

PENGEMBANGAN SISTEM PAKAR MTBS BERBASIS WEBSITE MENGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING

Shalwa Azizah Rananda Sudirman¹, Elfi Fauziah²

¹Informatics Engineering, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

²Informatics Engineering, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

¹shalwazizah17@gmail.com, ²dosen00475@unpam.ac.id

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Received Nov 27, 2025

Revised Dec 06, 2025

Accepted Dec 06, 2025

Abstract – This study presents the development of a web-based expert system that digitizes the Integrated Management of Childhood Illness (IMCI) decision-making workflow for children aged two months to five years. The system applies the Forward Chaining inference method to process user-entered symptoms and produce diagnostic results that follow the official IMCI clinical flow. The application was built using a modern full-stack architecture consisting of SvelteKit, Node.js, and MySQL. Functional validation through Black Box testing showed 100% conformity with predetermined specifications, while White Box testing confirmed the correctness and consistency of the rule-matching mechanism using JSON-based exact-match identification. A clinical accuracy test involving historical patient cases produced an accuracy rate of 90.7%, demonstrating that the system reliably emulates IMCI diagnostic reasoning. This research contributes a validated and efficient digital tool that supports early detection of childhood illnesses, improves diagnostic consistency, and strengthens primary healthcare services, particularly in facilities with limited IMCI-trained personnel.

Keywords: Child Diagnosis; Expert System; Forward Chaining; IMCI; Public Health.

Corresponding Author:

Shalwa Azizah R.S.

Email:

shalwazizah17@gmail.com



This is an open access article under the [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

Abstrak Indonesia – Penelitian ini mengembangkan sistem pakar berbasis website yang mendigitalisasi alur pengambilan keputusan Manajemen Terpadu Balita Sakit (MTBS) untuk anak usia dua bulan hingga lima tahun. Sistem menerapkan metode inferensi Forward Chaining untuk memproses gejala yang dimasukkan pengguna dan menghasilkan diagnosis yang sesuai alur MTBS resmi. Aplikasi dibangun menggunakan arsitektur full-stack modern, yaitu SvelteKit, Node.js, dan MySQL. Hasil pengujian fungsional (Black Box) menunjukkan tingkat kepatuhan 100% terhadap spesifikasi, sedangkan pengujian White Box memastikan mekanisme pencocokan aturan berbasis JSON berjalan secara tepat dan konsisten. Uji akurasi klinis menggunakan data kasus historis menghasilkan tingkat akurasi 90,7%, yang menunjukkan bahwa sistem mampu meniru penalaran diagnostik MTBS dengan andal. Penelitian ini menghasilkan alat digital yang tervalidasi dan efisien untuk mendukung deteksi dini penyakit balita, meningkatkan konsistensi diagnosis, dan memperkuat layanan kesehatan primer, khususnya pada fasilitas dengan keterbatasan tenaga terlatih MTBS.

Kata Kunci: Diagnosis Balita, Forward Chaining, Kesehatan Publik, MTBS, Sistem Pakar

1. PENDAHULUAN

Masalah kesakitan dan kematian pada balita masih menjadi isu kesehatan yang menuntut perhatian khusus, terutama di negara berkembang. Untuk mengatasinya, WHO dan UNICEF memperkenalkan Manajemen Terpadu Balita Sakit (MTBS) sebagai pedoman baku dalam mengidentifikasi dan menangani penyakit yang sering menyerang balita. Namun, implementasi MTBS di berbagai fasilitas kesehatan primer, seperti puskesmas, belum berjalan optimal. Proses pemeriksaan masih bergantung pada buku panduan dan bagan fisik, sehingga diagnosis sering berlangsung lambat, tidak konsisten, dan sangat bergantung pada pengalaman tenaga kesehatan yang terbatas. Ketergantungan pada prosedur manual ini meningkatkan risiko kesalahan klasifikasi dan keterlambatan penanganan yang seharusnya dapat dihindari.

