

Analisis dan Perancangan Aplikasi Ekstraktor Koordinat Gambar Berbasis Web untuk Efisiensi Pendataan Lokasi di PT. PLN (Persero)

Muhammad Aditya Castro

Universitas Merangin, Jambi, Indonesia

Email: adityacastro@outlook.com

ABSTRAK

Proses pendataan koordinat lokasi dari foto lapangan yang diambil menggunakan aplikasi timestamp camera masih banyak dilakukan secara manual, yaitu dengan menyalin ulang data koordinat pada gambar ke dalam perangkat lunak spreadsheet. Proses ini tidak efisien dari segi waktu dan rentan terhadap kesalahan manusia (human error), khususnya pada instansi yang menangani ratusan hingga ribuan foto lapangan seperti PT. PLN (Persero). Penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi ekstraktor koordinat gambar berbasis web yang dapat mengotomatisasi proses tersebut. Metode pengembangan yang digunakan adalah Prototype, dengan memanfaatkan Tesseract.js sebagai mesin Optical Character Recognition (OCR) untuk mengenali teks pada gambar dan Regular Expression (Regex) untuk memvalidasi serta mengekstrak nilai koordinat latitude dan longitude secara presisi. Aplikasi dirancang sepenuhnya berjalan di sisi klien (client-side) tanpa basis data maupun autentikasi, sehingga ringan dan mudah digunakan. Data koordinat yang telah tervalidasi dapat diekspor ke dalam format CSV yang siap diimpor ke Google MyMaps. Pengujian black box terhadap 20 sampel foto lapangan menunjukkan tingkat akurasi ekstraksi sebesar 90% dengan rata-rata waktu pemrosesan kurang dari 0,25 detik per gambar. Kegagalan ekstraksi pada 10% sampel disebabkan oleh kualitas gambar yang buram dan resolusi rendah. Aplikasi ini terbukti mampu memangkas waktu pendataan koordinat secara signifikan serta menekan risiko kesalahan input dibandingkan proses manual.

Kata Kunci: OCR; Tesseract.js; Regular Expression; ekstraksi koordinat; metode prototype

ABSTRACT

The process of recording location coordinates from field photographs taken using timestamp camera applications is still largely done manually, by re-copying the coordinate data displayed on the image into spreadsheet software. This process is time-consuming and prone to human error, particularly for institutions handling hundreds to thousands of field photographs, such as PT. PLN (Persero). This study aims to develop a web-based image coordinate extractor application to automate this process. The Prototype development method was used, employing Tesseract.js as an Optical Character Recognition (OCR) engine to recognize text within images and Regular Expression (Regex) to validate and precisely extract latitude and longitude values. The application is designed to run entirely on the client side, without a database or authentication, making it lightweight and easy to use. The validated coordinate data can be exported to a CSV format ready for import into Google MyMaps. Black box testing on 20 field photo samples showed an extraction accuracy rate of 90%, with an average processing time of less than 0.25 seconds per image. Extraction failures in 10% of the samples were caused by blurry images and low resolution. This application proved able to significantly reduce coordinate data-entry time and minimize input errors compared to the manual process.

Keywords: OCR; Tesseract.js; Regular Expression; coordinate extraction; prototype method

PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan teknologi digital, penggunaan data geospasial menjadi penting dalam berbagai sektor industri, seperti survei pemetaan, pemeliharaan infrastruktur, manajemen

aset, dan pemantauan lingkungan. Salah satu metode yang umum digunakan dalam pengumpulan data lapangan adalah pengambilan foto menggunakan aplikasi timestamp camera pada telepon pintar, yang mampu menyematkan informasi koordinat, waktu, dan tanggal langsung ke dalam gambar. Meskipun berguna untuk dokumentasi, data koordinat tersebut “terkunci” dalam format gambar dan tidak dapat diakses secara langsung untuk diolah. Proses yang berjalan saat ini di banyak instansi adalah pencatatan ulang koordinat dari setiap foto ke dalam perangkat lunak spreadsheet seperti Microsoft Excel, yang tidak efisien dari segi waktu dan rentan terhadap kesalahan manusia. Berdasarkan pengalaman di lapangan pada PT. PLN (Persero), penginputan koordinat dari 100 foto membutuhkan waktu lebih dari satu jam dalam kondisi ideal, sehingga proyek berskala 500–1000 foto dapat memerlukan 5 hingga 10 jam kerja manual.

