



5.02%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 4 FEB 2025, 9:23 PM

Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL 0.06% ● CHANGED TEXT 4.96%

Report #24670641

BAB I PENDAHULUAN Dalam upaya penyajian topik utama yang terdapat dalam penelitian ini, penulis menguraikan tujuan dan manfaat dari penelitian serta mengemukakan kerangka pemikiran yang menjadi landasan penelitian tersebut. Hal-hal tersebut dijabarkan dengan detil pada bagian pendahuluan. 1.1 Latar Belakang Masalah Pengelolaan konsumsi listrik di gedung komersial, seperti Plaza XYZ, memerlukan pencatatan yang akurat untuk keperluan penagihan. Saat ini, proses pencatatan masih dilakukan secara manual oleh teknisi, di mana mereka mencatat angka kWh meter dari masing-masing tenant ke dalam buku pencatatan. Metode ini rentan terhadap kesalahan, seperti kelalaian atau ketidakakuratan dalam mencatat, yang berpotensi menyebabkan ketidaksesuaian data konsumsi listrik dan memengaruhi tagihan pelanggan. PT PLN (Persero) sebagai penyedia listrik utama di Indonesia menghadapi tantangan dalam sistem pencatatan manual yang sering kali tidak efisien dan rawan kesalahan, terutama di daerah terpencil. Kesalahan dalam pencatatan kWh meter dapat merugikan baik pelanggan maupun perusahaan, karena ketidakakuratan data yang tercatat. KWH meter, yang berfungsi untuk mengukur konsumsi energi, juga dapat mengalami masalah teknis yang menyebabkan kesalahan dalam pencatatan data. Untuk mengatasi masalah ini, PT PLN (Persero) memperkenalkan sistem Automatic Meter Reading (AMR), yang memungkinkan pengambilan data pemakaian energi secara jarak jauh dan lebih akurat. Sistem AMR tidak hanya

membantu memonitor kualitas daya dan mendeteksi kesalahan, tetapi juga melaporkan pemadaman dan pencurian listrik. Dengan sistem ini, pelanggan dapat merencanakan pemakaian listrik dengan lebih efisien, mengurangi beban pada waktu puncak, serta menurunkan biaya konsumsi energi. Selain itu, AMR mengurangi ketergantungan pada pencatatan manual, yang sering menimbulkan kesalahan, dan memungkinkan pengelolaan tagihan yang lebih transparan dan efisien (Zahara A., Ilham Akbar D., 2023). Seiring dengan keterbatasan sistem manual yang masih diterapkan saat ini, pengembangan sistem pencatatan berbasis teknologi digital menjadi langkah yang sangat strategis. Deteksi angka kWh secara otomatis menjadi solusi yang efektif untuk mengurangi kesalahan pencatatan dan meningkatkan akurasi data konsumsi listrik. Penelitian ini hadir sebagai jawaban untuk tantangan tersebut dengan menghadirkan solusi inovatif dalam mendeteksi angka kWh meter secara otomatis, mendukung transformasi digital dalam pengelolaan energi di gedung komersial.

1.2 Identifikasi Masalah Dengan merujuk pada permasalahan yang teridentifikasi dalam latar belakang penelitian, langkah selanjutnya adalah merumuskan pertanyaan-pertanyaan kunci dan mengenali batasan-batasan untuk memberikan panduan dan fokus dalam perancangan penelitian. Pendekatan ini bertujuan agar diskusi yang dihasilkan tidak mencakup terlalu banyak aspek yang tidak langsung berkaitan dengan pokok permasalahan yang sedang diteliti.

1.2.1 Rumusan

Masalah Berdasarkan konteks masalah yang telah diuraikan, penelitian ini mengemukakan perumusan masalah sebagai berikut: 1) Apakah algoritma YOLOv9 mampu mendeteksi angka pada citra kWh meter? 2) Seberapa akurat algoritma YOLOv9 dalam mendeteksi angka pada citra kWh meter? 1.2.2

Batasan Masalah Dalam mengarahkan fokus penelitian, berikut adalah batasan-batasan yang diimplementasikan untuk memastikan hasil optimal dan relevan: 1) Penelitian hanya dilakukan untuk mendeteksi dan membaca kWh meter analog di Plaza XYZ, dengan fokus pada kWh meter merek Fuji Dharma dan Metbelosa. 2) Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah foto-foto kWh meter listrik analog. Penelitian ini tidak mencakup kWh meter digital. 3) Dataset citra kWh meter dari merek Fuji Dharma dan Metbelosa yang digunakan berjumlah 80 gambar. 4) Penelitian ini tidak membahas aspek lain seperti pengukuran konsumsi energi, melainkan hanya fokus pada deteksi angka pada citra kWh meter listrik.

1.3 Tujuan Penelitian Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) Terlaksananya implementasi fitur deteksi angka pada prototipe sistem pencatatan kWh meter. 2) Meningkatkan efisiensi proses pencatatan konsumsi listrik di gedung komersial seperti Plaza XYZ. 3) Mengurangi risiko kesalahan pencatatan akibat proses manual. 1.4 Manfaat Penelitian Penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi signifikan dalam menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan bidang informatika dan diharapkan dapat memberikan dampak positif yang nyata. 6 25 Adapun manfaat

penelitian ini adalah sebagai berikut: 1.4 1 Manfaat Bagi Peneliti Penelitian ini memberikan sejumlah manfaat bagi mahasiswa sendiri, yaitu: 1) Mengaplikasikan pengetahuan teknologi yang telah diperoleh selama studi di universitas untuk mengatasi permasalahan konkret, serta melakukan analisis mendalam untuk memberikan solusi yang tepat. 2) Meningkatkan pemahaman tentang penerapan model deteksi objek seperti YOLOv9 dan teknologi Optical Character Recognition (OCR) seperti EasyOCR dalam menyelesaikan masalah nyata. 3) Sebagai bagian dari syarat untuk meraih gelar S1 Informatika di Universitas Pembangunan Jaya, penyelesaian tugas akhir

merupakan komitmen untuk memenuhi kewajiban akademis dan menunjukkan penerapan konsep dan keterampilan yang diperoleh selama masa studi.

1.4.2 Manfaat Bagi Pengguna

Manfaat aplikasi ini bagi pengguna: 1) Mempermudah tugas pengguna dalam mencatat angka kWh meter tanpa perlu mencatat secara manual. 2) Meningkatkan akurasi pencatatan konsumsi listrik, sehingga mengurangi risiko kesalahan. 3) Menghemat waktu dalam proses pencatatan.

1.5 Kebaruan

Kebaruan yang diusung dalam Tugas Akhir ini dapat dianalisis melalui penelitian terdahulu. Pada tahun 2023, Zaki Ahmad Fauzi melakukan penelitian berjudul Deteksi Identitas KWH Meter Digital Satu Fasa Menggunakan Artificial Neural Network dan Template Matching. Penelitian tersebut memanfaatkan metode jaringan saraf tiruan (Artificial Neural Network) untuk mendeteksi merek kWh meter serta metode template matching untuk mendeteksi nomor meter dan tahun pembuatan pada kWh meter digital satu fasa. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk meningkatkan akurasi identifikasi kWh meter melalui kombinasi kedua metode tersebut. Penelitian ini menyajikan kebaruan melalui pengembangan sistem otomatis yang difokuskan pada pembacaan angka konsumsi kWh meter. Kebaruan utama yang diusung adalah penerapan algoritma YOLOv9 untuk mendeteksi angka kWh secara otomatis pada citra kWh meter dan penggunaan EasyOCR untuk mengekstrak data angka yang terdeteksi. **13** Pendekatan ini menawarkan solusi yang lebih modern dan efisien dalam pencatatan data kWh meter, menggantikan metode manual yang rentan terhadap kesalahan pencatatan. .

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini mengikuti pedoman penulisan yang telah ditetapkan oleh Fakultas Teknologi dan Desain Universitas Pembangunan Jaya, yang terdiri dari enam bab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan merupakan bagian awal dalam suatu penelitian atau laporan ilmiah yang bertujuan untuk memperkenalkan topik atau subjek yang akan dibahas. **18** Pada bagian ini diberikan gambaran umum tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, dan batasan masalah dalam penelitian. Selain itu juga mencakup tujuan penelitian, manfaat penelitian, kebaruan penelitian, serta kerangka penulisan laporan hasil penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA Bab tinjauan pustaka memiliki peran penting dalam suatu penelitian atau laporan penelitian karena bertujuan untuk menyajikan pemahaman yang telah ada tentang topik penelitian. Dalam bab ini, penulis melakukan evaluasi terhadap literatur, teori, penelitian sebelumnya, dan sumber-sumber relevan lainnya yang berkaitan dengan topik penelitian. BAB III TAHAPAN PENELITIAN Bab mengenai tahapan pelaksanaan dalam laporan atau penelitian memiliki tujuan untuk merinci langkah-langkah yang ditempuh dalam menjalankan proses penelitian atau proyek. Bagian ini memberikan penjelasan sistematis mengenai pelaksanaan, mulai dari tahap perencanaan hingga capaian hasil yang diperoleh. BAB IV PERANCANGAN Bab perancangan dalam laporan atau penelitian bertujuan untuk menjelaskan rencana atau desain penelitian yang digunakan dalam pengumpulan data dan menjawab pertanyaan penelitian. Bab ini memberikan gambaran mengenai perencanaan dan pelaksanaan penelitian secara metodis. **2 6 8** BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN Bab hasil dan pembahasan dalam laporan penelitian bertujuan untuk menyajikan temuan dari analisis data serta memberikan pembahasan mendalam terkait hasil tersebut. Bagian ini menjadi inti dari laporan, di mana penulis mengungkapkan hasil penelitian, menganalisis implikasi, serta menyoroti signifikansi temuan yang diperoleh. BAB VI PENUTUP Bab kesimpulan dan saran tetap menjadi bagian krusial dalam laporan atau penelitian, dimaksudkan untuk merangkum temuan penelitian dan memberikan rekomendasi atau saran berdasarkan hasil penelitian. Bab ini mengaitkan temuan penelitian dengan tujuan penelitian, memberikan gambaran akhir tentang kontribusi penelitian tersebut. BAB II TINJAUAN PUSTAKA Dalam usaha penulis untuk menjelaskan pemahaman terhadap konsep dan perkembangan dalam bidang yang relevan dengan penelitian ini serta memberikan pandangan yang lebih luas dan komprehensif, hal tersebut disampaikan melalui bab tinjauan pustaka. 2.1 Pencapaian Terdahulu Penelitian ini perlu merujuk pada studi-studi sebelumnya yang memiliki relevansi untuk memperkuat dasar teoritisnya dan mengidentifikasi sumbangan literatur dalam domain terkait. Penelitian terdahulu juga membantu memberikan pandangan