Seiring dengan upaya pemerintah untuk mempercepat digitalisasi layanan kesehatan, dibutuhkan solusi yang mampu mengotomatisasi dan menyeragamkan proses penilaian klinis MTBS. Dalam bidang ilmu komputer, sistem pakar telah lama dimanfaatkan untuk meniru proses pengambilan keputusan seorang ahli melalui mekanisme penalaran tertentu. Metode *Forward Chaining* menjadi salah satu pendekatan yang paling sesuai karena bekerja berdasarkan urutan fakta/gejala yang diinput, sehingga dapat meniru langkah pemeriksaan MTBS yang bersifat bertahap.

Beberapa penelitian mengenai digitalisasi MTBS telah dilakukan, namun sebagian besar belum mengintegrasikan pedoman MTBS terbaru tahun 2022 dan belum melalui proses validasi klinis yang ketat. Selain itu, sebagian besar sistem sebelumnya masih menggunakan teknologi konvensional dan belum memanfaatkan arsitektur aplikasi modern yang mendukung kinerja lebih cepat dan stabil.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merancang, membangun, dan memvalidasi sistem pakar berbasis *website* yang menerapkan metode *Forward Chaining* untuk membantu tenaga kesehatan melakukan diagnosis awal sesuai pedoman MTBS. Sistem ini tidak hanya mengotomatisasi proses klasifikasi penyakit balita, tetapi juga memastikan konsistensi hasil diagnosis melalui integrasi aturan MTBS terbaru dan pengujian akurasi klinis menggunakan data kasus nyata. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam bentuk solusi digital yang praktis, cepat, dan akurat, sehingga dapat mendukung peningkatan kualitas layanan kesehatan primer.

2. PENELITIAN YANG TERKAIT

Penelitian terkait sistem pakar dan penerapan MTBS telah banyak dilakukan, khususnya dalam memanfaatkan metode *Forward Chaining* untuk mendukung proses penalaran klinis. Fitriany (2020) menunjukkan bahwa *Forward Chaining* mampu meniru proses diagnosis berurutan melalui pengolahan fakta yang disampaikan oleh pengguna, sehingga metode ini relevan untuk kasus-kasus medis yang memerlukan alur pemeriksaan sistematis. Temuan tersebut menjadi dasar bahwa pendekatan penalaran berbasis aturan cocok untuk diterapkan pada pedoman MTBS yang memiliki langkah klasifikasi berurutan.

Dalam hal digitalisasi MTBS, Yusuf dan Amelia (2021) mengembangkan sistem pakar berbasis web untuk membantu petugas puskesmas mendeteksi penyakit balita. Meskipun sistem tersebut berhasil memberikan rekomendasi awal, penelitian tersebut belum memanfaatkan pedoman MTBS terbaru dan tidak mencantumkan pengujian akurasi terhadap data kasus nyata. Lestari dan Nurhadi (2023) juga menciptakan aplikasi MTBS berbasis *website* menggunakan metode serupa, namun pendekatannya masih terbatas pada pengujian fungsional dan belum menyertakan validasi klinis untuk memastikan kesesuaian hasil diagnosis dengan praktik lapangan.

Studi lain menunjukkan perkembangan dalam implementasi sistem pakar menggunakan teknologi web modern, namun sebagian besar belum mengadopsi arsitektur *full-stack* yang mendukung performa lebih tinggi seperti SvelteKit dan Node.js. Selain itu, beberapa penelitian sebelumnya masih menggunakan struktur basis data konvensional yang kurang fleksibel dalam menyimpan aturan klinis yang kompleks. Belum adanya penggunaan JSON sebagai media penyimpanan *rule base* juga menyebabkan proses pencocokan gejala berjalan kurang efisien.

Berdasarkan tinjauan tersebut, dapat disimpulkan bahwa masih terdapat kebutuhan akan sistem pakar MTBS yang: (1) mengacu pada pedoman MTBS terbaru, (2) menerapkan metode inferensi yang divalidasi secara struktural, (3) menggunakan teknologi aplikasi modern untuk meningkatkan performa, dan (4) memiliki pengujian akurasi klinis terhadap data kasus nyata. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan

menghadirkan sistem pakar berbasis web yang mengintegrasikan *Forward Chaining*, arsitektur *full-stack* modern, serta validasi menyeluruh untuk meningkatkan keandalan diagnosis MTBS.

3. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian ini dirancang untuk menghasilkan sistem pakar berbasis website yang mampu mendukung proses klasifikasi penyakit balita sesuai pedoman MTBS terbaru. Tahapan penelitian mencakup proses pengumpulan kebutuhan, perancangan sistem, implementasi mekanisme inferensi, serta validasi melalui pengujian fungsional dan klinis.

A. Pengumpulan Data dan Kebutuhan Sistem

Data utama yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pedoman resmi MTBS yang diterbitkan oleh Kementerian Kesehatan RI. Dokumen tersebut dijadikan dasar dalam penyusunan gejala, pertanyaan pemeriksaan, serta aturan klasifikasi penyakit. Selain itu, data historis kasus balita digunakan untuk menguji akurasi sistem dalam menghasilkan diagnosis. Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi fitur inti, seperti input gejala, alur pertanyaan, mekanisme penalaran, serta penyajian hasil klasifikasi.

B. Perancangan Sistem

Proses perancangan dilakukan melalui pendekatan berorientasi objek, meliputi pembuatan diagram arsitektur sistem, Entity Relationship Diagram (ERD), dan sequence diagram. Database dirancang menggunakan MySQL dengan struktur rule base yang disimpan dalam format JSON untuk mempermudah proses pencocokan gejala. Sistem dibangun menggunakan arsitektur *full-stack* modern, yaitu *SvelteKit* sebagai frontend, *Node.js* sebagai backend service, dan MySQL sebagai penyimpanan data.

C. Implementasi Metode *Forward Chaining*

Metode *Forward Chaining* diterapkan sebagai logika utama sistem pakar. Mekanisme ini dimulai dari gejala-gejala yang diinput pengguna, kemudian sistem menelusuri aturan dalam basis pengetahuan untuk menemukan kecocokan. Proses pencocokan dilakukan dengan memanfaatkan fungsi *JSON_CONTAINS* dan *JSON_LENGTH* sehingga hanya aturan yang memenuhi kombinasi gejala lengkap yang dipilih sebagai hasil diagnosis. Dengan pendekatan ini, penalaran sistem menjadi deterministik, konsisten, dan sesuai dengan alur pemeriksaan MTBS.

D. Prosedur Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dalam tiga tahap utama :

a) Pengujian Fungsional (*Black Box Testing*)

Pengujian ini bertujuan memastikan seluruh fitur dapat dijalankan sesuai rancangannya. Tujuh modul utama diuji, termasuk input data pasien, proses pemeriksaan gejala, pengelolaan akun petugas, hingga penyajian hasil diagnosis.

b) Pengujian Logika (*White Box Testing*)

Tahap ini mengevaluasi alur logika pada backend, khususnya proses eksekusi aturan *Forward Chaining*. Pemeriksaan dilakukan terhadap jalur logika, fungsi pencocokan gejala, dan struktur data berbasis JSON yang digunakan dalam rule base.

c) Pengujian Akurasi Klinis

Pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosis sistem dengan diagnosis manual pada data kasus balita yang telah tervalidasi. Tingkat akurasi dihitung untuk menilai kemampuan sistem dalam meniru penalaran klinis MTBS.

E. Alur Penelitian

Secara umum, proses penelitian mengikuti alur:

- (1) identifikasi masalah dan kebutuhan,
- (2) penyusunan basis pengetahuan MTBS,
- (3) perancangan arsitektur dan database,
- (4) implementasi aplikasi berbasis web,
- (5) pengujian fungsional, struktural, dan akurasi, serta
- (6) analisis hasil untuk menarik kesimpulan.

Metode ini dipilih untuk memastikan bahwa sistem yang dibangun tidak hanya memenuhi aspek teknis, tetapi juga memiliki validitas klinis yang dapat dipertanggungjawabkan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