Perkembangan teknologi pengolahan citra digital membuka peluang untuk mengatasi masalah tersebut, salah satunya melalui Optical Character Recognition (OCR), yaitu metode yang mengenali gambar berisi teks dan mengubahnya menjadi teks yang dapat dibaca mesin (Silalahi & Santoni, 2020; Syahrina et al., 2025). Salah satu implementasi OCR yang populer adalah Tesseract, mesin open source yang telah terbukti mampu ditambahkan ke berbagai sistem deteksi, misalnya pada sistem deteksi plat nomor otomatis (Aprilino et al., 2022). Berbeda dengan layanan OCR berbasis cloud yang bekerja secara black-box, Tesseract memungkinkan pengembangan skrip kustom untuk melakukan pra-pemrosesan citra dan penguraian data secara spesifik, sehingga menjadi solusi yang ideal untuk menjembatani kesenjangan antara data gambar mentah dan kebutuhan perangkat Sistem Informasi Geografis (SIG). Namun demikian, belum tersedia pendekatan berbasis web yang menggabungkan teknologi OCR dan penguraian teks berbasis Regular Expression untuk secara langsung mengubah foto timestamp menjadi data koordinat terstruktur, sehingga masih terdapat kesenjangan (gap) antara teknologi yang tersedia dan kebutuhan nyata di lapangan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengajukan pengembangan Aplikasi Ekstraktor Koordinat Gambar berbasis web yang menggantikan proses input koordinat manual dengan proses otomatis. Aplikasi memanfaatkan Tesseract.js untuk pengenalan teks pada gambar (OCR) serta algoritma penguraian berbasis Regular Expression untuk mengekstrak data koordinat secara akurat dan menyajikannya dalam format CSV yang siap diimpor ke platform pemetaan seperti Google MyMaps (Al Fauzi et al., 2022). Penelitian ini bertujuan untuk merancang arsitektur sistem yang berjalan sepenuhnya di sisi klien, mengimplementasikan Tesseract.js dengan teknik pra-pemrosesan citra untuk meningkatkan akurasi pembacaan teks koordinat, mengembangkan algoritma penguraian koordinat berbasis Regex, serta menguji tingkat akurasi dan kecepatan aplikasi yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan Prototype, yang dipilih karena kesesuaiannya dengan karakteristik proyek berskala kecil hingga menengah yang menekankan pada antarmuka client-side dan kebutuhan validasi cepat (Sumardiono et al., 2024). Metode Prototype terdiri atas empat tahapan, yaitu komunikasi dan analisis kebutuhan, dengan mengumpulkan informasi kebutuhan dari pengguna di bagian teknik serta mempelajari teknologi terkait seperti HTML, JavaScript, dan Tesseract; perancangan arsitektur sistem, alur kerja, dan antarmuka pengguna; implementasi, yaitu penulisan kode berdasarkan hasil perancangan; serta

pengujian dan evaluasi terhadap fungsionalitas prototipe untuk memperoleh umpan balik perbaikan.

Pemilihan metode Prototype didasarkan pada dua pertimbangan utama. Pertama, metode ini memungkinkan perolehan umpan balik secara cepat sehingga aplikasi lebih mudah disesuaikan dengan kebutuhan pengguna (Pricillia, 2021). Kedua, metode ini memungkinkan eksperimentasi terhadap beberapa alternatif pustaka OCR mengingat data sumber berupa foto timestamp memiliki format tidak beraturan (unstructured), sehingga pendekatan iteratif diperlukan hingga akhirnya dipilih Tesseract.js. Sebagai perbandingan, metode Waterfall tidak dipilih karena bersifat kaku dan tidak mengakomodasi perubahan di tengah proses, sedangkan metode Agile dinilai kurang efisien untuk proyek berskala kecil dengan satu fokus tujuan karena membutuhkan tim dan siklus pengembangan yang lebih kompleks (Prastowo et al., 2023).

