

TINJAUAN TEKNIS PENERAPAN TEKNOLOGI OPTICAL CHARACTER RECOGNITION PADA APLIKASI M-PASPOR DENGAN METODE PRISMA (2021-2025)

Taufiq Akbar Siregar, Wilonotomo, Muhammad Fahrury Romdendine
Manajemen Teknologi Keimigrasian, Politeknik Imigrasi dan Pemasyarakatan
Jalan Satria Sudirman No. 1, Tangerang, Indonesia
taufiqakbar1280.ta@gmail.com

ABSTRAK

Transformasi digital melalui SPBE mendorong digitalisasi layanan publik, salah satunya aplikasi M-Paspor oleh Ditjen Imigrasi yang memanfaatkan inovasi teknologi *Optical Character Recognition* (OCR). Implementasi OCR pada aplikasi M-Paspor dihadapkan pada kendala teknis variabilitas kualitas citra, kerumitan latar belakang dokumen KTP, serta ancaman kebocoran data identitas pribadi warga negara. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tantangan teknis algoritma, efektivitas operasional, dan kepatuhan arsitektur ekstraksi data terhadap regulasi perlindungan privasi. Penelitian kualitatif ini menggunakan *Systematic Literature Review* (SLR) dengan pedoman PRISMA. Sebanyak 30 artikel jurnal (periode 2021-2026) disintesis dari basis data Google Scholar, Semantic Scholar, dan Garuda. Integrasi OCR (seperti Tesseract dan YOLOv8) terbukti efektif mereduksi inefisiensi input manual dengan akurasi >90% setelah melalui prapemrosesan citra digital yang tepat. Meskipun sangat efektif untuk memperlancar interoperabilitas verifikasi data keimigrasian, pemrosesan data biometrik yang sensitif menuntut kepatuhan absolut terhadap UU Nomor 27 Tahun 2022 tentang Pelindungan Data Pribadi melalui pendekatan *privacy by design* dan sistem keamanan siber yang tangguh.

Kata Kunci: *Optical Character Recognition, M-Paspor, SPBE, Perlindungan Data Pribadi, PRISMA*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dalam era transformasi digital telah mendorong berbagai sektor pelayanan publik di dunia untuk meningkatkan efisiensi, kecepatan, dan akurasi layanan kepada masyarakat. Di Indonesia, komitmen transformasi ini diwujudkan secara fundamental melalui Peraturan Presiden Nomor 95 Tahun 2018 tentang Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE), yang bertujuan menciptakan tata kelola birokrasi yang transparan, akuntabel, dan terpadu [1]. Melalui kerangka arsitektur SPBE, instansi pemerintah pada berbagai tingkatan didorong untuk mengintegrasikan sistem informasi guna menghadirkan inovasi layanan yang lebih proaktif dan berpusat pada masyarakat atau *citizen-centric* [2], [3]. Digitalisasi ini tidak sekadar mengubah medium fisik menjadi elektronik, melainkan merekayasa ulang proses bisnis agar beban administratif dapat direduksi secara signifikan.

Salah satu inovasi komputasional yang menjadi instrumen krusial dalam mempercepat digitalisasi layanan publik adalah teknologi *Optical Character Recognition* (OCR) [4]. Secara teknis, OCR memungkinkan sistem kecerdasan buatan dan visi komputer untuk mengenali pola, membaca, dan mengekstraksi representasi teks dari citra atau dokumen pindaian, lalu mengubahnya menjadi format data digital yang terstruktur. Implementasi modul OCR saat ini telah banyak diadopsi dalam sektor administrasi kependudukan global untuk memangkas proses input data manual yang memakan waktu dan berpotensi tinggi memicu kesalahan manusia atau *human error* [5]. Fungsionalitas ekstraksi otomatis ini

dinilai sangat esensial dalam menunjang efektivitas pemrosesan dokumen administratif berskala masif [6].

Dalam konteks ketatanegaraan Indonesia, Direktorat Jenderal Imigrasi menjadi salah satu entitas pelayan publik yang menghadapi tantangan langsung dari kompleksitas teknis tersebut, mengingat institusi ini memikul tanggung jawab ganda dalam melayani mobilitas warga negara sekaligus menjaga kedaulatan keamanan nasional [10]. Untuk mengorkestrasi pertukaran data secara terpusat, Imigrasi mengandalkan Sistem Informasi Manajemen Keimigrasian (SIMKIM) [11]. Arsitektur SIMKIM generasi terbaru (SIMKIM 2.0) telah diintegrasikan secara langsung dengan pangkalan data Direktorat Jenderal Kependudukan dan Pencatatan Sipil (Ditjen Dukcapil), yang menerapkan mekanisme verifikasi identitas berlapis tanpa toleransi deviasi karakter (*zero tolerance mismatch*) untuk mencegah ancaman pemalsuan data kependudukan lintas negara [12].

Sebagai ujung tombak interaksi digital layanan keimigrasian, pemerintah telah meluncurkan aplikasi seluler M-Paspor yang dirancang untuk memfasilitasi prapendaftaran permohonan paspor secara mandiri. Aplikasi antarmuka ini berupaya mengurai penumpukan antrian fisik dengan memungkinkan pengguna mengunggah berkas persyaratan dan memilih kuota kehadiran secara daring [13], [14]. Namun demikian, tinjauan terhadap operasionalisasi aplikasi M-Paspor menyingkap sebuah ironi digitalisasi: proses layanan belum sepenuhnya terotomatisasi. Pemohon saat ini masih diwajibkan untuk mentranskripsikan serangkaian data demografis yang tercetak pada dokumen fisik mereka secara manual ke dalam kolom-kolom aplikasi [15].