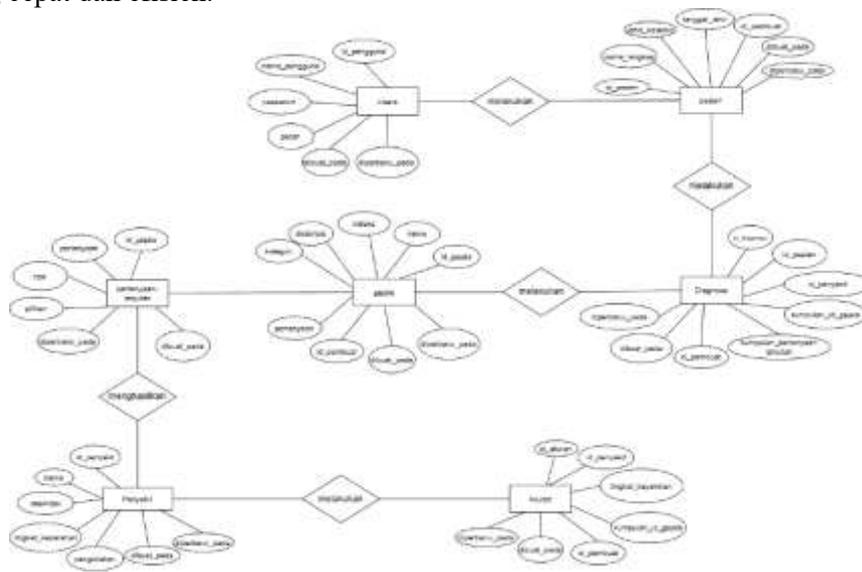
Bagian ini memuat pemaparan temuan penelitian serta analisis yang diperoleh berdasarkan pengujian yang telah dilakukan.

A. Arsitektur dan Hasil Perancangan Sistem

Perancangan sistem pakar ini berfokus pada dua komponen utama: fondasi data yang solid dan alur fungsional yang sistematis.

1. Perancangan Basis Data

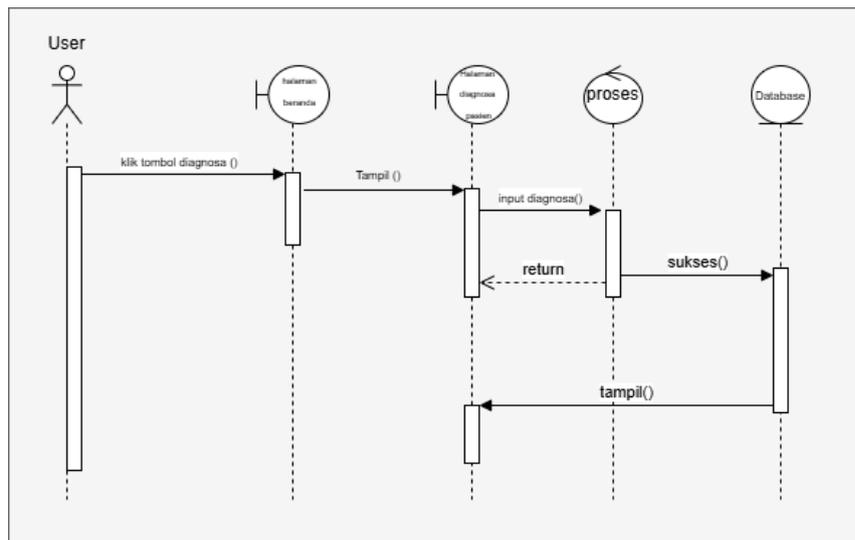
Fondasi data dirancang secara spesifik untuk secara logis mendukung mekanisme inferensi Forward Chaining. Meskipun sistem memiliki tujuh entitas kunci, tabel aturan (Rule Base) adalah komponen sentral dari mesin inferensi. Untuk optimasi kecepatan dan fleksibilitas, ID gejala dan pertanyaan lanjutan disimpan sebagai *array* JSON dalam satu kolom, memungkinkan pengambilan aturan yang cepat dan efisien.



Gambar 1. ERD Sistem Pakar MTBS

2. Alur Fungsional

Alur fungsional sistem, yang divalidasi melalui *Sequence Diagram*, menegaskan bahwa proses diagnosis berjalan secara sekuensial dan berurutan, sesuai dengan hierarki pemeriksaan MTBS. Secara khusus, diagram ini menjelaskan interaksi objek saat diagnosis dilakukan: Pengguna mengirimkan *input* gejala, yang diterima oleh objek Proses (*Backend*), kemudian memicu *query* ke *Database* untuk mencari aturan yang cocok.



Gambar 2. *Sequence Diagram* Proses Diagnosa Pasien

B. Hasil Pengujian Sistem dan Validasi Logika

Verifikasi perangkat lunak dilakukan untuk menjamin keandalan dan konsistensi sistem pakar.