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode black box testing untuk memastikan seluruh fungsionalitas berjalan sesuai kebutuhan, serta pengujian performa menggunakan 20 sampel foto lapangan yang diproses secara batch. Tingkat akurasi aplikasi dihitung menggunakan rumus persentase jumlah data yang berhasil diekstrak dibagi total data pengujian, dikalikan 100%.

PEMBAHASAN

Bagian ini menjabarkan hasil rancangan dan implementasi Aplikasi Ekstraktor Koordinat Gambar, mulai dari analisis kondisi sistem berjalan, arsitektur sistem, kebutuhan fungsional dan non-fungsional, penerapan OCR dan algoritma Regex, struktur data, hingga hasil pengujian, analisis kegagalan, dan kelayakan sistem.

Analisis Kondisi Sistem Berjalan dan Urgensi Solusi

Proses pendataan lokasi yang berjalan saat ini di PT. PLN (Persero) Bangko bermula dari pengambilan foto aset menggunakan aplikasi timestamp camera di lapangan. Foto tersebut memuat informasi koordinat (latitude dan longitude) secara visual, namun data tersebut “terkunci” dalam format citra sehingga petugas harus membaca angka koordinat satu per satu dan mengetikkannya secara manual ke Google MyMaps. Observasi lapangan menunjukkan bahwa pengolahan 100 foto membutuhkan waktu rata-rata 45–60 detik per foto atau sekitar 1,5 jam total, sedangkan untuk volume 1.000 foto waktu yang dibutuhkan dapat mencapai lebih dari 25 jam kerja, dengan potensi kesalahan manusia yang meningkat seiring bertambahnya volume data akibat kelelahan visual. Ringkasan perbandingan beban kerja disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1.
Perbandingan Beban Kerja Input Manual Berdasarkan Volume Data

Jumlah Foto	Rata-rata Waktu/Foto	Total Waktu	Potensi Kesalahan
100	45–60 detik	± 1,5 jam	Rendah (fokus terjaga)
500	60–75 detik	± 9 jam	Sedang (kelelahan visual)
1000	> 90 detik	± 25 jam	Tinggi (sangat berisiko)

Sumber: Observasi lapangan penulis di PT. PLN (Persero) Bangko, 2026.

Selain aspek efisiensi waktu, sistem manual juga lemah pada aspek akurasi, karena pengetikan 7–9 digit angka desimal koordinat sangat bergantung pada ketelitian mata manusia —

kesalahan satu digit saja dapat menggeser posisi aset sejauh 5–10 meter di peta. Dari aspek integritas data, koordinat yang terkunci dalam format gambar (raster) sulit dicari atau difilter sebelum dipindahkan ke Excel, dan dari aspek keamanan, pemindahan file foto sering dilakukan melalui media publik seperti WhatsApp atau flashdisk tanpa enkripsi. Kondisi inilah yang mendasari urgensi pengembangan Aplikasi Ekstraktor Koordinat Gambar, yang tidak sekadar bertujuan digitalisasi, melainkan menghilangkan faktor kelelahan manusia (human fatigue) sebagai penyebab utama inefisiensi dan ketidakakuratan data geospasial.

Arsitektur dan Rancangan Sistem

Aplikasi dirancang dengan arsitektur client-side sepenuhnya, artinya seluruh logika aplikasi dijalankan di sisi peramban (browser) pengguna tanpa memerlukan basis data maupun autentikasi. Aktor utama dalam sistem adalah admin atau operator pendataan teknik yang mengunggah kumpulan foto hasil survei lapangan (bulk upload). Struktur sistem terbagi menjadi tiga lapisan utama. Pertama, lapisan resources luar (external resources) yang terdiri atas pustaka Tesseract.js sebagai mesin OCR dan Tailwind CSS sebagai framework antarmuka. Kedua, lapisan browser/client-side yang mencakup antarmuka HTML5, serta application logic (script.js) yang mengatur empat tahapan alur kerja secara berurutan: file event handler untuk menangkap aksi unggah, image processor berbasis Canvas API untuk pra-pemrosesan citra, Tesseract.js worker yang menjalankan proses OCR pada thread terpisah agar antarmuka tetap responsif, serta coordinate regex parser yang mengubah teks mentah menjadi data lintang/bujur terstruktur. Ketiga, lapisan temporary memory yang menampung objek gambar (image blobs) dan objek CSV yang telah dihasilkan sebelum diunduh oleh pengguna. Hasil ekstraksi ditampilkan dalam tabel pratinjau yang dapat dikoreksi secara manual sebelum diunduh dalam format file yang siap dipetakan di Google MyMaps.