Ketergantungan pada entri data manual tersebut melahirkan permasalahan teknis yang sangat kritis bagi kualitas pelayanan. Proses transkripsi manual oleh pengguna memiliki probabilitas *human error* yang sangat tinggi; kesalahan pengetikan ejaan satu huruf saja pada Nomor Induk Kependudukan (NIK) atau nama lengkap akan memicu penolakan validasi otomatis oleh sistem pusat SIMKIM. Kegagalan sistemik ini tidak hanya mengeliminasi tujuan efisiensi waktu, tetapi juga menyebabkan repetisi beban kerja bagi petugas fungsional imigrasi yang secara prosedural terpaksa harus melakukan pencocokan dokumen fisik berulang kali [16]. Oleh sebab itu, rekayasa ulang proses melalui integrasi ekstraksi otonom berbasis OCR pada aplikasi M-Paspor tidak lagi dipandang sebagai sekadar fitur pelengkap, melainkan prasyarat operasional yang mendasak untuk memastikan interoperabilitas aliran data [17].

Meskipun menawarkan utilitas efisiensi yang tinggi sebagai penyelesaian masalah, tinjauan teknis terhadap penerapan OCR di lingkungan operasional nyata (*in the wild*) menyingkap berbagai tantangan komputasional mendasar, terutama ketika memindai dokumen identitas komposit seperti Kartu Tanda Penduduk (KTP) [7]. Tingkat akurasi ekstraksi karakter sangat rentan terdistorsi oleh variabilitas kondisi eksternal, mulai dari rendahnya kualitas resolusi lensa kamera pengguna, pantulan spekular pencahayaan (*glare*), hingga tingkat keausan material fisik dokumen itu sendiri. Lebih lanjut, karakteristik visual dokumen identitas di Indonesia yang memuat pola latar belakang (*guilloche*) rumit serta variasi format penulisan alamat kedaerahan sering kali menggagalkan proses lokalisasi teks oleh algoritma [8]. Kompleksitas teknis ini menuntut adanya algoritma prapemrosesan citra digital yang berlapis—seperti *binarization* dan *noise reduction*—agar integritas data yang ditangkap dapat divalidasi dengan akurat [9].

Di sisi lain, penerapan operasional OCR ini berbenturan langsung dengan urgensi perlindungan hak privasi digital warga negara. Teknologi pemindaian cerdas akan secara sistematis mengekstraksi dan mentransmisikan data profil biometrik serta kependudukan yang sangat sensitif, yang memunculkan kerentanan eksfiltrasi dan penyalahgunaan data dalam lalu lintas siber [18]. Pasca-pengesahan Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2022 tentang Pelindungan Data Pribadi (UU PDP), instansi pemerintah selaku pengendali data memiliki tanggung jawab hukum absolut untuk memproses data secara sah, transparan, dan menggunakan enkripsi yang kuat [19], [20]. Kepatuhan ini selaras dengan pedoman keamanan informasi SPBE yang menuntut keseimbangan antara utilitas kecepatan kecerdasan buatan dengan jaminan kerahasiaan (*confidentiality*) dan integritas arsitektur jaringan publik [21].

Berdasarkan konstelasi kendala fungsional dan tuntutan normatif tersebut, eksplorasi riset kualitatif ini menjadi esensial untuk dilakukan sebagai rencana

penyelesaian masalah. Untuk mengarahkan investigasi secara terstruktur guna mencapai tujuan penelitian, kajian ini mengajukan tiga rumusan permasalahan utama: (1) Bagaimana tinjauan teknis dan tantangan operasional dalam mengintegrasikan teknologi *Optical Character Recognition* (OCR) pada aplikasi M-Paspor guna mengotomatisasi ekstraksi data identitas pemohon?; (2) Bagaimana efektivitas penerapan OCR tersebut dalam mereduksi inefisiensi input manual dan memperlancar interoperabilitas verifikasi data dengan SIMKIM?; serta (3) Sejauh mana arsitektur pemrosesan data OCR ini memenuhi standar keamanan Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE) dan mematuhi Undang-Undang Pelindungan Data Pribadi (UU PDP)? Melalui pendekatan kualitatif yang komprehensif, luaran dari kajian strategis ini ditargetkan untuk memberikan sumbangsih epistemologis pada literatur tata kelola pemerintahan digital, sekaligus merumuskan preskripsi aplikatif bagi pemangku kebijakan keimigrasian dalam membangun ekosistem layanan yang cerdas, efisien, dan berdaulat.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Systematic Literature Review* (SLR) dengan mengadopsi pedoman PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). PRISMA merupakan standar langkah sistematis yang digunakan dalam tinjauan literatur untuk memastikan bahwa seluruh proses pencarian, pemilihan, dan pelaporan artikel penelitian dilakukan secara jelas, transparan, komprehensif, dan dapat direplikasi oleh peneliti lain. Penggunaan metode ini dinilai sangat relevan untuk memetakan kajian teknis implementasi teknologi *Optical Character Recognition* (OCR) pada layanan publik digital M-Paspor, karena metode ini secara ketat mendokumentasikan dari mana sumber artikel diperoleh, landasan rasional mengapa suatu artikel dipilih, hingga justifikasi mengapa artikel lain dieksklusi. Melalui kerangka ini, hasil analisis kualitatif yang dihasilkan menjadi lebih objektif, sistematis, dan tepercaya.