1. Uji Fungsionalitas (*Black Box Testing*)

Pengujian fungsional pada tujuh modul utama, termasuk autentikasi dan proses diagnosa inti, menunjukkan kepatuhan 100% terhadap spesifikasi yang dirancang. Sistem berhasil memvalidasi seluruh alur, mulai dari input data hingga output klasifikasi risiko. Validasi klinis penting, seperti batasan usia balita (2 bulan hingga 5 tahun), terkonfirmasi berfungsi dengan baik, menunjukkan integritas fungsional sistem.

Tabel 1. Ringkasan Hasil *Blackbox Testing*

No.	Menu	Butir Uji	Jenis Pengujian
1.	<i>Login</i>	Hak akses pengguna sesuai peran (admin/petugas) dan validasi email & password.	<i>Blackbox</i>
2.	Menginput Data Pasien	Mengisi data pasien, validasi umur (2 bulan–5 tahun), dan penyimpanan data	<i>Blackbox</i>
3.	Melakukan Diagnosa Pasien	Proses menjawab pertanyaan MTBS, navigasi pertanyaan, dan perhitungan hasil diagnosa.	<i>Blackbox</i>
4.	Melihat & Menyimpan Hasil Diagnosa	Menampilkan hasil diagnosa lengkap, rekomendasi penanganan, dan fitur “Simpan/Cetak”.	<i>Blackbox</i>
5.	Mengelola Akun Petugas (Admin)	Menambah, mengubah, dan menghapus akun petugas.	<i>Blackbox</i>
6.	Melihat Daftar Pasien	Menampilkan daftar pasien, pencarian data, dan tampilan detail.	<i>Blackbox</i>
7.	Logout	Keluar dari sistem dan mengakhiri sesi pengguna	<i>Blackbox</i>

2. Uji Verifikasi Logika (*White Box Testing*)

Pengujian struktural pada lapisan *backend* membuktikan bahwa logika *Forward Chaining* dieksekusi secara ketat. Mekanisme pencocokan aturan di basis data MySQL diverifikasi berhasil menggunakan fungsi *JSON_CONTAINS* dan *JSON_LENGTH* untuk memastikan penalaran sistem bersifat deterministik dan konsisten (*exact match*). Verifikasi ini menjamin bahwa sistem pakar hanya menghasilkan diagnosis ketika kombinasi gejala pasien benar-benar sesuai dengan *rule* yang ditetapkan dalam pedoman MTBS.

3. Hasil Akurasi Kuantitatif

Secara kuantitatif, untuk memvalidasi efektivitas klinis, sistem diuji menggunakan data kasus historis. Tingkat akurasi klinis sistem yang diukur melalui uji hipotesis menunjukkan capaian impresif, yaitu 90,7%.