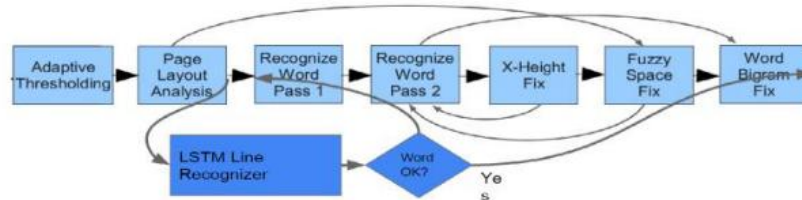
Kebutuhan Fungsional dan Non-Fungsional Sistem

Berdasarkan analisis kebutuhan yang disesuaikan dengan kondisi riil di lapangan, sistem dirancang untuk memenuhi lima kebutuhan fungsional utama, yaitu: fitur unggah gambar secara massal (bulk upload) tanpa batasan jumlah file; otomatisasi ekstraksi koordinat menggunakan OCR untuk menggantikan proses ketik manual; penampilan hasil ekstraksi dalam bentuk tabel pratinjau yang memuat nama foto, status ekstraksi, latitude, dan longitude; fitur koreksi manual berupa kolom yang dapat diedit apabila hasil OCR kurang sempurna akibat kualitas foto yang buruk; dan fitur ekspor data ke format CSV dengan kolom Name, Latitude, Longitude, dan Description yang langsung kompatibel dengan Google MyMaps. Dari sisi kebutuhan non-fungsional, terdapat dua aspek utama yang menjadi perhatian, yaitu keamanan dan privasi data — mengingat data koordinat aset PLN bersifat rahasia, seluruh pemrosesan dilakukan sepenuhnya di sisi klien sehingga tidak ada data yang terunggah ke server atau internet — serta kemudahan penggunaan (usability), di mana antarmuka dirancang sesederhana mungkin mengingat tingkat literasi IT pengguna di lapangan yang beragam, dan performa, di mana proses ekstraksi harus tetap berjalan cepat tanpa membuat peramban menjadi tidak responsif meski memproses banyak gambar sekaligus.

Implementasi OCR dengan Tesseract.js

Tesseract merupakan mesin OCR yang dikembangkan oleh Hewlett-Packard antara tahun 1984 dan 1994, dan dijadikan open source pada tahun 2005 (Aprilino et al., 2022). Tesseract dapat diimplementasikan secara standalone tanpa memerlukan koneksi cloud, sehingga unggul dari sisi privasi dan efisiensi pengembangan. Akurasi Tesseract sangat bergantung pada kualitas gambar,

sehingga untuk mengatasi variasi pencahayaan dan noise yang muncul selama pengambilan citra di lapangan, diterapkan teknik pra-pemrosesan berbasis Canvas API berupa grayscale yang dilanjutkan dengan thresholding sebelum citra dikirim ke Tesseract.js worker. Teknik ini bertujuan meningkatkan ketajaman dan kontras gambar, sehingga citra berada dalam kondisi ideal untuk ekstraksi teks yang akurat.



Gambar 1. Arsitektur Tesseract (Sumber: Aprilino, 2022)

