- Kitchenham, B., Pearl Brereton, O., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 51(1), 7–15. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.09.009>
- Konstantinidis, F. K., Kansizoglou, I., Tsintotas, K. A., Mouroutsos, S. G., & Gasteratos, A. (2021). The role of machine vision in industry 4.0: A textile manufacturing perspective. *IST 2021 - IEEE International Conference on Imaging Systems and Techniques, Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/IST50367.2021.9651459>
- Küstern, D., Praß, N., & Gloy, Y. S. (2017). Textile Learning Factory 4.0 – Preparing Germany’s Textile Industry for the Digital Future. *Procedia Manufacturing*, 9, 214–221. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.04.035>
- Lee, H., & Roh, J. S. (2021). Charging device for wearable electromagnetic energy-harvesting textiles. *Fashion and Textiles*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40691-020-00233-6>
- Mahmood, A., Asif Habib, M., Ahmad, M., & Ahmad Baig, S. (2025). Assessing Industry 4.0 Readiness and Adoption Barriers in Textile Sector: Strategic Insights for Sustainable Industrial Transformation. *IEEE Access*, 13, 122698–122725. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3586326>
- Mahmood, A., Asif Habib, M., Ahmad, M., & Baig, S. A. (2025). Barriers to Adoption Industry 4.0 in Textile Sector: Analyzing Challenges in Transitioning to Smart Manufacturing With ISM and MICMAC. *IEEE Access*, 13, 146722–146744. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3600580>
- Manaia, J. P., Cerejo, F., & Duarte, J. (2023). Revolutionising textile manufacturing: a comprehensive review on 3D and 4D printing technologies. In *Fashion and Textiles* (Vol. 10, Issue 1). Springer. <https://doi.org/10.1186/s40691-023-00339-7>

- Mehedi, S., Nahar, S., Hossain, M. S., Rahman, M. A., & Jahan, M. A. (2025). Corporate modern slavery and worker rights reporting: What does corporate board? Evidence from emerging economy. *Asian Review of Accounting*, 1–31. <https://doi.org/10.1108/ARA-01-2025-0023>
- Mim, I. Z., Rayhan, M. G. S., & Syduzzaman, M. (2024). Prospects and current scenario of industry 4.0 in Bangladeshi textile and apparel industry. *Heliyon*, 10(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32044>
- Orasugh, J. T., Bothoko, O. J., Temane, L. T., & Ray, S. S. (2024). Progress in polymer nonwoven textile materials in electromagnetic interference shielding applications. *Functional Composite Materials*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s42252-024-00054-6>
- Pant, K., & Palanisamy, P. (2025). Navigating the path to Industry 4.0: a study on key barriers in Indian textile supply chain. *Benchmarking*. <https://doi.org/10.1108/BIJ-11-2024-0970>
- R., P. P., & Menon, R. (2020). Investigation of Energy Management and Optimization Using Penalty Based Reinforcement Learning Algorithms for Textile Industry. *2020 International Conference on Innovative Trends in Information Technology (ICITIIT)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/ICITIIT49094.2020.9071554>
- Rath, M., Gannouni, A., Luetticke, D., & Gries, T. (2021). Digitizing a distributed textile production process using industrial internet of things: A use-case. *Proceedings - 2021 4th IEEE International Conference on Industrial Cyber-Physical Systems, ICPS 2021*, 315–320. <https://doi.org/10.1109/ICPS49255.2021.9468203>
- Rayhan, M. G. S., Nabi, M. N., Masum, M., Tushar, S. R., Fahim, M. R., & Rahman, M. M. (2025). Drivers and barriers to implementing industrial revolution 4.0 technologies: application of multi-method of ISM-MICMAC-DEMATEL. *International Journal of Industrial Engineering and Operations Management*. <https://doi.org/10.1108/IJIEOM-01-2025-0016>
- Rozy, T. F., Zia, H., & Khan, N. (2025). Developing an inventory system for mapping Indian textile industrial heritage. *Built Heritage*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s43238-025-00190-3>
- Saggiomo, M., Loehrer, M., Kerpen, D., Lemm, J., & Gloy, Y. S. (2016). Human-and task-centered assistance systems in production processes of the textile industry: determination of operator-critical weaving machine components for AR-prototype development. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2016-March*, 560–568. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.76>
- Santos-Roldán, L., Palacios-Florencio, B., & Berbel-Pineda, J. M. (2020). The textile products labelling analysis and requirements. In *Fashion and Textiles* (Vol. 7, Issue 1). Springer. <https://doi.org/10.1186/s40691-019-0202-4>
- Scholz, M., & Valilai, O. F. (2025). Integrating Chipless RFID Technology to Provide Seamless Data Interoperability for Textile Industry Circularity. *Procedia Computer Science*, 253, 393–402. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.01.101>
- Sharma, A., & Narula, S. A. (2020). What motivates and inhibits Indian textile firms to embrace sustainability? *Asian Journal of Sustainability and Social Responsibility*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s41180-020-0032-8>
- Syed, R., Bandara, W., & Eden, R. (2023). Public sector digital transformation barriers: A developing country experience. *Information Polity*, 28(1), 5–27. <https://doi.org/10.3233/IP-220017>