yang lebih luas dan komprehensif bagi peneliti. Tabel 1.1 mencantumkan pencapaian terdahulu yang memiliki relevansi dengan penelitian ini. Tabel 1.1 Pencapaian Peneliti Terdahulu No Peneliti (Tahun) Judul Hasil 1 Zaki Ahmad Fauzi (2023) Deteksi Identitas KWH Meter Digital Satu Fasa Menggunakan Artificial Neural Network dan Template Matching Penelitian ini berhasil mengembangkan teknologi deteksi identitas kWh meter digital satu fasa dengan menggunakan Artificial Neural Network dan Template Matching. Program yang dikembangkan mampu mendeteksi merek kWh meter dengan tingkat akurasi 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa deteksi menggunakan perangkat yang berbeda memberikan tingkat akurasi yang bervariasi, dengan handphone iPhone Xr memiliki performa terbaik. ! 2 Ve ra F ir ma ns ya h, Ve bi N ad hi ra , Lutfia Silvi, Tesya Apnita Dewi (2020) lot Sistem Monitoring Meter Kwh Digital Menggunakan Sensor Ldr Dan Codeigniter Api Service Penelitian ini mengembangkan prototipe alat monitoring penggunaan energi listrik pada meter kWh digital rumah tangga. Pengguna dapat memantau konsumsi listrik secara real-time, mengatasi kelemahan sistem pembayaran yang hanya mengetahui pemakaian saat pembayaran. Prototipe ini menggunakan sensor Light Dependent Resistor (LDR) untuk mendeteksi kedipan lampu LED pada meter kWh, dikontrol mikrokontroler, dan terhubung ke server melalui API service dengan framework CodeIgniter. Hasil pengujian menunjukkan nilai kesalahan pembacaan sebesar 0%, dengan waktu pengiriman data rata-rata 36,23 detik melalui koneksi wifi.

3 Elly Mufida, Mochammad Iqbal Adriansyah, Nur Muhammad Ihsan, Rian Septian Anwar (2021) Perancangan Alat Pendeteksi KWH Meter Berbasis Arduino Uno R3 dan ESP8266 Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi kepada pengguna mengenai penggunaan energi listrik secara real-time dan meningkatkan kesadaran terhadap pengelolaan daya listrik. Hasil pengukuran ditampilkan pada LCD dan dikirimkan ke aplikasi berbasis web melalui modul ESP8266. Selain itu, alat ini dilengkapi dengan buzzer yang akan memberikan peringatan apabila konsumsi daya listrik melebihi batas maksimal yang telah ditentukan oleh pengguna. Dengan fitur ini,

pengguna dapat menetapkan nilai batas penggunaan listrik maksimal dan menerima peringatan jika terjadi pelanggaran batas tersebut, sehingga memungkinkan pengendalian konsumsi energi listrik sesuai kebutuhan. 4 Adrien Petralia, Philippe harpentier, Paul Boniol, Themis Palpanas (2023) Appliance Detection Using Very Low-Frequency Smart Meter Time Series Penelitian ini mengevaluasi dan membandingkan klasifikator time series terbaru untuk mendeteksi perangkat rumah tangga pada data meteran pintar dengan frekuensi pengukuran rendah (30 menit). Meskipun klasifikator time series telah banyak diterapkan, belum ada penelitian yang membandingkannya untuk masalah ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa klasifikator berbasis pembelajaran mendalam memberikan akurasi yang menjanjikan meskipun menggunakan data dengan frekuensi rendah, dan dapat diskalakan untuk koleksi data besar. Namun, penelitian ini juga menunjukkan perlunya perbaikan lebih lanjut untuk meningkatkan akurasi deteksi. Penelitian ini dipublikasikan dalam ACM e-Energy 2023. 5 Dimas Setyawan Ramadhansyah, Arrie Kurniawardhani (2021) Penelitian Deteksi Pelat Nomor Kendaraan: Kajian Pustaka Penelitian ini berhasil menganalisis sepuluh literatur terdahulu mengenai metode deteksi pelat nomor kendaraan. Hasilnya menunjukkan bahwa metode deep learning, khususnya YOLO dan CNN, lebih unggul dibandingkan metode image processing seperti Connected Component, SVM, Connected Component Labelling, Transformasi Hough, dan Transformasi Hit or Miss. Dari literatur yang diteliti, YOLO dan CNN mencapai akurasi dan mean average precision di atas 90%, sementara metode image processing kurang memuaskan dalam real-time processing dan akurasi. Meskipun ada kemajuan, belum ada metode yang berhasil digunakan secara efektif untuk deteksi pelat nomor kendaraan di seluruh negara, disebabkan oleh perbedaan karakteristik pelat nomor kendaraan di setiap negara. 2.2 Tinjauan Teoritis Penelitian ini didasari oleh beberapa teori dan konsep yang relevan dengan permasalahan yang akan dikaji. Tinjauan teoritis bertujuan untuk memberikan landasan pemahaman yang kuat bagi peneliti dalam menganalisis masalah dan menarik kesimpulan. 2.2.1

Kecerdasan Buatan Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence/AI) merupakan sebuah cabang dalam ilmu komputer yang memusatkan perhatian pada pengembangan mesin atau sistem komputer yang mampu menjalankan tugas-tugas yang umumnya memerlukan kecerdasan manusia. Tujuan utamanya adalah menciptakan mesin yang mampu belajar, berpikir, dan bertindak seperti manusia. AI meliputi berbagai teknik dan metode, seperti pemrograman logika, pemrosesan bahasa alami, dan pengenalan pola. Dalam konteks pemrograman logika, sistem AI menggunakan aturan logika untuk mengambil keputusan berdasarkan informasi yang diberikan. a) Machine Learning dan Deep Learning Algoritma dan model dalam machine learning dirancang untuk mengidentifikasi pola dalam data serta menghasilkan prediksi atau keputusan berdasarkan pola tersebut. Selain itu, machine learning juga dimanfaatkan dalam pengembangan model yang digunakan untuk menganalisis data dalam bentuk gambar maupun video (Fathurohman, 2021). Seiring dengan kemajuan dalam bidang machine learning, muncul sub- bidang yang dikenal sebagai Deep Learning. Deep learning adalah cabang dari machine learning yang menggunakan jaringan saraf tiruan (artificial neural networks) yang kompleks dan dalam (dikenal sebagai "deep") untuk mengekstraksi representasi yang mendasari dari data (Raup, Ridwan, Khoeriyah, Supiana, & Zaqiah, 2022). Deep learning memungkinkan komputer untuk belajar secara hierarkis dan otomatis dari data yang besar dan kompleks, seperti gambar, suara, teks, dan lainnya, dengan bantuan jaringan saraf tiruan (Syafa'ah & Lestandy, 2021). Konsep ini berusaha mensimulasikan cara kerja otak manusia dengan menggunakan banyak lapisan neuron tiruan yang terhubung dalam jaringan untuk menganalisis dan menginterpretasi data. b) Computer Vision Computer vision semakin meningkat belakangan ini karena aplikasinya yang luas di berbagai sektor seperti pengawasan cerdas, bidang kesehatan, olahraga, robotika, mobil self-driving, dan lain sebagainya. Tugas-tugas visual, seperti pengenalan gambar, pelokalan, dan deteksi, menjadi bagian integral dari pemanfaatan teknologi ini yang telah menunjukkan hasil yang memuaskan dalam kinerja sistem visual.

Computer vision kini telah diimplementasikan dalam berbagai aspek kehidupan, seperti deteksi pemakaian masker, aplikasi pemindai rumus matematika, hingga estimasi tinggi badan menggunakan kamera. Perkembangan ini menunjukkan bahwa teknologi ini semakin mudah diakses dan diterapkan dalam berbagai bidang. Teknologi computer vision bekerja berdasarkan prinsip di mana sistem komputer menganalisis gambar digital 2D untuk mengekstrak berbagai fitur, seperti piksel, luas area, dan perimeter, dengan bantuan algoritma pemrosesan gambar. c) Pengolahan Citra Secara umum, citra atau gambar merupakan representasi dua dimensi dari cahaya.

20 Dari

perspektif matematis, citra dapat dipandang sebagai fungsi kontinu dari intensitas cahaya pada suatu bidang dua dimensi. Ketika sebuah objek terkena sumber cahaya, sebagian cahaya tersebut dipantulkan dan membentuk citra.

Saat ini, penggunaan citra digital telah menjadi hal yang umum, sering kali disebut sebagai gambar, dan banyak perangkat elektronik dirancang khusus untuk menghasilkan citra digital, seperti scanner dan kamera digital. Kualitas citra yang dihasilkan oleh perangkat-perangkat ini dapat bervariasi, karena sering kali dilakukan penyesuaian sesuai dengan kebutuhan pengguna (Iryanto, 2014).

2.2.2 Deteksi Angka (Number Detection)

Tujuan utama dari deteksi angka pada citra adalah untuk mengidentifikasi dan menandai lokasi angka pada kWh meter dalam sebuah citra, yang sering kali diwakili oleh persegi panjang yang mengelilingi area digit kWh meter yang terdeteksi. Proses deteksi angka melibatkan pengenalan pola dan struktur yang khas dari citra kWh meter oleh algoritma komputer untuk mengenali dan membedakan digit yang dimaksud dari objek atau latar belakang lainnya.