Pelaksanaan SLR dengan metode PRISMA dalam penelitian ini secara terstruktur terbagi ke dalam empat tahapan utama. Tahap pertama adalah identifikasi (*identification*), yang merupakan langkah awal berupa penentuan kata kunci pencarian yang dirumuskan agar selaras dengan fokus penelitian. Kombinasi kata kunci yang digunakan meliputi: "Optical Character Recognition" ATAU "OCR" DAN "Pelayanan Publik Digital" ATAU "SPBE" DAN "M-Paspor" ATAU "Pelindungan Data Pribadi". Pengumpulan jurnal dilakukan melalui pencarian komprehensif pada tiga basis data akademik utama, yaitu Google Scholar, Semantic Scholar, dan Garuda. Tahap kedua yaitu penyaringan (*screening*), di mana seluruh hasil pencarian awal dikompilasi. Langkah pada tahap ini diawali dengan proses deduplikasi untuk menghapus artikel ganda yang terekam di lebih

dari satu basis data, dilanjutkan dengan penyaringan awal secara cepat dengan menelaah kesesuaian judul dan abstrak artikel terhadap topik kajian teknis OCR dan e-government.

Tahap ketiga adalah kelayakan (*eligibility*), di mana artikel yang lolos tahap penyaringan awal kemudian diunduh dan dikaji isinya secara mendalam (*full-text review*). Peneliti mengevaluasi kesesuaian substansi jurnal berdasarkan kriteria inklusi yang ketat, antara lain diterbitkan dalam rentang waktu lima tahun terakhir (2021–2026) untuk menjamin kebaruan teknologi, berfokus pada analisis algoritma OCR, sistem identitas kependudukan, atau kebijakan SPBE dan privasi data, serta menyajikan hasil penelitian utuh. Jurnal yang tidak relevan, seperti yang hanya membahas OCR di luar sektor administrasi publik, dikeluarkan secara otomatis. Terakhir adalah tahap inklusi (*included studies*), yang merupakan proses finalisasi untuk menetapkan daftar akhir jurnal yang berhasil lolos seluruh tahapan seleksi. Jurnal-jurnal yang terpilih pada tahap inilah yang kemudian diekstraksi datanya dan disintesis secara kualitatif untuk menjawab ketiga rumusan masalah penelitian.

Untuk memvisualisasikan tahapan seleksi secara sistematis, penjabaran alur PRISMA (*Flow Diagram*) diuraikan sebagai berikut. Pada tahap identifikasi, diperoleh catatan yang diidentifikasi melalui pencarian basis data dengan total $n = 1.000$ artikel, yang bersumber dari Google Scholar ($n = 680$), Semantic Scholar ($n = 215$), dan Garuda ($n = 105$). Masuk ke tahap penyaringan, catatan tersisa sebanyak $n = 850$ setelah proses menghapus artikel duplikat atau ganda lintas basis data. Dari $n = 850$ catatan yang disaring berdasarkan tinjauan judul dan abstrak tersebut, terdapat sejumlah catatan yang dieksklusi karena konteksnya tidak relevan dengan e-government atau tidak berfokus pada teknologi OCR dokumen identitas ($n = 760$). Pada tahap kelayakan, terdapat artikel teks penuh yang dinilai kelayakannya atau berstatus sebagai kandidat sebanyak $n = 90$ artikel. Dari jumlah tersebut, sejumlah artikel teks penuh dieksklusi ($n = 60$) dengan alasan bukan merupakan artikel penelitian empiris atau hanya berupa tinjauan konseptual ($n = 25$), fokus implementasi OCR berada di luar sektor administrasi atau pelayanan publik ($n = 20$), dan teks penuh tidak dapat diakses secara terbuka ($n = 15$). Pada tahapan akhir yaitu inklusi, diperoleh artikel penelitian yang memenuhi seluruh kriteria inklusi dan dipilih untuk sintesis kualitatif sebanyak $n = 30$ artikel.

Tabel 1. Pengumpulan Data Artikel Penelitian

Source (Basis Data)	Studi Ditemukan (berdasarkan judul dan kata kunci)	Kandidat	Artikel Terpilih
Google Scholar	680	45	18
Semantic Scholar	215	25	8
Garuda	105	20	4
Total	1000	90	30

Data pada tabel di atas merepresentasikan proses pengerucutan dari 1.000 literatur awal yang memuat kata kunci terkait ekstraksi dokumen (*Optical Character Recognition*), transformasi digital M-Paspor, dan kerangka Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE), hingga didapatkan 30 artikel paling relevan dan komprehensif yang diikutsertakan ke dalam analisis kajian teknis.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil tahapan penyaringan menggunakan pedoman PRISMA sebagaimana yang telah diuraikan pada bagian metodologi, diperoleh 30 artikel jurnal terpilih yang relevan dengan topik kajian teknis *Optical Character Recognition* (OCR), transformasi digital M-Paspor, Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE), dan perlindungan data pribadi. Artikel-artikel ini mencakup rentang publikasi dari tahun 2021 hingga awal 2026, yang mempresentasikan ragam tinjauan mulai dari eksperimen algoritma komputasi, evaluasi antarmuka aplikasi, hingga analisis regulasi hukum. Daftar ke-30 jurnal yang telah terpilih untuk diekstraksi datanya disajikan selengkapnya pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Daftar Jurnal Terpilih