Algoritma Parsing Koordinat dengan Regular Expression

Setelah teks mentah (raw text) diperoleh dari Tesseract.js, digunakan teknik pattern matching berbasis Regular Expression (Regex) untuk mengekstrak data numerik koordinat dari string yang tidak beraturan, memisahkannya dari teks lain yang tidak relevan (Bintang et al., 2023). Pola Regex yang dirancang terdiri atas empat capture group utama. Grup pertama, $(\d+\.\d+)$, menangkap nilai numerik koordinat lintang dengan mencari satu atau lebih digit di awal, diikuti titik desimal, kemudian deretan digit berikutnya, misalnya pada nilai 1.54321. Grup kedua, $([SN5])$, berfungsi sebagai penanda arah lintang menggunakan character set yang mencari huruf 'S' (South), 'N' (North), atau angka '5'. Penyertaan angka '5' pada grup ini merupakan penyesuaian berdasarkan temuan empiris di lapangan: font pada aplikasi timestamp camera sering menyebabkan huruf 'S' terbaca keliru sebagai angka '5' oleh mesin OCR, sehingga dengan mengintegrasikan angka '5' ke dalam pola, sistem tetap mampu mengenali arah Selatan secara otomatis dan meningkatkan akurasi ekstraksi secara signifikan. Kedua grup tersebut dihubungkan dengan pola $.*?$ yang bersifat non-greedy match, yaitu mengabaikan karakter "sampah" di antara data seperti spasi, format tanggal, jam, atau tulisan "Altitude" yang sering muncul di tengah teks OCR. Grup ketiga, $(\d+\.\d+)$, memiliki mekanisme identik dengan grup pertama namun untuk menangkap nilai bujur, misalnya 102.12345, sedangkan grup keempat, $([EW])$, menangkap penanda arah bujur 'E' (East) atau 'W' (West). Pada bagian akhir pola diterapkan flag $/i$ (ignore case) agar algoritma tidak sensitif terhadap huruf besar maupun kecil pada hasil OCR. Rancangan pola Regex yang disesuaikan dengan karakteristik kesalahan baca OCR di lapangan ini menjadi salah satu kontribusi teknis utama penelitian dalam meningkatkan keandalan ekstraksi koordinat.

$$/(\d+\.\d+)([SN5]).*?(\d+\.\d+)([EW])/i$$

Gambar 2. Pola Regular Expression untuk Ekstraksi Koordinat (Sumber: Penulis, 2026)

Struktur Data dan Mekanisme Kontrol

Karena sistem bersifat stateless dan tidak melibatkan basis data permanen, hasil ekstraksi disimpan sementara pada variabel global di memori peramban dalam bentuk array of objects, dengan setiap objek memiliki skema fileName (nama file asli), desc (teks mentah hasil OCR untuk

keperluan audit), latitude, dan longitude. Untuk menjaga konsistensi data sebelum diekspor, diterapkan dua mekanisme kontrol, yaitu initialization control yang mengunci indeks array saat file dipilih agar urutan foto dan data tidak tertukar, serta manual override control melalui fungsi updateManualData(index, field, value) yang memastikan setiap perubahan pada tabel antarmuka langsung memperbarui objek data di memori, sehingga mencegah ketidaksesuaian antara data yang ditampilkan di layar dan data yang diunduh pengguna.

Hasil Pengujian Sistem

Pengujian black box dilakukan untuk memastikan seluruh fungsionalitas — unggah massal, ekstraksi otomatis, tampilan tabel, koreksi manual, dan ekspor CSV — berjalan sesuai kebutuhan yang telah dianalisis. Pengujian performa dilakukan terhadap 20 sampel foto lapangan yang diproses sekaligus secara batch. Hasil pengujian menunjukkan 18 dari 20 gambar berhasil diekstrak koordinatnya, sedangkan dua gambar (foto_007.jpg dan foto_015.jpg) gagal diproses karena kualitas gambar yang buram. Ringkasan hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2.
Ringkasan Hasil Pengujian dan Perhitungan Akurasi Sistem

Parameter	Nilai	Keterangan
Total gambar diuji	20 gambar	Foto lapangan
Gambar berhasil diekstrak	18 gambar	Koordinat terbaca OCR
Gambar gagal diekstrak	2 gambar	foto_007.jpg, foto_015.jpg
Tingkat akurasi	90%	$18/20 \times 100\%$
Tingkat kegagalan (error rate)	10%	$2/20 \times 100\%$
Total waktu proses (20 gambar)	< 5 detik	Diproses secara batch
Rata-rata waktu per gambar	< 0,25 detik	$< 5 \text{ detik} \div 20 \text{ gambar}$

Sumber: Hasil pengujian penulis, 2026.