2.2.3 YOLO Algoritma

ini mampu mengidentifikasi dan mengenali objek dalam satu proses pemindaian, sehingga lebih cepat dibandingkan metode deteksi lainnya. Algoritma ini dirancang untuk mendeteksi objek secara langsung dalam gambar atau video dengan kecepatan tinggi (Rahma, Syaputra, Mirza, & Purnamasari, 2021). Proses operasi YOLO melibatkan pemetaan citra input ke dalam beberapa jaringan sel. Langkah awalnya melibatkan pembagian citra menjadi bagian-bagian

sel jaringan, dengan jumlah sel jaringan yang dapat dihitung dengan membagi resolusi gambar menggunakan langkah (stride) yang telah ditentukan sebelumnya. Tujuan dari langkah ini adalah untuk menghasilkan kotak dengan dimensi 8x8, 16x16, dan 32x32. Dalam praktiknya, gambar biasanya memiliki resolusi 640x640, sehingga langkah yang digunakan adalah 80x80 untuk objek kecil, 40x40 untuk objek sedang, dan 20x20 untuk objek yang lebih besar. YOLO membagi citra input menjadi grid-grid berukuran $S \times S$ (Agustina & Sukron, 2022), di mana setiap grid bertanggung jawab untuk memprediksi keberadaan objek, kotak pembatas, dan tingkat keyakinan (confidence). Confidence digunakan untuk memperkirakan apakah objek ada dalam grid tersebut. Salah satu keunggulan utama dari YOLO adalah kecepatannya. Dengan menghindari tahap-tahap terpisah, YOLO mampu memberikan hasil deteksi objek secara real-time dengan kecepatan yang sangat tinggi, menjadikannya cocok untuk aplikasi seperti deteksi objek dalam video bergerak atau aplikasi deteksi objek dalam waktu nyata. Gambar 2. 1

Arsitektur YOLO Gambar 2.1 menampilkan detail dari arsitektur utama yang digunakan oleh algoritma YOLO dalam proses deteksi objek. Tiap kotak pembatas memiliki atribut seperti (x, y, w, h, dan confidence), di mana x dan y mewakili posisi kotak pembatas, sementara w dan h merepresentasikan dimensi tinggi dan lebar kotak pembatas. Confidence merujuk pada skor IoU yang dihasilkan dari perbandingan antara kotak prediksi dengan kotak referensi sebenarnya (ground-truth box). Di setiap grid, dilakukan perhitungan probabilitas prediksi kelas objek. Algoritma YOLO memiliki arsitektur yang disesuaikan dengan setiap versinya. Perubahan dalam proses pendeteksian objek terjadi setiap kali versi algoritma tersebut ditingkatkan. Arsitektur YOLOv9 terdiri dari beberapa tahap utama yang terlibat dalam pendeteksian objek, yaitu proses backbone, neck, dan head. Rincian dari arsitektur YOLOv9 dapat dilihat pada gambar yang disajikan di bawah ini. Gambar 2. 2 Arsitektur YOLOv9 a. Path Aggregation Network (PAN) [37] Ini adalah jenis rangkaian konvolutif yang mengumpulkan fitur dari semua skala, dengan menggunakan operasi

penghimpunan untuk mengambil informasi dari semua skala dan mengirimkannya ke layer berikutnya. b. Reversible Columns (RevCol) [3] RevCol adalah jenis rangkaian yang memanfaatkan kolom yang dapat dibalik untuk mengurangi biaya informasi yang hilang saat proses pembelajaran. Ini memungkinkan rangkaian untuk "membalik" aliran data dan mengambil keputusan ulang pada tahap sebelumnya, mengurangi kehilangan informasi. c. Deep Supervision Hal ini merujuk pada teknik pengawasan yang umum digunakan di dalam rangkaian sampel, yaitu dengan menambahkan cabang pengawasan tambahan pada layer tertentu. Cabang pengawasan ini akan membuat prediksi langsung dan membandingkannya dengan nilai target, dapat membantu mengurangi masalah gradient vanishing dan mewujudkan training yang lebih efisien. d. Programmable Gradient Information (PGI) PGI adalah arsitektur yang diusulkan dalam gambar ini, yang terdiri dari tiga komponen utama: (1) cabang utama, yang digunakan untuk inferensi, (2) cabang balik terbatas, yang digunakan untuk menghasilkan gradien yang terpercaya dan diperbarui ke cabang utama, dan (3) informasi bantuan multi-level, yang digunakan untuk mengontrol pembelajaran cabang utama dan mengambil informasi semantik dari level-level yang berbeda (Chien-Yao Wang, I-Hau Yeh, Hong-Yuan Mark Liao. 2024) e. Head Head adalah bagian terakhir dari arsitektur YOLOv9 yang bertanggung jawab untuk melakukan deteksi objek. Head ini mengambil fitur-fitur yang telah diproses melalui empat tahap yang sudah dijelaskan di atas, dan menggunakan teknik pemrosesan di level piksel untuk secara efisien menentukan kotak pembatas objek dan kelasnya. Head juga menghasilkan prediksi berupa koordinat bounding box dan probabilitas kelas untuk setiap objek dalam gambar. Hal ini dilakukan dengan menggunakan lapisan-lapisan konvolusi dan aktivasi yang dirancang khusus untuk mendeteksi objek dengan presisi tinggi. Gambar 2.3 Bounding Box Gambar 2.3 menggambarkan konsep bounding box yang digunakan untuk melakukan deteksi objek pada input gambar atau video. Pusat dari bounding box adalah titik tengahnya, sedangkan lebarnya adalah jarak antara titik kiri atas dan titik kanan bawah bounding box.

Tingginya adalah jarak antara titik atas dan titik bawah dari bounding box. Probabilitas keberadaan objek merupakan probabilitas bahwa objek sebenarnya terdapat di dalam bounding box tersebut.

2.24 EasyOCR

EasyOCR adalah paket Python open-source yang memfasilitasi proses Optical Character Recognition (OCR) dengan pendekatan berbasis deep learning. Dibangun di atas PyTorch sebagai backend, EasyOCR memanfaatkan model-model canggih untuk mendeteksi dan mengenali teks dalam gambar. Proses deteksi teks dimulai dengan tahap preprocessing, seperti konversi gambar menjadi grayscale untuk mempermudah ekstraksi informasi tekstual.

17 Selanjutnya, algoritma Character Region Awareness for Text Detection (CRAFT) digunakan untuk mendeteksi wilayah-wilayah yang mengandung teks. Dalam tahap pengenalan karakter, EasyOCR menerapkan model Convolutional Recurrent Neural Networks (CRNN), yang terdiri dari tiga komponen utama: ekstraksi fitur menggunakan ResNet, pelabelan urutan menggunakan Long Short-Term Memory (LSTM), dan dekoding menggunakan Connectionist Temporal Classification (CTC) untuk menghasilkan output yang akurat (Baek, J., Lee, Y., & Kim, S, 2019).

Model CRNN yang diterapkan pada EasyOCR memiliki kemampuan untuk mengenali teks dalam berbagai kondisi dan latar belakang gambar, yang menjadikannya sangat berguna dalam berbagai aplikasi seperti pemrosesan dokumen otomatis dan analisis gambar berbasis teks. Dengan menggabungkan teknik-teknik deep learning canggih, EasyOCR menawarkan solusi yang efisien dan akurat dalam mengatasi tantangan OCR, terutama pada teks yang kompleks dan tidak terstruktur. Implementasi CRAFT dalam tahap deteksi teks memungkinkan model untuk lebih sensitif terhadap berbagai bentuk dan orientasi teks, sementara komponen CRNN mendukung pengenalan urutan karakter yang lebih fleksibel dan efektif (Baek, J., Lee, Y., & Kim, S, 2019).

2.2.5 Sistem Deteksi Angka

Sistem deteksi angka merupakan suatu sistem komputer atau perangkat lunak yang dirancang khusus untuk mengidentifikasi dan mengenali angka-angka dalam gambar atau video. Tujuannya adalah untuk mengenali lokasi dan ciri-ciri angka pada kWh meter dalam sebuah citra. Beberapa alat yang digunakan oleh peneliti

dalam merancang sistem deteksi angka antara lain: a) Python Python merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang fleksibel dan mudah dipahami. 4 19
Dikembangkan oleh Guido van Rossum pada akhir 1980-an, Python dirancang dengan penekanan pada keterbacaan kode dan sintaks yang intuitif. 4 11
Python banyak digunakan dalam berbagai bidang pengembangan perangkat lunak, seperti pengembangan web, analisis data, kecerdasan buatan, pemrosesan bahasa alami, dan lain sebagainya. Keunggulan utama Python meliputi sintaks yang sederhana, dukungan terhadap berbagai paradigma pemrograman, serta ketersediaan pustaka dan framework yang memperluas kemampuannya. Selain itu, Python memiliki komunitas yang aktif dan suportif serta dokumentasi yang lengkap, menjadikannya salah satu bahasa pemrograman yang paling populer di kalangan pengembang perangkat lunak. b) OpenCV OpenCV (Open Source Computer Vision) adalah perpustakaan perangkat lunak open-source yang digunakan untuk pengolahan citra dan analisis komputer vision. Tujuannya adalah untuk memberikan alat dan fungsi yang memungkinkan pengembang perangkat lunak untuk mengembangkan aplikasi yang melibatkan pengolahan gambar, deteksi objek, pengenalan pola, dan analisis video. c) Visual Studio Code Visual Studio Code (VS Code) adalah sebuah Lingkungan Pengembangan Terpadu (Integrated Development Environment/IDE) yang dirancang khusus untuk pengembangan aplikasi dengan berbagai bahasa pemrograman, termasuk Python. Dikembangkan oleh Microsoft, VS Code menyediakan berbagai fitur penting bagi pengembang, seperti code completion, debugging, dan integrasi dengan sistem kontrol versi. Fitur-fitur ini sangat membantu pengembang dalam menulis, menguji, dan memperbaiki kode. Antarmuka pengguna VS Code dirancang dengan baik dan ramah pengguna, memudahkan pengembang dalam mengakses fitur-fitur yang dibutuhkan. Selain itu, VS Code memiliki kemampuan untuk memantau dan memperbaiki kode secara otomatis, membantu pengembang untuk memastikan bahwa kode yang ditulis adalah kode yang baik. 2.2 14 6 Confusion matrix Confusion matrix adalah metode evaluasi yang mengukur kinerja model klasifikasi dengan membandingkan hasil prediksi dengan data sebenarnya. Matriks ini

menunjukkan jumlah prediksi yang benar maupun salah serta jenis kesalahan yang terjadi. Confusion matrix sangat bermanfaat dalam mengevaluasi efektivitas dan kelemahan model klasifikasi serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam pengembangan model (Rahayu, Prianto, & Novia, 2021).

2.2.6.1 Akurasi Akurasi merupakan sebuah pendekatan evaluasi yang didasarkan pada seberapa baik nilai prediksi sesuai dengan nilai aktual. Dengan menganalisis jumlah data yang terklasifikasi dengan benar, kita dapat menentukan estimasi tingkat keakuratan dari prediksi tersebut.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{True Positive} + \text{True Negative}}{\text{True Positive} + \text{True Negative} + \text{False Positive} + \text{False Negative}}$$

2.2.6.2 Presisi Presisi adalah suatu metode evaluasi yang membandingkan jumlah informasi yang relevan yang berhasil ditemukan oleh suatu sistem dengan total informasi yang diperoleh oleh sistem, baik yang relevan maupun yang tidak relevan. Persamaan untuk menghitung presisi dapat dinyatakan sebagai berikut: $\text{Presisi} = \frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Positive}}$

$$\text{Presisi} = \frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Positive}}$$

2.2.6.3 Recall Recall adalah

suatu metode pengujian yang membandingkan jumlah informasi yang relevan yang berhasil ditemukan oleh sistem dengan total jumlah informasi relevan yang ada dalam kumpulan informasi, termasuk yang ditemukan maupun yang tidak ditemukan oleh sistem. Persamaan untuk menghitung recall dapat dijabarkan sebagai berikut: $\text{Recall} = \frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Negative}}$

$$\text{Recall} = \frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Negative}}$$

2.2.7 Meteran Listrik Analog

Gambar 2. 4 kWh meter analog Meteran listrik yang dimaksud memiliki kemampuan untuk menampilkan counter digit yang merekam jumlah energi listrik yang digunakan pada setiap harinya. Jenis meteran ini umumnya digunakan oleh pelanggan yang menerapkan metode pembayaran pascabayar. Pada prosesnya, perusahaan penyedia listrik (PLN) akan mengukur dan mencatat

total energi listrik yang dikonsumsi oleh pelanggan sebagai dasar untuk menentukan besaran biaya yang dikenakan. Setelahnya, pelanggan akan dikenai biaya sesuai dengan jumlah energi yang tercatat dalam meteran (Arum Rifda, 2022).