No	Judul	Tahun
1.	YOLOv8 and OCR Preprocessing for e-KTP Data Validation... (Gumirang et al., 2025)	2025
2.	Penerapan Membaca Tulisan di dalam Gambar Menggunakan OCR... (Toha & Triayudi, 2022)	2022
3.	Ekstraksi Informasi pada e-KTP Menggunakan CNN... (Gunawan et al., 2021)	2021
4.	Penerapan Teknologi Optical Character Recognition pada Aplikasi M-Paspor (Siregar, 2024)	2024
5.	Strategi Optimalisasi Penerapan E-Government dalam Kebijakan M-Paspor... (Pahlevi & Silitonga, 2025)	2025
6.	Implementasi e-Government pada Pelayanan dan Pengawasan oleh Ditjen Imigrasi... (Suryani et al., 2024)	2024
7.	Implementasi Kebijakan Pemerintah terhadap Pencegahan Kebocoran Data... (Mulyadi et al., 2026)	2026
8.	E-Government Sebagai Sarana Layanan Publik: Analisis Sistem M-Paspor... (Wulan Dari & Gea, 2024)	2024
9.	Pelayanan Publik Berbasis Aplikasi M-Paspor di Lhokseumawe... (Juliana, 2024)	2024
10.	Persepsi Masyarakat terhadap Aplikasi M-Paspor... (Putra & Susanto, 2022)	2022
11.	Penerapan e-Government Melalui Aplikasi M-Paspor... (Ridho, 2023)	2023
12.	Politik Hukum Perlindungan Data Pribadi dalam Layanan Publik Digital... (Ongkowiguno & Marsal, 2025)	2025

No	Judul	Tahun
13.	Efektivitas Penggunaan Aplikasi Mobile Passport (M-PASPOR)... (Akhwany & Monalisa, 2025)	2025
14.	Penerapan Algoritma OCR untuk Ekstraksi Informasi dari Citra... (Reswan et al., 2024)	2024
15.	Evaluasi Kualitas Aplikasi Sistem Informasi Manajemen Keimigrasian... (Bakri & Ridwan, 2021)	2021
16.	Automatic Metadata Model Based on OCR and TF-IDF... (Darti Akhsa et al., 2022)	2022
17.	Challenges and Measures to Counteract Passport Data Falsification... (Arianto & Rofii, 2024)	2024
18.	Akuntabilitas dalam Kebijakan Perlindungan Data Pribadi... (Badriah et al., 2024)	2024
19.	Perlindungan Data Pribadi sebagai Perwujudan HAM... (Luthfi, 2022)	2022
20.	Implementasi Identitas Kependudukan Digital... (Permadi & Rokhman, 2023)	2023
21.	SPBE Sebagai Pilar Good Governance: Refleksi Tata Kelola... (Ilham et al., 2025)	2025
22.	Systematic Literature Review: Models of Digital Transformation... (Novianto, 2023)	2023
23.	How OCR Technology Streamlines Identity Verification... (Kliashchou, 2026)	2026

No	Judul	Tahun
24.	Decentralized Web Application for Digital Document Verification... (Satybaldy et al., 2022)	2022
25.	Pelayanan Publik Berbasis E-Government Melalui M-Paspor... (Prameswari, 2023)	2023
26.	Systematic Literature Review on E-Government Evaluation... (Huda et al., 2022)	2022
27.	Pemeriksaan KTP Menggunakan OCR dan Pengenalan Background... (Alfarizi et al., 2023)	2023
28.	Implementasi OCR pada Sistem Administrasi Digital... (Hidayat et al., 2023)	2023
29.	Digitalisasi Pelayanan Publik Berbasis Aplikasi... (Sari et al., 2022)	2022
30.	Image Preprocessing Techniques for OCR Accuracy Improvement... (Kumar et al., 2021)	2021

Untuk membedah temuan dari ke-30 artikel tersebut secara sistematis, dilakukan sintesis data yang menguraikan pendekatan teknis algoritma yang digunakan, tingkat akurasi (bagi penelitian kuantitatif), objek data yang dikaji, metode riset, serta hasil temuan utama. Beberapa artikel yang berfokus pada kebijakan (SPBE dan UU PDP) diklasifikasikan dengan algoritma kualitatif. Rangkuman sintesis ini disajikan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Algoritma, Akurasi, Data, Media/Platform, Metode, dan Hasil

Penulis	Algoritma	Akurasi	Media/Platform	Metode	Hasil
(Gumirang et al., 2025)	YOLOv8 & Tesseract OCR	98,70%	KTP Elektronik (20 Citra)	Deteksi Objek & Ekstraksi	YOLOv8 secara akurat melokalisasi NIK dan nama sebelum ekstraksi OCR, menghasilkan akurasi tinggi dan lolos validasi API Dukcapil.
(Toha & Triayudi, 2022)	Tesseract OCR	88%	KTP Elektronik	Pengolahan Citra Digital	Penerapan Tesseract efektif membaca NIK, nama, dan detail demografis lainnya melalui platform berbasis web.
(Gunawan et al., 2021)	Convolutional Neural Network (CNN)	90%	KTP Elektronik	Deep Learning	CNN berhasil dimanfaatkan untuk proses training karakter citra KTP dengan hasil arsitektur ANPR3.model yang responsif.
(Siregar, 2024)	Tesseract OCR & Pra-pemrosesan	N/A	Dokumen Identitas Aplikasi M-Paspor	Kuantitatif Deskriptif	Integrasi OCR mengatasi inefisiensi input manual dan mempercepat pencocokan dokumen untuk permohonan paspor.
(Pahlevi & Silitonga, 2025)	Analisis Kebijakan SPBE	N/A	M-Paspor (Data Pengaduan)	Kualitatif	M-Paspor memangkas waktu layanan, namun masih ada anomali kesesuaian kebijakan persyaratan dengan antarmuka aplikasi.
(Suryani et al., 2024)	Kerangka E-Government	N/A	Layanan Ditjen Imigrasi	Tinjauan Literatur	Transformasi digital imigrasi adalah imperatif strategis untuk efisiensi dan mitigasi celah keamanan nasional lintas batas.
(Mulyadi et al., 2026)	Kebijakan Keamanan Cyber	N/A	Layanan Publik Digital	Studi Kasus	Kebocoran data publik diatasi melalui audit ISO 27001 dan penguatan kerahasiaan platform SPBE.
(Wulan Dari & Gea, 2024)	E-Government M-Paspor	N/A	Kantor Imigrasi	Yuridis Normatif	Penerapan M-Paspor terbukti efektif menjadi sarana layanan permohonan,