Analisis Kegagalan Ekstraksi

Kegagalan ekstraksi pada dua sampel, yaitu foto_007.jpg dan foto_015.jpg, disebabkan oleh faktor kualitas gambar yang buram dan resolusi yang terlalu rendah, sehingga karakter teks koordinat tidak dapat dikenali secara akurat oleh mesin OCR. Rincian penyebab dan rekomendasi perbaikan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3.
Analisis Kegagalan Ekstraksi Koordinat

Nama File	Penyebab Kegagalan	Rekomendasi
foto_007.jpg	Kualitas gambar buram sehingga OCR tidak dapat mengenali karakter koordinat	Gunakan gambar dengan resolusi minimal 300 DPI
foto_015.jpg	Resolusi gambar terlalu rendah, teks koordinat tidak terbaca secara akurat	Pastikan pencahayaan dan fokus kamera optimal saat pengambilan foto

Sumber: Hasil pengujian penulis, 2026.

Dari sisi kecepatan, aplikasi mampu memproses 20 gambar secara bersamaan (batch processing) dalam waktu kurang dari 5 detik, atau rata-rata kurang dari 0,25 detik per gambar. Kecepatan ini tergolong sangat baik untuk kebutuhan pengolahan data lapangan dibandingkan proses manual yang sebelumnya dapat memakan waktu 45–90 detik per foto, sehingga staf PLN Bangko dapat mempercepat alur kerja dari sekitar 75 detik/foto menjadi kurang lebih 2 detik/foto termasuk waktu koreksi manual.

Analisis Kelayakan Sistem

Kelayakan sistem dianalisis dari tiga aspek. Dari aspek teknis, sistem dinyatakan layak karena menggunakan pustaka Tesseract.js yang stabil dan dapat berjalan pada peramban standar tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak tambahan. Dari aspek operasional, sistem dinyatakan layak karena mempercepat alur kerja staf dari sekitar 75 detik per foto menjadi kurang lebih 2 detik per foto, sehingga sangat membantu efisiensi kerja di PT. PLN (Persero) Bangko. Dari aspek ekonomi, sistem dinyatakan layak karena dibangun sepenuhnya menggunakan teknologi open-source (JavaScript dan Tailwind CSS), sehingga tidak menimbulkan biaya lisensi perangkat lunak tambahan bagi instansi.

Integrasi dengan Google MyMaps

Data koordinat yang telah diekstrak dan divalidasi diekspor ke dalam format CSV dengan standar kolom Name, Latitude, Longitude, dan Description, yang secara langsung kompatibel dengan Google MyMaps, salah satu alat yang umum digunakan untuk menangkap, menyortir, mengedit, dan meninjau data geografis (Al Fauzi et al., 2022). Format koordinat yang dihasilkan menggunakan standar desimal (misalnya -1.54321) untuk memastikan kompatibilitas penuh saat diimpor tanpa memerlukan konversi tambahan. Dengan tersedianya data koordinat dalam format CSV yang benar, pengguna dapat secara otomatis memplot ratusan titik lokasi ke dalam peta tanpa proses konversi manual, sehingga mempercepat proses visualisasi data geospasial dan menghubungkan langsung hasil ekstraksi teknis dengan kebutuhan pendataan lokasi di PT. PLN (Persero).