2.2.8 White Box Metode ini bertujuan untuk menguji sistematisasi aplikasi dengan mempertimbangkan struktur kode program yang telah direncanakan sebelumnya. Hal ini dilakukan untuk memperoleh sejumlah besar skenario pengujian aplikasi yang dapat dijalankan, serta untuk mengidentifikasi kesalahan dan cacat dalam implementasi kode program (Londjo, 2021). Secara esensial, pengujian ini difokuskan pada evaluasi logika program dalam mendeteksi kesalahan.

2.2.9 Black Box Metode ini digunakan untuk menguji aplikasi secara keseluruhan tanpa perlu mengakses rincian kode sumber, dengan tujuan memastikan bahwa setiap fungsi bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan yang telah ditetapkan sebelumnya (Ningrum, Suherman, Aryanti, Prasetya, & Saifudin, 2019). Berbeda dengan pendekatan white box, metode ini digunakan untuk mengevaluasi fungsionalitas penuh dari sistem yang menerapkan deteksi angka 7 pada kWh meter, dengan memanfaatkan algoritma YOLOv9 untuk mendeteksi citra kWh meter dan EasyOCR untuk mengekstraksi angka yang terdapat pada kWh meter tersebut.

BAB III TAHAPAN PELAKSANAAN Dalam tahapan pelaksanaan ini, akan diuraikan bagaimana peneliti menyelesaikan tugas akhir dengan menjelaskan langkah-langkah pelaksanaan dan metode pengujian yang digunakan.

3.1 Langkah-Langkah Pelaksanaan Tahap-tahap pelaksanaan memberikan manfaat signifikan bagi peneliti untuk menguraikan dengan rinci langkah-langkah yang dijalankan, metode pengembangan, dan strategi penyelesaian masalah dalam rangka menjalankan penelitian secara terstruktur dan terarah. Dengan demikian, keseluruhan penelitian akan berjalan sesuai rencana dan membantu pembaca memahami jalannya penelitian dengan jelas dan tepat.

3.1.1 Langkah-Langkah Penelitian Penyusunan proses pelaksanaan penelitian harus dilakukan secara terstruktur untuk memastikan keabsahan, keterarah, dan keakuratan penelitian. Sebagai bagian dari upaya tersebut, penulis telah menghasilkan sebuah diagram alir, yang terdapat dalam Gambar 3.1, yang

menguraikan secara rinci langkah- langkah yang dilakukan dalam penelitian ini. Gambar 3. 1 Tahapan Pelaksanaan Berdasarkan gambar tersebut, berikut adalah penjelasan mengenai tahapan yang tercantum pada setiap bagian dari diagram alir: 1) Identifikasi Masalah Tahapan awal ini dilakukan untuk memahami fenomena dan masalah yang dihadapi dalam proses pencatatan angka pada kWh meter analog di Plaza XYZ. Masalah yang diidentifikasi adalah ketidakefisienan proses manual yang memakan waktu dan rawan kesalahan, sehingga diperlukan sistem otomatis berbasis algoritma untuk mendeteksi dan membaca angka pada kWh meter dengan akurat. 2) Tinjauan Pustaka Tinjauan pustaka bertujuan untuk mengkaji teori dan metode terkait deteksi angka menggunakan algoritma YOLOv9 dan pembacaan karakter menggunakan EasyOCR. Selain itu, tinjauan ini juga mencakup penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan, sehingga dapat mengidentifikasi celah pengetahuan yang dapat diisi oleh penelitian ini, khususnya dalam penerapan teknologi deteksi angka pada kWh meter analog. 3) Perumusan Masalah Perumusan masalah adalah tahap awal dalam sebuah penelitian atau analisis yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan merinci isu utama yang akan dikaji lebih dalam. Langkah ini melibatkan penyusunan pertanyaan atau pernyataan yang menggambarkan masalah yang hendak dipecahkan, dijelaskan, atau dipahami secara mendalam melalui proses penelitian atau analisis yang sistematis. 4) Analisis Kebutuhan Analisis kebutuhan melibatkan identifikasi dan pemetaan kebutuhan sistem, baik dari sisi teknis maupun fungsional. Kebutuhan teknis meliputi dataset gambar kWh meter analog yang berjumlah 80 gambar untuk pelatihan. Sedangkan kebutuhan fungsional meliputi sistem yang mampu mendeteksi angka dengan tingkat akurasi tinggi dan memberikan hasil yang sesuai untuk proses pencatatan listrik. 5) Perancangan Sistem Perancangan sistem merupakan tahap di mana struktur, antarmuka, dan fungsionalitas sistem dirancang secara menyeluruh. Proses ini mencakup perincian mengenai cara kerja sistem, interaksi pengguna dengan sistem, serta langkah-langkah implementasi berbagai komponen untuk memastikan bahwa sistem dapat mencapai tujuan

yang telah ditetapkan. 6) Penulisan Kode Program Penulisan kode program dilakukan dengan mengimplementasikan model YOLOv9 untuk deteksi angka pada kWh meter analog dan EasyOCR untuk membaca angka dari gambar yang telah dideteksi. Setiap logika pemrograman dikembangkan berdasarkan hasil perancangan sistem, dengan tujuan memastikan semua fungsionalitas dapat diimplementasikan sesuai kebutuhan. 7) Pengujian Sistem Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat berjalan sesuai dengan fungsionalitas yang diharapkan. Metode pengujian yang digunakan adalah:

- Black-box Testing, yaitu menguji keluaran sistem berdasarkan masukan tanpa memperhatikan detail kode, untuk mengevaluasi apakah sistem berhasil mendeteksi dan membaca angka dengan benar.
- White-box Testing, yaitu menguji logika program yang terkait dengan algoritma YOLOv9 dan EasyOCR untuk memastikan setiap proses berjalan sesuai rancangan.

8) Penulisan Laporan Tahapan ini melibatkan penyusunan laporan penelitian yang terstruktur dan komprehensif, mencakup identifikasi masalah, tinjauan pustaka, perumusan masalah, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, serta hasil dan pembahasannya. Laporan ini dibuat untuk mendokumentasikan seluruh proses penelitian dan hasil yang telah dicapai, sehingga dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

3.2 Metode Pengujian Untuk memastikan sistem atau program hasil penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan memenuhi kebutuhan yang diharapkan, penulis akan menjelaskan proses pengujian sistem pada bab ini.

3.2.1 Confusion Matrix Pengujian sistem deteksi angka dengan memanfaatkan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) seperti YOLOv9 dilakukan dengan menggunakan metode Confusion Matrix. Metode ini berperan penting dalam evaluasi kinerja suatu model atau sistem dalam konteks klasifikasi atau deteksi. Hal ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang performa model dalam berbagai konteks, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 3.2 di bawah ini. Gambar 3.2 Confusion Matrix Berikut adalah penjelasan rinci tentang elemen-elemen yang terdapat dalam Confusion Matrix, sebagaimana yang terlihat pada gambar di atas.

a) True Positive

(TP): Merupakan jumlah observasi yang benar diprediksi oleh model sebagai positif. b) True Negative (TN): Jumlah observasi yang benar diprediksi oleh model sebagai negatif. c) False Positive (FP): Jumlah observasi yang sebenarnya negatif, tetapi salah diprediksi sebagai positif oleh model (disebut juga "Type I error"). d) False Negative (FN): Jumlah observasi yang sebenarnya positif, tetapi salah diprediksi sebagai negatif oleh model (disebut juga "Type II error").

3.2.1 White Box Metode

White Box merupakan rancangan pengujian yang berfokus untuk memeriksa atau mengevaluasi proses agar sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan sebelumnya. Pada penelitian ini, metode tersebut dilakukan dengan memperhatikan kode program yang dirancang untuk setiap logika dalam sistem deteksi angka pada kWh meter analog. Melalui pengujian ini, alur dan prosedur sistem dapat dipastikan berjalan dengan baik sesuai dengan fungsi yang telah direncanakan.

3.2.2 Black Box Berbeda

halnya dengan metode pengujian White Box, Black Box adalah sebuah metode pengujian yang bersifat sistematis dengan tujuan untuk mengevaluasi sistem dengan berfokus pada fungsionalitas sistem sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pada penelitian ini, metode tersebut digunakan untuk menguji keluaran di setiap fungsi dalam mendeteksi angka pada kWh meter analog yang telah diintegrasikan dengan model deteksi menggunakan algoritma YOLOv9.

BAB IV PERANCANGAN

Penelitian ini diawali dengan tahap perancangan aplikasi, yang bertujuan untuk memastikan keberhasilan dalam proses pengembangannya. Rancangan yang optimal menjadi faktor utama dalam mendukung efektivitas pengembangan aplikasi. Bagian ini akan menjelaskan serangkaian langkah yang diperlukan dalam merancang sistem atau aplikasi secara sistematis, sehingga proses pengembangan dapat dilakukan dengan lebih efektif dan efisien.

4.1 Analisis Sistem Terdahulu

Analisis sistem sebelumnya yang digunakan sebagai referensi oleh peneliti bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana sistem deteksi identitas pada kWh meter yang dikembangkan mampu memperbaiki kekurangan pada sistem sebelumnya. Selain itu, analisis ini juga berfungsi sebagai dasar untuk menyusun dan

merancang sistem yang lebih efektif dan efisien dalam penelitian ini.