C. Pembahasan Kritis dan Implikasi

Capaian akurasi 90,7% menegaskan bahwa sistem kami sukses mereplikasi keahlian diagnostik MTBS dengan andal. Otomatisasi alur MTBS, yang awalnya lambat dan rentan kesalahan, kini didukung oleh kinerja *runtime* yang unggul berkat arsitektur *full-stack* modern (*Node.js/SvelteKit*) yang dipilih. Secara klinis, aplikasi ini sangat berharga, terutama bagi petugas kesehatan dengan pelatihan MTBS yang terbatas. Keluaran sistem, seperti rekomendasi "rujuk segera" apabila ditemukan Tanda Bahaya Umum (TBU), secara fundamental meminimalkan risiko kesalahan dan ambiguitas penanganan darurat. Hal ini mendukung desentralisasi pengetahuan klinis MTBS dan secara langsung meningkatkan kecepatan serta konsistensi layanan kesehatan primer di wilayah dengan akses terbatas.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang mendalam, pengembangan aplikasi *website* Sistem Pakar Manajemen Terpadu Balita Sakit (MTBS) menggunakan metode *Forward Chaining* telah berhasil diimplementasikan, mereplikasi alur klasifikasi MTBS untuk balita usia 2 bulan hingga 5 tahun secara akurat. Verifikasi teknis (*White Box Testing*) membuktikan bahwa logika inferensi *Forward Chaining* dieksekusi secara efisien dan konsisten, didukung oleh mekanisme pencocokan set gejala berbasis JSON yang ketat di tingkat basis data. Aplikasi ini terbukti berfungsi optimal (*Black Box Testing*), menghasilkan diagnosis yang akurat dan konsisten dengan rekomendasi tindakan sesuai standar MTBS, serta mencapai tingkat akurasi klinis yang tinggi, yaitu 90,7%. Dengan demikian, sistem ini menyediakan instrumen digital yang efisien untuk mendesentralisasi pengetahuan klinis MTBS, secara signifikan meningkatkan kecepatan dan konsistensi pelayanan kesehatan primer, khususnya di wilayah dengan keterbatasan akses layanan. Rencana penelitian lanjutan dapat berfokus pada integrasi *Application Programming Interface* (API) dengan sistem informasi Puskesmas yang sudah ada untuk optimalisasi dan pertukaran data secara *real-time*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggraini, R., Yani, F. F., & Rasyid, R. (2022). Analisis implementasi manajemen terpadu balita sakit (MTBS) terhadap kualitas pelayanan MTBS di Puskesmas Kota Padang. *JIK (Jurnal Ilmu Kesehatan)*, 6(2), 339-346.
- [2] Fitriany, F. (2020). Implementasi sistem pakar forward chaining untuk diagnosis penyakit paru-paru. *Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi*.
- [3] Lestari, D. M., & Nurhadi, H. (2023). Aplikasi sistem pakar MTBS untuk diagnosa dini penyakit balita berbasis website menggunakan forward chaining. *Jurnal Ilmiah*
- [4] Yusuf, R., & Amelia, V. (2021). Implementasi forward chaining pada sistem pakar MTBS berbasis web untuk deteksi penyakit balita di puskesmas. *Jurnal Ilmiah*.
- [5] Widodo, T. (2020). *Teori basis data*. Media Komputindo.
- [6] Badan Pusat Statistik. (2023). Data pelayanan puskesmas di Indonesia. <https://www.bps.go.id>.
- [7] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). Digitalisasi pelayanan kesehatan di puskesmas. <https://www.kemkes.go.id>.
- [8] World Health Organization. (2022). Expert systems in health education and diagnosis. <https://www.who.int>.
- [9] Sudirman, S. A. R. (2025). *Pengembangan aplikasi website berbasis sistem pakar dalam penerapan*

- manajemen terpadu balita sakit (MTBS) menggunakan metode forward chaining*. Skripsi, Universitas Pamulang.
- [10] Benedikt, L., Joshi, C., Nolan, L., De Wolf, N., & Schouten, B. (2020). Optical Character Recognition and Machine Learning Classification of Shopping Receipts.
- [11] Cahyo, N. D. W. I. (2019). Pengenalan Nomor Plat Kendaraan Dengan Metode Optical Character Recognition. *Ubiquitous: Computers and Its Applications Journal*, 2, 75–84. <https://doi.org/10.51804/ucaiaj.v2i1.75-84>.
- [12] Doolittle, J. (2020). Jeremy Miller on Waterfall Versus Agile. *IEEE Software*, 37(4), 107–109. <https://doi.org/10.1109/MS.2020.2987493>.
- [13] Du, Y., Li, C., Guo, R., Yin, X., Liu, W., Zhou, J., Bai, Y., Yu, Z., Yang, Y., Dang, Q., & Wang, H. (2020). PP-OCR: A Practical Ultra Lightweight OCR System. <http://arxiv.org/abs/2009.09941>
- [14] Hanif, A. R., Nasrullah, E., & Setyawan, F. X. A. (2023). Deteksi Karakter Plat Nomor Kendaraan Dengan Menggunakan Metode Optical Character Recognition (Ocr). *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 11(1), 109–117. <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i1.2897>.
- [15] John, S., Mebawondu, J. O., Olajide, A. O., & Josephine, M. O. (2021). Design of Cash Advance Payment System in a Developing Country: A Case Study of First Bank of Nigeria Mortgages Limited. In S. Misra & B. Muhammad-Bello (Eds.), *Information and Communication Technology and Applications* (pp. 703–714). Springer International Publishing.