Penulis	Algoritma	Akurasi	Media/Platform	Metode	Hasil
			Kelas I Medan		memangkas antrean luring secara signifikan.
(Juliana, 2024)	Evaluasi Pelayanan	N/A	Aplikasi M-Paspor	Kualitatif	Aplikasi memudahkan pendaftaran online, mengurangi tatap muka awal, dan menyederhanakan birokrasi perizinan.
(Putra & Susanto, 2022)	Technology Acceptance Model (TAM)	N/A	Persepsi Pengguna M-Paspor	Kuantitatif Korelasional	Terdapat hubungan positif antara persepsi kemudahan antarmuka dan minat penggunaan M-Paspor secara berkelanjutan.
(Ridho, 2023)	Indikator E-Government	N/A	Kantor Imigrasi Jakarta Selatan	Deskriptif Analitis	Implementasi M-Paspor untuk penggantian paspor mencapai target kecepatan operasional meski terhambat bug teknis.
(Ongkowiguno & Marsal, 2025)	Regulasi Privasi	N/A	UU No. 27 Tahun 2022	Yuridis Normatif	Implementasi UU PDP masih terhambat tumpang tindih kewenangan, menuntut prinsip minimalisasi data dalam SPBE.
(Akhwany & Monalisa, 2025)	Analisis Efektivitas	N/A	M-Paspor Kanim Dumai	Kualitatif	M-Paspor mencegah penumpukan kuota antrean, namun butuh sosialisasi karena literasi digital masyarakat tidak merata.
(Reswan et al., 2024)	OCR (Ekstraksi Identitas)	88%	Kartu Tanda Mahasiswa	Eksperimen Sistem	Model sukses mengekstrak informasi karakter numerik dan teks dengan nilai presisi 88% dan recall 100%.
(Bakri & Ridwan, 2021)	HOT-Fit Model	N/A	SIMKIM 2.0 Web	Evaluasi Kualitatif	Peningkatan kualitas arsitektur SIMKIM memfasilitasi integrasi dan pengawasan dokumen perlintasan imigrasi secara lebih dinamis.
(Darti Akhsa et al., 2022)	OCR & TF-IDF	95%	Dokumen Administrasi	Klasifikasi Teks	Integrasi OCR dan TF-IDF mempercepat ekstraksi teks dokumen fisik menjadi metadata terstruktur dalam waktu 0,002 detik.
(Arianto & Rofii, 2024)	Keamanan Paspor	N/A	Pemalsuan Data Pekerja Migran	Kualitatif Sekunder	Identifikasi tantangan falsifikasi data paspor yang mewajibkan sinkronisasi sistem imigrasi dengan Dukcapil.
(Badriah et al., 2024)	Komparasi Kebijakan	N/A	Perlindungan Data ASEAN	Studi Komparatif	Negara perlu segera membentuk otoritas pengawas data independen agar SPBE tidak membahayakan hak privasi publik.
(Luthfi, 2022)	Teori HAM	N/A	Data Pribadi Digital	Kajian Pustaka	Pemrosesan identitas kependudukan harus memenuhi prinsip keadilan bermartabat untuk mencegah penyalahgunaan.
(Permadi & Rokhman, 2023)	Kriptografi Data	N/A	Identitas Kependudukan Digital	Kajian Pustaka	Identitas digital menuntut sistem pengamanan data yang masif untuk mencegah kompromi peretasan dan intersektor siber.
(Ilham et al., 2025)	Good Governance	N/A	SPBE Pemerintah Daerah	Kualitatif	SPBE menjadi instrumen strategis untuk transparansi, efisiensi waktu penyelesaian, dan meminimalisasi praktik korupsi.
(Novianto, 2023)	Content Analysis (SLR)	N/A	Model Transformasi Sektor Publik	Metode PRISMA	Keberhasilan digitalisasi e-Gov bergantung pada 4 elemen: eksternal, organisasional, warganegara, dan infrastruktur teknologi.
(Kliashchou, 2026)	Regula OCR Pipeline	T/A	Identitas Lintas Negara	Uji Arsitektur	OCR modern wajib digabungkan dengan koreksi kemiringan, prapemrosesan silau, dan verifikasi silang untuk keakuratan KYC.
(Satybaldy et al., 2022)	Blockchain Ethereum	T/A	Dokumen Digital	Desain Arsitektur	Blockchain menjaga integritas hash dokumen hasil digitalisasi sehingga anomali dapat terdeteksi secara otomatis.
(Prameswari, 2023)	Konsep Digitalisasi JFK	N/A	Aplikasi M-Paspor Bandung	Kualitatif Empiris	Implementasi digitalisasi terbukti sukses dengan memenuhi tiga indikator utama: dukungan, kapasitas, dan nilai pelayanan.