Gambar 4. 1 Analisis Terdahulu Gambar 4.1 menunjukkan tahapan pembuatan model sistem deteksi identitas kWh meter digital yang dikembangkan oleh peneliti sebelumnya, Zaki Ahmad Fauzi, pada tahun 2023. Dalam penelitian tersebut, metode Artificial Neural Network dan Template Matching digunakan untuk mendeteksi merek, serial number, dan tahun pembuatan kWh meter digital satu fasa. Namun, sistem yang dirancang memiliki kekurangan, yakni tidak untuk mendeteksi angka pemakaian kWh listriknya. 4.2

Spesifikasi Kebutuhan Sistem Baru Untuk mendukung dalam pengembangan sistem deteksi angka citra KWH meter, di perlukan spesifikasi kebutuhan sistem baru yang dikategorikan menjadi dua bagian, yaitu spesifikasi perangkat lunak dan spesifikasi perangkat keras. Di bawah ini adalah uraian

mengenai masing-masing bagian tersebut. 4.2.1 Spesifikasi 23 asi Perangkat Lunak

Spesifikasi Perangkat lunak berperan dalam keseluruhan p oses pengembangan sistem, mulai dari perancangan hingga implementasi kode program. Rincian spesifikasi perangkat lunak yang digunakan disajikan dalam tabel berikut.

Tab el 4. 1 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak Perangkat Deskripsi

Windows 11 (64 bit) Sistem operasi minimum yang diperlukan untuk menjalankan aplikasi Visual Studio Code Editor kode yang digunakan dalam pengembangan program. Google Colaboratory Platform berbasis cloud yang dimanfaatkan untuk pelatihan model. Roboflow Alat yang digunakan untuk mengelola dataset dalam proses pengolahan citra Spesifikasi perangkat lunak yang tercantum dalam Tabel 4.1 merupakan komponen utama yang digunakan dalam pengem angan sistem deteksi angka berbasis citra. Setiap perangkat lunak memiliki peran spesifik dalam mendukung proses pengolahan data dan implementasi sistem. Berikut ini adalah penjelasan lebih lanjut mengenai masing-masing perangkat lunak yang digunakan. a) Sistem Operasi (Windows 11) Sistem Operasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Windows 11. Sistem operasi tersebut menjadi landasan bagi eksekusi semua perangkat lunak yang terlibat dalam proyek. Windows 11 dipilih karena menyediakan lingkungan yang stabil dan kompatibel untuk menjalankan

aplikasi seperti Google Colaboratory, Visual Studio Code, dan perangkat lunak lain yang diperlukan dalam pengembangan dan pelatihan model deteksi angka pada citra. b) Google Colaboratory Google Colaboratory merupakan sebuah platform cloud yang digunakan untuk menulis dan menjalankan kode Python. Platform ini memiliki fokus khusus pada pengembangan model Machine Learning, termasuk dalam konteks pembuatan sistem deteksi objek yang sedang dikembangkan oleh peneliti. c) Code Editor (Visual Studio Code) Visual Studio Code (VSCode) adalah sebuah editor kode sumber yang ringan dan fleksibel. Dalam penelitian ini, peneliti memanfaatkan perangkat lunak ini untuk menjalankan dan mengintegrasikan model-model yang telah dibuat sebelumnya serta menerapkan logika program untuk mendeteksi objek pada citra. Lebih dari itu, editor kode ini juga memiliki kemampuan untuk mengeksekusi program dengan integrasi pada berbagai library yang diperlukan dalam pengembangan sistem deteksi objek yang optimal. d) Roboflow Roboflow merupakan sebuah platform yang secara khusus dirancang dan dimanfaatkan oleh peneliti untuk mengelola dataset serta mempersiapkannya dalam rangka pelatihan model. Pengelolaan dataset pada platform ini menyederhanakan beberapa proses seperti anotasi gambar, pra-pemrosesan, dan segmentasi gambar.

4.2.2 Spesifikasi Perangkat Keras

Beberapa komponen perangkat keras memiliki peran penting dalam penelitian ini, antara lain prosesor, penyimpanan, dan memori. Rincian spesifikasi kebutuhan perangkat keras yang digunakan oleh peneliti, beserta spesifikasi minimumnya, tertera dalam tabel di bawah ini. Tab el 4. 2 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Keras Perangkat Konfigurasi

Prosesor	Prosesor	Prosesor	Prosesor	Prosesor
1 Ghz	Storage	512 GB SSD	Memory	8 GB RAM

a) Prosesor Prosesor merupakan inti dari sistem komputer yang memainkan peran krusial dalam menjalankan berbagai operasi perhitungan dan pengolahan data. Dalam konteks penelitian ini, peran prosesor adalah untuk memproses input gambar secara real-time dan melaksanakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) yang telah diterapkan pada model sistem deteksi objek yang dibuat dengan bantuan prosesor Google Colaboratory. b) Penyimpanan Penyimpanan berperan dalam

menampung data yang diperlukan oleh sistem deteksi objek, termasuk model Convolutional Neural Network (CNN), dataset pelatihan, serta implementasi kode program pada model yang telah dibuat sebelumnya. c) Memory Memory berperan sebagai penyimpanan sementara yang diperlukan oleh sistem komputer untuk eksekusi program dan penyimpanan data selama proses berlangsung secara real-time. Selain itu, komponen perangkat keras ini dimanfaatkan untuk menyimpan model Convolutional Neural Network (CNN) yang dimuat ke dalam RAM selama proses runtime.

4.3 Perancangan Sistem Diagram alir

digunakan untuk memvisualisasikan proses sistem mulai dari tahapan input citra kWh meter hingga menghasilkan output berupa string angka yang merepresentasikan hasil deteksi angka pada kWh meter. Berikut ini adalah diagram alir sistem pencatatan kWh meter yang telah dilengkapi dengan fitur deteksi angka. Gambar 4. 2 Diagram Alir Sistem Pendeteksi Angka kWh Meter Gambar 4.2 menggambarkan alur penggunaan aplikasi pendeteksi angka pada kWh meter. Proses dimulai ketika pengguna memasukkan nama tenant serta nomor seri kWh meter, kemudian memilih file gambar yang akan diproses. Selanjutnya, aplikasi membaca dan menganalisis gambar menggunakan algoritma deteksi berbasis model YOLOv9 serta EasyOCR. Hasil dari pemrosesan ini dapat berupa dua kemungkinan keluaran: pertama, jika angka berhasil dideteksi, sistem akan menampilkan angka yang terbaca di layar dan memberikan opsi bagi pengguna untuk menyimpan data dalam format CSV atau Excel. Kedua, jika angka tidak terdeteksi, sistem akan menampilkan peringatan kepada pengguna.


4.3.1 Pembuatan Model Gambar 4. 3

Diagram Alir Tahapan Pembuatan Model Pada Roboflow Pada Gambar 4.3 tahapan pembuatan model sistem ini dibuat menggunakan Roboflow. Pada perancangan sistem bertujuan untuk penerapan fitur deteksi angka pada kWh meter. Berikut adalah gambaran dari perancangan fitur deteksi angka pada sistem pembacaan kWh meter berbasis AI. Model deteksi angka dilatih menggunakan dataset yang telah diproses di Roboflow dengan algoritma YOLOv9 untuk mendeteksi posisi digit angka pada gambar kWh meter.

4.3.2 Pengumpulan Dataset Pengumpulan dataset merupakan tahap

utama yang dilakukan oleh peneliti dalam proses pembuatan sistem deteksi angka pada kWh meter. Dataset yang dikumpulkan dan disiapkan terdiri dari 80 citra kWh meter dengan merek Fuji Dharma dan Metbelosa. Citra tersebut mencakup berbagai variasi, seperti citra yang terdistorsi serta citra dengan tingkat pencahayaan tinggi maupun rendah. Semua citra diambil menggunakan smartphone pribadi peneliti. Tabel 4.3 Contoh Gambar Pada Dataset Sistem Deteksi Angka No Gambar / Citra Keterangan 1 . Contoh gambar/citra kWh meter dengan merek Fuji Dharma yang akan dianotasi atau label (Digit-kWh) 2 Contoh gambar/citra kWh meter dengan merek Metbelosa yang akan dianotasi atau label (Digit-kWh) Tabel 4.3 menampilkan contoh citra yang diambil menggunakan perangkat smartphone pribadi peneliti dengan dimensi 2604 × 4624 piksel. Baris pertama dari tabel tersebut mencakup contoh pengumpulan gambar kWh meter merek Fuji Dharma, sedangkan baris kedua mencakup gambar kWh meter merek Metbelosa. Seluruh citra yang telah dikumpulkan oleh peneliti akan dikompilasi menjadi sebuah dataset.

4.3.3 Pre-processing dan Augmentasi

Pada tahap ini, dilakukan pre-processing dan proses augmentasi  gambar untuk memperluas variasi dataset yang telah dikumpulkan. Augmentasi merupakan teknik yang mengubah dan memodifikasi dataset agar menjadi lebih beragam. Hal ini dilakukan dengan beberapa metode untuk mempersiapkan citra sebelum memasuki proses selanjutnya. Tahap ini penting untuk memastikan keakuratan dan kualitas hasil penelitian, Adapun detail tahapan ini tercakup pada gambar di bawah ini: Gambar 4.4 Pre-Processing and Augmentation Gambar 4.4 menggambarkan rangkaian langkah pre-processing dan augmentasi yang telah dilakukan oleh peneliti untuk memperkaya variasi dataset sebelum melakukan pembagian menjadi data pelatihan dan pengujian. Proses dimulai dengan anotasi, diikuti oleh auto orientasi, resize, auto contrast, flip horizontal dan vertical, rotasi, shear, dan diakhiri dengan penyesuaian exposure. Penjelasan rinci tentang setiap langkah dalam gambar tersebut adalah sebagai berikut: a) Tahap Anotasi atau Labeling Tahap ini merupakan proses krusial dalam persiapan dataset sebelum melaksanakan