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan Aplikasi Ekstraktor Koordinat Gambar berbasis web yang dikembangkan menggunakan metode Prototype, dengan mengintegrasikan Tesseract.js sebagai mesin OCR dan Regular Expression sebagai alat penguraian dan validasi data koordinat. Aplikasi yang dibangun sepenuhnya berjalan di sisi klien sehingga ringan dan mudah diimplementasikan tanpa memerlukan basis data atau sistem autentikasi. Hasil pengujian black box terhadap 20 sampel foto lapangan menunjukkan tingkat akurasi ekstraksi sebesar 90% dengan rata-rata waktu pemrosesan kurang dari 0,25 detik per gambar, sehingga aplikasi ini terbukti mampu memangkas waktu pendataan koordinat secara signifikan serta menekan risiko kesalahan manusia dibandingkan proses manual sebelumnya. Kegagalan ekstraksi pada sebagian kecil sampel yang disebabkan kualitas gambar rendah menunjukkan bahwa akurasi Tesseract masih bergantung pada kualitas citra masukan, sehingga penelitian lanjutan dapat difokuskan pada penambahan teknik pra-pemrosesan citra yang lebih adaptif atau mekanisme cadangan berbasis OCR lain untuk menangani gambar dengan kualitas rendah. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak PT. PLN (Persero) serta pembimbing akademik yang telah memberikan dukungan data dan arahan selama penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Fauzi, R., Dewi, E. O., Rizara, A., Ridwana, R., & Yani, A. (2022). Perbandingan ArcGIS dengan Google My Maps dalam membantu pembelajaran Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 10(2), 186–196. <https://doi.org/10.23887/jjpg.v10i2.46378>
- Alwie, R. D. D., Prasetyo, A. B., & Andespa, R. (2020). UI/UX design: Analisis pengembangan fitur aplikasi Kelava Lite dengan metode “the five planes” dan 10 prinsip penilaian user interface. *Jurnal Ekonomi*, 2(1), 41–49.
- Aprilia, S., et al. (2024). Gemini layanan peminjaman novel online pada website. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3), 1929–1936.
- Aprilino, A., & Al Amin, I. H. (2022). Implementasi algoritma YOLO dan Tesseract OCR pada sistem deteksi plat nomor otomatis. *Jurnal TEKNOINFO*, 16(1), 54–59.
- Azhariyah, S., & Mukhlis, M. (2024). Framework CSS: Tailwind CSS untuk front-end website Store PT. XYZ. *Jurnal Informatika*, 3(1), 30–36. <https://doi.org/10.57094/ji.v3i1.1601>
- Bintang, J. M., Ashshidiq, M. F., & Dzakhwan, H. F. (2023). Penerapan algoritma string matching dan regular expression pada aplikasi Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI). 4(1), 34–41.
- Christian, C., & Voutama, A. (2024). Implementasi aplikasi antrian pencucian mobil berbasis web menggunakan PHP, JavaScript, HTML, CSS dan UML. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(2), 2243–2248.
- Hofifah, B., & Dalafranka, M. L. (2023). Perancangan sistem informasi data pegawai pada Kantor Pencarian dan Pertolongan Kota Palembang. *MDP Student Conference*, 2(1), 436–443. <https://doi.org/10.35957/mdp-sc.v2i1.4509>
- Jamilah, Y. S., & Padmasari, A. C. (2022). Perancangan user interface dan user experience aplikasi Say.Co. *Jurnal Desain Komunikasi Visual*, 9, 2715–4629. <https://ojs.unm.ac.id/tanra/>
- Kusuma, I. G. N. A. (2022). Aplikasi pencatatan inventori berbasis website dengan skema autentikasi dan otorisasi stateless sederhana. 1(9), 1111–1120.
- Prastowo, W. D., Danianti, D., Pramuntadi, A., & Ata, U. A. (2023). Analisis risiko pada pengembangan perangkat lunak menggunakan metode Agile dan RAD (Rapid Application Development). 3(3), 169–174. <https://doi.org/10.53866/jimi.v3i3.388>
- Pricillia, Z. T. (2021). Survey paper: Perbandingan metode pengembangan perangkat lunak. 10(1), 6–12.
- Rahmatika, A. K., Pradana, F., & Bachtiar, F. A. (2020). Pengembangan sistem pembelajaran HTML dan CSS dengan konsep gamification berbasis web. 4(8), 2655–2663.
- Safitri, S., Sumardiono, S., & Soipah. (2024). E-Library berbasis web menggunakan model Prototipe. *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi (JUISI)*, 10(2), 90–100. <https://doi.org/10.37715/juisi.v10i2.4974>
- Sama, H., & E. H. (2021). Studi deskriptif evolusi website dari HTML1 sampai HTML5 dan pengaruhnya terhadap perancangan dan pengembangan website. 1(1), 589–596.
- Silalahi, D. S., Santoni, M. M., & Muliawati, A. (2020). Implementasi convolutional neural network untuk klasifikasi kata pada citra teks. *Prosiding Seminar Nasional Informatika, Sistem Informasi dan Keamanan Siber (SEINASI-KESI)*, 163–172.
- Syahrina, A., Triwijoyo, B. K., & Zulfikri, M. (2025). Implementasi optical character recognition dan algoritma Aho-Corasick untuk deteksi bahan berbahaya pada produk skincare. *Indexia*, 7(2), 88–96.