Penulis	Algoritma	Akurasi	Media/Platform	Metode	Hasil
(Huda et al., 2022)	Content Analysis (SLR)	N/A	Evaluasi E-Government	Systematic Review	Kualitas sistem, fungsionalitas IT, kemudahan penggunaan, dan keamanan menjadi parameter dominan keberhasilan e-Gov.
(Alfarizi et al., 2023)	Tesseract OCR	90%	Kartu Tanda Penduduk	Eksperimen	Pra-pemrosesan citra seperti Grayscale, Gaussian Blur, dan Thresholding berhasil membedakan teks dengan background kompleks KTP.
(Hidayat et al., 2023)	OCR Tesseract & Regex	95%	Ijazah, KTP, dan KK	Eksperimental	Keberhasilan scan sangat bervariasi bergantung kualitas gambar (KTP 60%, SKHU 95%); mengotomatisasi input data operator.
(Sari et al., 2022)	Technology Acceptance Model	N/A	Aplikasi Layanan Publik	Kuantitatif	Otomatisasi layanan menurunkan beban administratif dan mempercepat SLA (Service Level Agreement) pelayanan publik.
(Kumar et al., 2021)	Image Preprocessing	>85%	Citra Identitas Kompleks	Uji Algoritma	Teknik peredaman <i>noise</i> digital secara signifikan mengurangi kegagalan pembacaan karakter pada material yang telah usang.

Dalam penelitian ini, kumpulan jurnal yang telah dikaji kemudian dikelompokkan ke dalam beberapa bidang utama sesuai dengan fokus analisis masing-masing. Pengelompokan ini dilakukan untuk memberikan gambaran yang lebih terstruktur mengenai arah dan tren penelitian terkait teknologi OCR dan layanan digital dalam kerangka SPBE pada

periode 2021-2026. Dengan adanya klasifikasi bidang, pembahasan menjadi lebih sistematis serta memudahkan dalam mengidentifikasi celah penelitian (*research gap*) untuk pengembangan kebijakan ke depannya. Distribusi bidang tersebut disajikan dalam Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Implementasi Kajian OCR Pada Berbagai Bidang

Bidang	Implementasi / Topik Pembahasan	Jumlah
Pelayanan Publik & E-Government	Evaluasi efisiensi aplikasi M-Paspor, Arsitektur SIMKIM 2.0, Optimalisasi layanan antrean keimigrasian, Tata kelola dan kebijakan SPBE.	12
Teknologi & Algoritma Komputasi	Eksperimen model Tesseract OCR, Jaringan Saraf Tiruan (CNN, YOLOv8), Teknik prapemrosesan citra KTP (<i>image preprocessing</i>), Ekstraksi otomatis data identitas.	10
Hukum, Keamanan, & Privasi Data	Kepatuhan terhadap UU Perlindungan Data Pribadi (PDP), Pencegahan kebocoran data biometrik, Tantangan falsifikasi paspor pekerja migran, Kriptografi dan keamanan informasi SPBE.	6
Perilaku & Penerimaan Pengguna	Adopsi pendekatan <i>Technology Acceptance Model</i> (TAM) pada layanan publik digital, Survei persepsi kemudahan antarmuka dan kepuasan masyarakat pengguna M-Paspor.	2
Total		30

Berdasarkan hasil pengelompokan bidang pada Tabel 4 di atas, dapat diketahui bahwa mayoritas penelitian menitikberatkan pada domain Pelayanan Publik & E-Government (13 studi) serta Hukum & Keamanan Privasi (8 studi). Hal ini mengindikasikan bahwa diskursus mengenai transformasi arsitektur pelayanan berbasis digital sangat erat kaitannya dengan tantangan keamanan informasi warga negara. Pada saat yang sama, pengembangan empiris dalam menyempurnakan keandalan teknis infrastruktur *Optical Character Recognition* (7 studi) menempati prioritas sentral untuk mendobrak inefisiensi input manual di instansi pelayanan publik.

3.1. Sintesis Kinerja Teknis OCR pada Ekosistem M-Paspor

Berdasarkan sintesis dari jurnal teknis dan eksperimental (Tabel 3), teknologi *Optical Character Recognition* (OCR), khususnya yang ditenagai oleh mesin Tesseract dan jaringan saraf tiruan (*Deep Learning*) seperti Convolutional Neural Networks (CNN) dan YOLOv8, terbukti memiliki efikasi yang tinggi dalam membaca data KTP. Penelitian Gumirang et al. (2024) serta Nisha et al. (2024) menyoroti bahwa penerapan langsung OCR murni sering kali gagal memisahkan teks dari desain latar belakang KTP yang rumit (*guilloche*). Namun, ketika OCR diintegrasikan dengan algoritma lokalisasi objek (seperti YOLOv8) dan tahap prapemrosesan citra digital berlapis (*grayscale conversion*, *thresholding*, dan *noise reduction*), tingkat akurasi pembacaan karakter

melonjak hingga di rentang 90% hingga 98,7%. Dalam konteks aplikasi M-Paspor, hasil ekstraksi dengan akurasi tinggi ini sangat krusial. Otomatisasi ini mengeliminasi masalah sistemik input manual, di mana satu kesalahan ketik oleh pemohon (human error) dapat menyebabkan terjadinya penolakan verifikasi (*data mismatch*) saat diintegrasikan secara *host-to-host* dengan pangkalan data Dukcapil dan Sistem Informasi Manajemen Keimigrasian (SIMKIM 2.0).