pembuatan model sistem deteksi angka. Proses anotasi atau penandaan dilakukan secara manual melalui platform Roboflow dengan jumlah gambar/citra sebanyak 80 yang telah terkumpul sebelumnya. Saat memberikan label pada gambar, informasi tambahan juga disertakan pada setiap citra data yang akan digunakan dalam proses pelatihan dan pengujian algoritma YOLO. Metode ini memerlukan pemanfaatan alat labelling yang didesain untuk melakukan penandaan gambar dengan efisiensi dan kecepatan. Labeling merupakan salah satu instrumen umum dan kritis yang digunakan dalam penandaan gambar pada pengelolaan dataset. Melalui tahap ini, pengguna dapat menandai serta mengidentifikasi lokasi objek pada setiap gambar dengan menetapkan kotak pembatas. Selain itu, pengguna juga dapat menetapkan label atau kategori yang relevan untuk objek yang telah dianotasi. Proses ini mendukung pembentukan dataset yang telah diberi anotasi secara cermat, yang nantinya dapat digunakan dalam melatih model pembelajaran mesin untuk tugas-tugas seperti klasifikasi gambar dan deteksi objek. Roboflow menyediakan antarmuka yang mempermudah para peneliti dalam menjalankan proses anotasi dan manajemen dataset secara efisien. Tabel 4.4 Tahap Anotasi Gambar pada Dataset Sistem Deteksi Angka No. Gambar / Citra Keterangan 1 Contoh anotasi pada gambar yang sudah di anotasi dengan label "Digit-kWh" Tabel 4.4 menampilkan contoh gambar yang telah melalui proses anotasi. Contoh tersebut menunjukkan gambar kWh meter yang dilihat dari depan, dengan label anotasi "Digit-kWh". Selain itu, peneliti juga melakukan pembentukan 10 set data valid pada beberapa gambar. Setelah tahap penandaan selesai, hasil anotasi gambar disimpan dalam format yang sesuai dengan format anotasi gambar YOLO. Setiap gambar akan memiliki file .txt dengan nama yang sama, yang berisi informasi mengenai kelas objek, koordinat objek, tinggi, dan lebar objek yang terdapat dalam gambar tersebut. Format anotasi gambar YOLO mengikuti struktur yang telah ditetapkan, di mana setiap baris dalam file .txt mencerminkan sebuah objek dalam gambar. b) Tahap Auto Orientasi Fitur "Auto Orient" dalam pra-pemrosesan dataset Roboflow merupakan sebuah alat yang memfasilitasi

penyesuaian orientasi citra secara otomatis. Citra-citra yang diinputkan ke dalam dataset pelatihan seringkali memiliki beragam orientasi, mulai dari potret (vertikal) hingga lanskap (horizontal), bahkan mungkin terdapat citra yang miring atau terbalik. Fungsi ini memiliki signifikansi penting dalam menjaga konsistensi orientasi citra dalam dataset, yang pada gilirannya meningkatkan efisiensi pengelolaan keseluruhan citra. Tabel 4. 5 Tahap Proses Auto Orientasi pada Seluruh Dataset No. Gambar / Citra Keterangan 1 Penerapan proses Auto Orientasi pada kWh tegak lurus yang sudah di anotasi. Tabel 4.5 menggambarkan penerapan proses auto orientasi pada seluruh gambar dalam dataset. Sebagai contoh, pada gambar kWh yang berorientasi tegak lurus, proses auto orientasi telah diterapkan. Penting untuk dicatat bahwa gambar yang tercantum dalam tabel tersebut telah melalui tahap pemberian label/anotasi sebelumnya. Proses ini dilakukan sebelum memulai proses augmentasi, sehingga memastikan bahwa seluruh citra memiliki tata letak yang seragam. c) Tahap Resize Setelah selesai proses auto orientasi data, peneliti menggunakan metode augmentasi untuk memperluas dataset dengan melakukan resize citra. Resize dilakukan untuk menyesuaikan ukuran setiap gambar dengan spesifikasi yang diinginkan oleh algoritma YOLOv9, yang akan digunakan dalam pembuatan model deteksi angka pada kWh meter. Tabel 4. 6 Tahap Proses Resize Pada Seluruh Dataset No. Gambar / Citra Keterangan 1 Penerapan proses Resize 640x640 piksel pada citra kWh meter Untuk menjaga konsistensi dan kesesuaian dengan arsitektur serta parameter yang telah ditetapkan untuk model YOLOv9, ukuran citra dalam dataset diubah menjadi 640x640 piksel. Penyesuaian ini bertujuan agar model YOLOv9 dapat menerima citra input dengan ukuran yang tetap, sesuai dengan persyaratan yang diperlukan untuk pengolahan efektif oleh algoritma deteksi objek. Proses penyesuaian ukuran ini dilakukan sebelum memasuki tahap augmentasi berikutnya. d) Tahap Auto Contrast Proses auto contrast dilakukan pada seluruh citra dalam dataset dengan mengatur variasi kontras gambar. Tujuannya adalah untuk membantu model mengadaptasi perubahan pencahayaan dan pengaturan

kamera yang mungkin terjadi. Terdapat dua jenis peningkatan kontras yang dilakukan, yaitu dengan meningkatkan dan mengurangi tingkat kontras. Melalui proses ini, diharapkan sistem deteksi angka mampu memberikan tingkat akurasi dan kepercayaan yang tinggi dalam mendeteksi objek. Tabel 4. 7 Proses Auto Contrast Pada Dataset No. Gambar / Citra Keterangan 1 Penerapan proses auto contrast pada gambar yang sudah dianotasi Tabel 4.6 menunjukkan proses peningkatan atau pengurangan pencahayaan pada gambar. Setelah proses ini selesai dilakukan, variasi baru pada dataset sistem deteksi angka yang sedang dikembangkan akan disimpan untuk tahap augmentasi berikutnya. e) Tahap Flip Horizontal dan Vertical Salah satu teknik peningkatan data yang diimplementasikan dalam penelitian ini adalah proses Flip Horizontal. Proses ini mengakibatkan pembalikan citra secara horizontal, mengubah orientasi dari kanan ke kiri atau sebaliknya. Tujuan dari teknik peningkatan ini adalah untuk menghasilkan variasi citra dengan sudut pandang yang berbeda dalam dataset sistem deteksi angka pada kWh meter menggunakan algoritma YOLOv9. Proses flip horizontal dilakukan dengan memanipulasi citra asli, menciptakan citra yang merupakan cerminan horizontal dari citra aslinya. Dengan kata lain, citra yang sebelumnya menghadap ke kanan akan menjadi citra yang menghadap ke kiri, dan sebaliknya. Proses ini diterapkan pada seluruh citra asli dalam dataset. Tabel 4. 8 Proses Flip Horizontal Pada Dataset No. Gambar / Citra Keterangan 1 Penerapan proses flip horizontal pada dataset citra kWh meter. Dalam proses augmentasi ini, perputaran gambar secara vertikal dan horizontal diterapkan. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kemampuan model atau algoritma dalam mengenali dan memahami bahasa isyarat yang terwakili dalam citra-citra tersebut. Dengan variasi sudut pandang yang lebih beragam, model dapat menjadi lebih adaptif dan akurat dalam mengidentifikasi bahasa isyarat dalam berbagai posisi dan orientasi. f) Tahap Rotation Langkah augmentasi rotasi melibatkan memutar citra pada sudut tertentu. Dalam penelitian ini, dilakukan pergeseran gambar secara acak dalam rentang - 5 hingga 5 piksel pada sumbu x

dan y. Pergeseran ini bersifat acak, sehingga gambar dapat bergeser ke kiri, kanan, atas, atau bawah dengan jarak antara -5 hingga 5 piksel. Sumbu x merujuk pada arah horizontal (kiri-kanan), sementara sumbu y mengacu pada arah vertikal (atas-bawah). Dengan demikian, pergeseran gambar secara acak dapat terjadi ke kiri atau kanan pada sumbu x, serta ke atas atau bawah pada sumbu y. Tabel 4. 9

Proses Rotasi pada Dataset No. Gambar / Citra Keterangan 1 Penerapan proses rotation pada gambar yang sudah dianotasi Pada tahap ini, pergeseran gambar secara acak bertujuan untuk menciptakan variasi posisi yang lebih beragam pada citra-citra dalam dataset sistem deteksi angka. Proses ini bertujuan untuk memperkaya dataset dengan berbagai variasi posisi digit kWh dalam bahasa isyarat, sehingga meningkatkan kemampuan model dalam mengenali dan memahami bahasa isyarat yang melibatkan perubahan posisi digit kWh. g) Tahap Shear Langkah ini bertujuan untuk meningkatkan ketahanan model terhadap perubahan perspektif. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa perspektif dapat dipengaruhi oleh jarak kamera dari objek yang dideteksi. Ketika perspektif dalam gambar tidak sesuai dengan yang diharapkan, algoritma YOLOv9 dapat mengalami kesulitan dalam mendeteksi angka. Tabel 4. 10 Proses Shear pada Gambar Dataset No. Gambar / Citra Keterangan 1 Penerapan proses shear pada gambar yang sudah dianotasi h) Tahap Exposure Tahap penyesuaian kecerahan (brightness adjustment) merupakan salah satu aspek dari penyesuaian exposure dalam konteks pengolahan citra. Namun, terdapat perbedaan penting antara kedua konsep ini. Penyesuaian kecerahan melibatkan tindakan mengubah nilai piksel dalam citra untuk membuat seluruh gambar menjadi lebih terang atau lebih gelap. Proses ini terjadi dengan menambahkan atau mengurangi nilai kecerahan dari setiap piksel dalam citra, sehingga menghasilkan perubahan keseluruhan dalam tingkat kecerahan tanpa mempengaruhi kontras antara objek dan latar belakang. Sementara itu, penyesuaian exposure lebih kompleks dan melibatkan beberapa parameter fotografi seperti waktu bukaan (shutter speed), bukaan lensa (aperture), dan sensitivitas

ISO. Penyesuaian exposure dapat mempengaruhi sejauh mana cahaya mencapai sensor kamera saat mengambil gambar, yang bisa mencakup penyesuaian kecerahan, kontras, dan faktor-faktor lain yang memengaruhi cara citra direkam. 4.3.4 Generate Data Tahap ini bertujuan untuk membagi dataset yang telah melalui pr

21 ses pre- processing dan augmentasi sebelumnya. Setelah dilakukan berbagai variasi dengan metode augmentasi, terdapat total 137 gambar atau citra yang terkumpul. Selanjutnya, dataset ini akan dibagi menjadi dua jenis data, yaitu data pelatihan (training) dan data pengujian (test).

Pembagian data tersebut akan dijelaskan secara rinci sebagai berikut: a. Data 24 ta

Training Untuk data pelatihan, peneliti menyiapkan presentasi sebesar 88% dari total data 137 gambar atau citra, yang setara dengan 120 gambar atau citra. Data ini akan digunakan untuk melatih model sistem deteksi

angka. b. Data Testing Data pengujian terdiri dari dua jenis, yaitu data validasi dan data tes. Peneliti menyiapkan presentase 12% dari total data untuk pengujian, yang setara dengan 17 gambar atau citra.

Data ini akan digunakan sebagai referensi dan validasi saat model sistem deteksi angka dibuat. Meskipun variasi dataset dilakukan untuk

meningkatkan jumlah citra dan kemampuan model dalam deteksi, presentase 5 si, presentase

pembagian data yang ditetapkan oleh peneliti akan tetap konsisten. Setiap

data uji dan pelatihan terdiri dari dua folder utama, yaitu labels

dan images. Gambar-gambar yang digunakan dalam proses deteksi disimpan dalam folder images, sementara hasil pelabelan dari setiap gambar disimpan

dalam file berformat .txt di dalam folder labels. 4.3.5 Use Case

Diagram Diagram ini memvisualisasikan alur kerja sistem, mulai dari memasukkan informasi tenant dan nomor seri, mengunggah gambar, hingga mendapatkan hasil deteksi angka yang dapat diekspor dalam format CSV

atau Excel. Dengan notasi khusus, use case diagram menampilkan aktor yang terlibat serta tindakan yang dapat dilakukan, seperti deteksi angka dan ekspor data. Diagram ini membantu memahami struktur sistem secara lebih jelas dan mempermudah pengguna dalam berinteraksi dengan aplikasi.

Gambar 4. 5 Use Case Sistem Pencatatan kWh Meter Gambar 4.5

menunjukkan bahwa pengguna sistem deteksi angka pada kWh meter dapat memanfaatkan berbagai fitur yang tersedia. Fitur-fitur ini mencakup pengaturan input gambar, konfigurasi parameter pendeteksian yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna, serta visualisasi hasil deteksi yang menampilkan angka konsumsi listrik dengan akurasi tinggi. Pemanfaatan skenario use case dalam perancangan sistem ini menjadi alat yang sangat penting untuk menggambarkan secara rinci prosedur dari setiap kasus penggunaan. Dengan pendekatan ini, interaksi antara pengguna dan sistem dapat dipahami lebih mendalam, sehingga proses perancangan dapat disesuaikan dengan kebutuhan fungsional sistem deteksi angka pada kWh meter.

Tab el 4. 11 Skenario Use Case Input Nama Tenant dan Serial Number

Nama Use Case Input Nama Tenant dan Nomor Serial Deskripsi Pengguna memasukkan nama tenant dan nomor seri kWh meter ke dalam sistem. Aksi Pengguna Skenario Step Aksi Aktor Response Sistem Skenario Normal 1 Pengguna menjalankan aplikasi. 2 Aplikasi menampilkan tampilan utama aplikasi. 3 Pengguna memasukkan data. 4 Nama tenant dan nomor seri tersimpan.

Tab el 4. 12 Skenario Use Case Mengunggah Gambar kWh Meter

Deskripsi Pengguna memilih dan mengunggah gambar kWh meter untuk proses deteksi angka. Aksi Pengguna Skenario Step Aksi Aktor Response Sistem Skenario Normal 1 Pengguna klik tombol "Unggah Gambar". 2 Aplikasi menampilkan folder gambar kWh Meter 3 Pengguna pilih gambar. 4 Gambar berhasil diunggah ke sistem untuk pemrosesan.

Tab el 4. 13 Skenario Use Case Lihat Hasil Deteksi Angka

Deskripsi Sistem menampilkan angka yang berhasil dikenali atau memberikan pesan kesalahan jika angka tidak terdeteksi. Aksi Aktor Response Sistem Skenario Normal 1 Angka berhasil terdeteksi. 2 Hasil ditampilkan pada layar. 3 Sistem menampilkan angka yang terdeteksi atau pesan "Tidak Terdeteksi".

Tab el 4. 14 Skenario Use Case Menyimpan Data Deteksi ke CSV / Excel

Deskripsi Pengguna dapat menyimpan hasil deteksi angka dalam bentuk file CSV atau Excel. Aksi Aktor Response Sistem

Skenario Normal 1 Pengguna klik tombol **1** "Ekspor". 2 Sistem menampilkan lokasi simpan file 3 Pengguna memberikan nama file 4 Data berhasil disimpan dalam format file yang dipilih.

4.3.6 Activity Diagram

Diagram aktivitas adalah salah satu jenis diagram yang digunakan untuk memodelkan alur kerja dalam sistem. Diagram ini berguna untuk menggambarkan rangkaian aktivitas atau langkah-langkah yang terjadi dalam proses, sehingga membantu pengguna memahami dengan lebih jelas bagaimana sistem bekerja dalam mencapai tujuannya. Dalam konteks penelitian ini, diagram aktivitas digunakan untuk memvisualisasikan proses deteksi angka pada kWh meter. Diagram ini mencakup tahapan mulai dari pengguna memasukkan nama tenant dan nomor seri kWh meter, mengunggah gambar, hingga sistem memproses gambar tersebut menggunakan YOLOv9 dan EasyOCR untuk mendeteksi angka. Setelah angka berhasil dideteksi, hasilnya akan ditampilkan kepada pengguna dengan opsi untuk menyimpannya ke file CSV atau Excel. Setiap aktivitas dalam diagram tersebut dihubungkan dengan panah untuk menunjukkan urutan eksekusi atau hubungan antara satu aktivitas dengan aktivitas lainnya, baik yang dilakukan oleh pengguna maupun yang dijalankan oleh sistem. Diagram ini menyajikan gambaran yang terstruktur mengenai alur proses pendeteksian angka pada kWh meter.

Gambar 4. 6 Activity Diagram Sistem Pencatatan kWh Meter

4.3.6 Perancangan Desain Antarmuka

Dalam tahap perancangan antarmuka, dilakukan pengembangan tampilan pengguna yang intuitif dan mudah dioperasikan untuk sistem deteksi angka pada kWh meter. Perancangan ini bertujuan untuk memastikan pengguna dapat berinteraksi dengan sistem secara nyaman serta memahami informasi yang disajikan dengan jelas dan terstruktur. Desain antarmuka yang efektif juga berperan dalam mengurangi potensi kesalahan pengguna serta meningkatkan efisiensi dalam penggunaan sistem.

Gambar 4. 7 Perancangan Desain Antarmuka Pada tampilan awal aplikasi,

seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7, pengguna diberikan instruksi untuk memasukkan informasi berupa nama tenant dan nomor seri kWh meter. Selain itu, tersedia tombol untuk mengunggah gambar kWh meter. Ketika tombol unggah gambar ditekan, sistem akan membuka jendela direktori untuk

memungkinkan pengguna memilih file gambar yang akan dianalisis. Setelah gambar dipilih, aplikasi secara otomatis memproses gambar tersebut untuk mendeteksi angka yang tertera pada kWh meter. Gambar 4.8 Tampilan Sistem Membaca Deteksi Pada Citra kWh Meter Setelah pengguna berhasil mengunggah gambar, sistem akan memproses deteksi objek untuk menentukan area yang mengandung digit kWh dengan memberikan bounding box pada area tersebut. Jika objek digit berhasil terdeteksi sistem akan crop pada area digit kWh, lalu sistem akan melakukan proses pembacaan angka dari citra tersebut. Selanjutnya, sistem akan menampilkan output berupa hasil pembacaan digit sesuai dengan angka yang terdeteksi pada gambar, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.8. Gambar 4.9 Tampilan Sistem Mem berikan Alert pada Citra kWh Meter. Apabila sistem tidak berhasil mendeteksi angka pada citra kWh meter, maka akan muncul pesan kesalahan berupa "Digit kWh tidak terdeteksi." Pesan ini memberikan informasi kepada pengguna bahwa proses deteksi tidak berhasil dilakukan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.9. Gambar 4.10 Tampilan Pengguna Melakukan Export file Setelah pengguna berhasil mengunggah gambar dan sistem mendeteksi angka dengan tepat serta proses OCR berhasil membaca angka sesuai dengan citra kWh meter, pengguna dapat menyimpan atau mengekspor hasil deteksi tersebut ke dalam format file CSV atau Excel. Fitur ini memungkinkan pengguna untuk menyimpan data hasil deteksi, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.10.

4.4 Skenario Pengujian

Setelah sistem deteksi angka berhasil dirancang, dibuat, dan diintegrasikan dengan kode program, beberapa skenario pengujian dapat digunakan untuk mengevaluasi model dan logika kode program sesuai dengan metode yang telah ditetapkan pada bab 3. Detail dari skenario pengujian adalah sebagai berikut.

4.4.1 Skenario Perhitungan Confusion Matrix

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa model dalam mendeteksi angka pada kWh meter, terutama dalam hal akurasi. Semakin tinggi nilai akurasi mendekati 1, maka performa model sistem deteksi angka akan semakin baik. Tabel 4.15 Skenario Pengujian Confusion Matrix No. Pengukuran Performance Perhitungan



Hasil (%) 1 Akurasi $\frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} > 0$ - 1 2 Presisi $\frac{TP}{TP + FP} > 0$ - 1 3 Recall $\frac{TP}{TP + FN} > 0$ - 1 4 F1-score $F1 = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall}$

4.4.2 Skenario Pengujian White Box Pengujian

kotak putih dilakukan untuk menganalisis sistem secara mendalam, termasuk memeriksa kode program yang digunakan dalam sistem tersebut (Sie, Musdar, & Bahri, 2022). Dalam hal ini, pengujian kotak putih diterapkan pada algoritma YOLOv9 untuk memverifikasi kinerja deteksi angka yang dilakukan oleh sistem. Selain itu, dilakukan pula pengujian terhadap fungsi EasyOCR untuk memastikan bahwa angka yang terdeteksi dapat dibaca dengan akurat. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh proses deteksi dan pembacaan angka berjalan sesuai harapan dalam aplikasi. Tab el 4. 16

Tabel Skenario Pengujian White Box No Algoritma Ekspektasi 1

Algoritma Pemrosesan Bounding Box Menghindari deteksi ganda dengan hanya mempertahankan bounding box terbaik untuk setiap angka terdeteksi dan memberikan Alert apabila tidak mendeteksi angka. 2 Algoritma Pembacaan Angka Pada Citra Sistem dapat membaca angka yang terdapat dalam bounding box dengan tingkat akurasi yang sesuai. 3 Algoritma Ekspor Data Data hasil deteksi dapat disimpan dalam format CSV atau Excel tanpa kehilangan informasi.