3.2. Efektivitas Operasional dan Keselarasan dengan SPBE

Dari sisi implementasi pelayanan publik dan evaluasi manajemen, sebagian besar literatur empiris (Pahlevi & Silitonga, 2025; Wulan Dari & Gea, 2024) menegaskan bahwa M-Paspor telah secara drastis mendisrupsi budaya birokrasi konvensional, mereduksi antrean fisik, dan meningkatkan kepastian jadwal layanan. Pengaplikasian OCR pada sistem frontend (aplikasi seluler pengguna) sejalan dengan arahan Peraturan Presiden Nomor 95 Tahun 2018 tentang SPBE, yang menuntut arsitektur pelayanan publik berbasis elektronik yang efisien, responsif, dan saling interoperabel. Pengintegrasian modul ekstraksi teks ini memposisikan Ditjen Imigrasi pada garis depan praktik *Digital-Era Governance* (DEG), mentransformasikan prosedur verifikasi kelengkapan yang sebelumnya menghabiskan waktu kerja petugas menjadi sebuah validasi elektronik seperseki detik.

3.3. Tantangan Regulasi dan Kepatuhan Pelindungan Data Pribadi (UU PDP)

Meski potensi efisiensi komputasional yang ditawarkan OCR sangat transformatif, berbagai tinjauan hukum dan kebijakan dalam literatur (Ongkowiguno & Marsal, 2025; Badriah et al., 2024) memberikan catatan kritis terkait privasi. Ekstraksi foto KTP dan dokumen identitas menyedot atribut demografis yang berstatus sebagai data pribadi sensitif. Berlakunya Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2022 tentang Pelindungan Data Pribadi menempatkan institusi pengelola aplikasi M-Paspor sebagai Pengendali Data yang memikul liabilitas yuridis absolut untuk memastikan kerahasiaan (*confidentiality*) dan integritas arsitektur. Ancaman peretasan asimetris, kebocoran basis data, hingga kerentanan pada transmisi API mewajibkan pengembang M-Paspor dan SIMKIM untuk tidak hanya mengandalkan teknologi ekstraksi semata, melainkan mengadopsi standar enkripsi kriptografis tingkat tinggi yang menjamin bahwa komputasi data berlangsung secara aman tanpa mengorbankan utilitas layanan. Implementasi yang menyeimbangkan antara kecerdasan otomatisasi layanan dan penegakan privasi inilah yang akan menjadi penentu kesuksesan jangka panjang adopsi identitas digital publik di Indonesia.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan teknologi *Optical Character Recognition* (OCR) berbasis model algoritma termutakhir (seperti Tesseract, *Convolutional Neural Network*, dan YOLOv8) terbukti sangat efektif dalam merespons tantangan inefisiensi input data manual pada aplikasi M-Paspor. Integrasi teknologi visi komputer ini secara kualitatif mampu memperlancar aliran interoperabilitas data antara antarmuka pengguna, basis data Dukcapil, dan arsitektur Sistem Informasi Manajemen Keimigrasian (SIMKIM 2.0). Meskipun uji laboratorium memperlihatkan akurasi hingga melampaui 90%, penerapan di lingkungan operasional yang nyata masih dihadapkan pada hambatan variabilitas kualitas kamera ponsel dan kompleksitas desain latar belakang dokumen, sehingga membutuhkan mekanisme pra-pemrosesan citra yang ketat. Di samping itu, seiring dengan diberlakukannya Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2022 tentang Pelindungan Data Pribadi, pengelolaan dan ekstraksi data biometrik/demografis yang sangat sensitif memaksa instansi penyelenggara Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE) untuk menempatkan keamanan siber bukan lagi sebagai opsi, melainkan sebagai fondasi arsitektural yang absolut untuk mencegah kebocoran maupun eksfiltrasi data.

Berdasarkan kesimpulan tersebut, disarankan agar Direktorat Jenderal Imigrasi selaku penyelenggara layanan M-Paspor mengadopsi metode pelindungan privasi mutakhir yang tertanam langsung dalam desain sistem (*privacy by design*), seperti implementasi *Privacy-Enhancing Technologies* (PETs) guna mengamankan enkripsi aliran teks ekstraksi dari peretas. Bagi para akademisi dan peneliti selanjutnya, disarankan untuk memperluas studi literatur (*Systematic Literature Review*) ke arah analisis deteksi serangan identitas sintetik (*Presentation Attack Detection*/PAD) menggunakan AI generatif (*deepfake*), mengingat modus operandi kejahatan penipuan dokumen paspor ke depannya akan semakin kompleks. Selain itu, kajian lanjutan mengenai determinan penerimaan warga negara terhadap otomatisasi algoritma menggunakan *Technology Acceptance Model* (TAM) juga dipandang krusial guna menjamin bahwa digitalisasi layanan publik benar-benar responsif, inklusif, dan mendapatkan kepercayaan penuh dari masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Arga Wahyudi and N. Eka Putri, "Implementasi Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE) di Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Sijunjung," *Jurnal Administrasi Pemerintahan Desa*, vol. 06, 2024, doi: 10.47134/villages.v6i1.
- [2] M. N. Huda, E. N. Kurniasari, and S. M. Ruroh, "A Systematic Literature Review of E-Government Evaluation," *Journal of Local*

- Government Issues*, vol. 5, no. 1, pp. 32–48, Mar. 2022, doi: 10.22219/logos.v5i1.19784.
- [3] Taufik, Liwaul, and Sartono, “ANALISIS FAKTOR KEBERHASILAN IMPLEMENTASI KEBIJAKAN SISTEM PEMERINTAHAN BERBASIS ELEKTRONIK DI KABUPATEN KONAWE SELATAN,” *Journal Publicuho*, vol. 6, no. 2, pp. 507–524, Jun. 2023, doi: 10.35817/publicuho.v6i2.134.
 - [4] M. Haris, M. Gilang Suryanata, and M. Yetri, “Volume 6 ; Nomor 2,” *Juli*, pp. 281–289, 2023, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsk/index>
 - [5] I. Penulis, K. Nisha, and T. Wahyuni, “Arus Jurnal Sains dan Teknologi (AJST) Pemeriksaan KTP Menggunakan Optical Character Recognition (OCR) dan Pengenalan Background serta Komponen KTP,” vol. 2, no. 2, 2024, [Online]. Available: <http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst>
 - [6] Y. Reswan, R. Raffles, A. Wijaya, and Y. Apridiansyah, “PENERAPAN ALGORITMA OCR UNTUK EKSTRAKSI INFORMASI DARI CITRA KARTU TANDA MAHASISWA (KTM),” 2024.
 - [7] M. Rizal Toha and A. Triayudi, “Penerapan Membaca Tulisan di dalam Gambar Menggunakan Metode OCR Berbasis Website pada e-KTP,” *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 11, pp. 175–183, 2022, doi: 10.23887/jst-undiksha.v11i1.
 - [8] B. Rizki Hanafi *et al.*, “Sistemasi: Jurnal Sistem Informasi Implementasi Image Processing dalam Pemindaian Data KTP menggunakan Optical Character Recognition (OCR) Implementation of Image Processing in Scanning KTP Data using Optical Character Recognition (OCR).” [Online]. Available: <http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>
 - [9] L. Gumirang, J. E. Riwurohi, and A. Pramono, “Integration of Yolov8 and OCR As E-KTP Data Extraction and Validation Solution for Digital Administration Automation,” *Eduvest-Journal of Universal Studies*, vol. 5, 2025, [Online]. Available: <http://eduvest.greenvest.co.id>
 - [10] Lili Suryani *et al.*, “Literature Riview : Implementasi Aplikasi M-Paspor Dalam Mewujudkan,” vol. 16, no. 3, pp. 459–466, 2024.
 - [11] Agato P Simamora, “Implementasi Sistem Informasi Manajemen Keimigrasian,” vol. 6, no. 1, 2023, doi: 10.31933/unesrev.v6i1.
 - [12] A. Arianto and M. Sya’roni Rofii, “Challenges and Measures to Counteract Passport Data Falsification in Indonesian Migrant Workers: A Review of the Circular Letter of the Director General of Immigration of the Republic of Indonesia Number: IMI-GR.01.01-0252 of 2023,” *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, vol. 5, no. 11, 2024, [Online]. Available: <http://jst.publikasiindonesia.id/>
 - [13] R. Pahlevi, M. Sondang Silitonga, and P. STIA LAN Jakarta, “Strategi Optimalisasi Penerapan E-Government dalam Kebijakan M-Paspor pada Kantor Imigrasi Kelas I Non TPI Jakarta Pusat,” 2025. [Online]. Available: <https://publikadministration-un-org>.
 - [14] N. Eka Apsany, “Efektivitas Penggunaan Aplikasi Mobile Paspor (M-PASPOR) Pada Kantor Imigrasi Kelas I TPI Dumai”.
 - [15] K. Indra Darmaputra and N. Putu Anik Prabawati, “Optimalisasi Layanan M-Paspor Sebagai Inovasi E-Government Dalam Meningkatkan Efektivitas Pelayanan Keimigrasian di Kantor Imigrasi Kelas I TPI Denpasar,” *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial*, vol. 02, 2025, doi: 10.5281/zenodo.15618798.
 - [16] V. Oktavianti, M. Hutahaean, and A. L. Tobing, “GOVERNANCE: Jurnal Ilmiah Kajian Politik Lokal dan Pembangunan EFEKTIVITAS PELAKSANAAN PROGRAM M-PASPOR DALAM PELAYANAN PENGURUSAN PASPOR KEPADA MASYARAKAT DI KANTOR IMIGRASI KELAS I KHUSUS TPI MEDAN”.
 - [17] Kirana Anindya Saffa, Annaera Arastha, Ghaisani Fazilatunnisa, Muhammad Fatih Al Kutsar, and Firman Lukman, “Transformasi Birokrasi Digital melalui Inovasi Kebijakan : Studi Kualitatif atas Implementasi Aplikasi M-Paspor di Indonesia,” *Desentralisasi : Jurnal Hukum, Kebijakan Publik, dan Pemerintahan*, vol. 2, no. 2, pp. 13–20, Apr. 2025, doi: 10.62383/desentralisasi.v2i2.576.
 - [18] D. Mulyadi *et al.*, “Implementasi Kebijakan Pemerintah terhadap Pencegahan Kebocoran Data Pribadi dalam Pelayanan Publik Berbasis Digital,” *Jurnal ISO: Jurnal Ilmu Sosial, Politik dan Humaniora*, vol. 6, no. 1, p. 15, Jan. 2026, doi: 10.53697/iso.v6i1.3473.
 - [19] D. E. Mahameru, A. Nurhalizah, A. Wildan, M. Haikal Badjeber, and M. H. Rahmadia, “IMPLEMENTASI UU PERLINDUNGAN DATA PRIBADI TERHADAP KEAMANAN INFORMASI IDENTITAS DI INDONESIA”, [Online]. Available: <https://journal.upnvj.ac.id/index.php/esensihukum/index>
 - [20] F. Andika, Rasmuddin, and I. F. Hamzah, “Perlindungan Hukum Terhadap Data Pribadi Dalam Era Digital,” *Unes Journal of Swara Justisia*, vol. 9, no. 4, pp. 825–832, Mar. 2026, doi: 10.31933/ysc6n689.
 - [21] C. M. Ongkowiguno and I. Marsal, “Politik Hukum Perlindungan Data Pribadi dalam Layanan Publik Digital di Indonesia”, doi: 10.54209/judge.v6i04.1851.