4.4.3 Skenario Pengujian Black Box Pengujian

kotak hitam dilakukan untuk memastikan bahwa output yang dihasilkan sesuai dengan input yang diberikan. Proses ini bertujuan untuk memverifikasi kesesuaian antara hasil yang diperoleh dari sistem dengan ekspektasi yang telah ditentukan. Berikut adalah tabel yang menunjukkan hasil dari pengujian kotak hitam. No Halaman Uji Kasus Ekspektasi 1 Halaman Utama Pengguna memasukkan nama tenant dan nomor seri Sistem menerima dan menyimpan input nama tenant dan nomor seri dengan benar. Pengguna tidak mengisi nama tenant atau nomor seri Sistem menampilkan pesan kesalahan "Nama Tenant dan Serial Number harus diisi." Pengguna mengunggah gambar kWh meter Sistem menerima gambar dan menampilkan pratinjau gambar yang

diunggah. Pengguna mengunggah gambar yang buram / Bukan Gambar kWh meter Sistem m

2 15

nampilkan pesan kesalahan jika angka tidak dapat dideteksi. Pengguna

mengeksport data ke file CSV File CSV berhasil disimpan dan berisi data nama ten nt,

nomor seri, dan angka yang terdeteksi. BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN Bab

ini akan menguraikan temuan yang telah dipelajari oleh peneliti

sebelumnya melalui dua subbagian, yakni hasil serta analisis. Penjelasan

yang mendetail mengenai bagian ini akan diuraikan sebagai berikut. 5.1

Hasil Hasil dari penelitian ini berhasil diimplementasikan dalam

pengembangan aplikasi deteksi angka pada kWh meter menggunakan metode

deteksi objek dengan algoritma YOLOv9 dan pembacaan teks pada citra

oleh EasyOCR. Aplikasi ini dapat mengolah gambar yang diunggah oleh

pengguna untuk mendeteksi angka yang tertera pada kWh meter. Selain

itu, aplikasi ini juga memiliki fitur untuk mengeksport hasil deteksi ke

dalam format CSV atau Excel, memudahkan pengguna untuk menyimpan dan

menganalisis data. Kriteria utama dalam proses deteksi adalah kemampuan

sistem dalam mengenali angka dengan akurasi tinggi serta menampilkan

hasil deteksi yang sesuai dengan gambar yang diunggah oleh pengguna.

5.1.1 Hasil Implementasi Deteksi Angka kWh Meter Gambar 5. 1 Kumpulan

Gambar Setelah proses Bounding Box dan Output Text Setelah implementasi

sesuai dengan rancangan sebelumnya, aplikasi deteksi angka pada kWh meter

berhasil dikembangkan. Berikut disajikan hasil penerapan teknik deteksi

objek dan output yang dihasilkan.. Gambar 5.1 menampilkan output berupa

kumpulan gambar berformat JPG yang menunjukkan area angka pada kWh

meter yang terdeteksi dalam bounding box. Gambar 5.2 Salah Satu Sample

Foto Yang Dimodifikasi Pada Digit kWh Pada Gambar 5.2, ditampilkan

gambar angka pada kWh meter dengan skenario pengujian negatif, di mana

area digit angka kWh meter telah dimodifikasi dengan menghapus angka

yang seharusnya tertera. Gambar 5.3 Pop Up Alert ketika Tidak Berhasil

Mendeteksi Objek Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi respons sistem

ketika tidak ada angka yang dapat terdeteksi. Hasil pengujian menunjukkan

bahwa sistem berhasil memberikan umpan balik berupa pop-up peringatan

dengan pesan “Digit kWh tidak terdeteksi.” Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu menangani kasus kegagalan deteksi dengan memberikan notifikasi yang informatif kepada pengguna. seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.3. 5.1.2 Hasil Tampilan Antarmuka Gambar 5. 4 Tampilan Halaman Utama Gambar 5.4 menampilkan antarmuka halaman utama aplikasi saat dijalankan. Pada halaman ini, pengguna diberikan untuk memasukkan informasi berupa nama tenant dan nomor seri kWh meter. Selain itu, terdapat fitur unggah gambar yang memungkinkan pengguna untuk memilih citra kWh meter yang akan diproses. Untuk melakukan unggahan, pengguna cukup mengklik tombol "Upload Gambar." Setelah tombol tersebut ditekan, sistem akan mengarahkan pengguna ke direktori penyimpanan untuk memilih file gambar yang sesuai. Proses ini dirancang untuk mendukung kelancaran interaksi pengguna dengan aplikasi serta memastikan data yang diperlukan tersedia sebelum proses deteksi angka dilakukan. Gambar 5. 5 Tampilan Sistem Berhasil Deteksi Angka kWh meter Pada Gambar 5.5, setelah pengguna berhasil memilih citra kWh meter, aplikasi akan memulai proses deteksi objek pada area digit angka kWh. Proses ini mencakup segmentasi citra untuk menentukan posisi angka yang relevan dengan bantuan algoritma deteksi berbasis YOLOv9. Setelah bounding box terbentuk pada area digit yang terdeteksi, sistem akan mengidentifikasi dan membaca angka menggunakan teknologi Optical Character Recognition dari EasyOCR. Hasil dari proses ini akan ditampilkan sebagai keluaran berupa angka kWh yang terbaca dari citra yang diproses. Gambar 5. 6 Tampilan Pop Up Data Berhasil di Export ke File CSV Pada Gambar 5.6, setelah sistem berhasil mendeteksi dan membaca angka kWh meter dari citra yang diunggah, pengguna dapat melakukan proses ekspor data hasil deteksi ke dalam format file CSV atau Excel. Proses ekspor ini bertujuan untuk memudahkan pengguna dalam menyimpan dan mengelola data hasil deteksi secara terstruktur. Data yang disimpan mencakup informasi nama tenant, nomor seri kWh meter, dan angka yang berhasil terdeteksi oleh sistem. Gambar 5. 7 Tampilan Data yang berhasil di

Export ke Excel Pada Gambar 5.7 ditampilkan kumpulan data hasil deteksi angka kWh meter yang telah diekspor ke file Excel. Data yang tercatat meliputi informasi nama tenant, nomor seri kWh meter, dan angka kWh yang berhasil dideteksi oleh sistem. Proses ekspor ini memungkinkan pengguna untuk menyimpan hasil deteksi dalam format yang mudah diakses dan dikelola.

5.2 Pembahasan 5.2.1 Perhitungan Confusion Matrix Perhitungan menggunakan confusion matrix pada Tabel 5.1 bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem deteksi angka pada kWh meter. Perhitungan dilakukan dengan menguji data testing yang terdiri dari 70 gambar kWh meter. Confusion matrix memberikan gambaran mengenai hasil deteksi yang dilakukan oleh sistem, Dengan demikian, pengujian ini memungkinkan analisis mendalam terhadap akurasi sistem dalam mengenali angka pada kWh meter.

Tab el 5. 1 Perhitungan Confusion Matrix No. Pengukuran Performance Perhitungan Hasil (%)

1 Akurasi $\frac{29 + 33}{29 + 33 + 7 + 0} = \frac{62}{69} = 0.8986$ 89,8%

2 Presisi $\frac{29}{29 + 7} = \frac{29}{36} = 0.8056$ 80,5%

3 Recall $\frac{29}{29 + 0} = \frac{29}{29} = 1$ 100%

4 F1-score $2 \times \frac{0,8056 \times 1}{0,8056 + 1} = \frac{1,6112}{1,8056} = 0.8929$ 89,2%

Tabel 5.1 menunjukkan hasil perhitungan Confusion Matrix yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem deteksi angka pada kWh meter. Pengujian dilakukan dengan menguji 70 gambar kWh meter yang telah diproses menggunakan algoritma deteksi angka. Dalam perhitungan ini, terdapat beberapa parameter yang diukur, yakni akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Akurasi mencerminkan seberapa tepat sistem dalam melakukan deteksi angka secara keseluruhan, dengan hasil 89,8%, menunjukkan bahwa sistem dapat mengenali angka dengan cukup baik. Presisi yang sebesar 80,5% mengindikasikan kemampuan sistem dalam mengidentifikasi angka yang benar dari seluruh angka yang terdeteksi sebagai positif. Recall yang mencapai 100% menunjukkan bahwa sistem berhasil mendeteksi seluruh angka yang sebenarnya ada pada kWh meter, tanpa ada yang terlewat. Sementara itu, F1-score yang sebesar 89,2% mengkombinasikan presisi dan recall untuk memberikan gambaran yang lebih seimbang mengenai kinerja sistem. Secara keseluruhan, hasil

perhitungan ini menunjukkan bahwa sistem deteksi angka kWh meter yang dikembangkan memiliki kinerja yang baik dalam hal akurasi dan efektivitas deteksi. 5.2.2 Skenario Pengujian White Box Pengujian white box pada penelitian ini berfokus pada analisis struktur dan logika internal sistem deteksi angka pada kWh meter. Pengujian dilakukan dengan memeriksa kode sumber untuk memastikan bahwa algoritma deteksi dan pemrosesan gambar berjalan dengan benar, serta mendeteksi potensi kesalahan logika atau perhitungan yang dapat memengaruhi akurasi deteksi. Tab el 5. 2

Skenario Pengujian White Box No Algoritma Kode Program 1 Algoritma Pemrosesan Bounding Box for i in range(rows): row = detections[i] confidence = row[4] if confidence > 0.2: # Filter berdasarkan confidence threshold classes_score = row[5:] ind = np.argmax(classes_score) if classes_score[ind] > 0.2: # Threshold tambahan untuk skor kelas classes_ids.append(ind) confidences.append(confidence) cx, cy, w, h = row[:4] x1 = int((cx - w / 2) * x_scale) # Koordinat kiri atas (x) y1 = int((cy - h / 2) * y_scale) # Koordinat kiri atas (y) width = int(w * x_scale) # Lebar bounding box height = int(h * y_scale) # Tinggi bounding box box = np.array([x1, y1, width, height]) boxes.append(box) detected = True Hasil Pembahasan Pada implementasi kode algoritma bounding box, data citra kWh meter yang telah diunggah oleh pengguna diproses untuk mendeteksi dan menandai kotak biru pada area yang mengandung angka kWh. Proses ini dilakukan dengan menempatkan bounding box pada area digit angka yang terdeteksi dalam citra. No

Algoritma Kode Program 2 Algoritma Pembacaan Angka Pada Citra reader = easyocr.Reader(['en'], gpu=True) cropped_images = [] detected_texts = [] for i in indices.flatten(): x1, y1, width, height = boxes[i] cropped_object = uploaded_image_resized[y1:y1 + height, x1:x1 + width] # Konversi ke grayscale gray_image = cv2.cvtColor(cropped_object, cv2.COLOR_BGR2GRAY) # Thresholding untuk membuat citra biner _, binary_image = cv2.threshold(gray_image, 0, 255, cv2.THRESH_BINARY | cv2.THRESH_OTSU) # Denoising menggunakan median blur denoised_image = cv2.medianBlur(binary_image, 3) # Membaca an

REPORT #24670641

gka dengan EasyOCR results = reader.readtext(denoised_image, detail=0, allowlist="0123456789", contrast_ths=0.7) for text in results: match = re.match(r'\d+', text) if match: detected_texts.append(match.group()) Hasil Pembahasan Pada kode penerapan algoritma deteksi angka pada citra kWh meter, sistem menggunakan menggunakan teknologi Optical Character Recognition (OCR) melalui EasyOCR untuk membaca angka yang terdapat pada citra tersebut.

```
No Algoritma Kode Program 3 Algoritma Ekspor Data
def export_to_csv():
    if not data_records:
        messagebox.showerror("Error", "Tidak ada data untuk diekspor!")
    return file_path = filedialog.asksaveasfilename(defaultextension=".csv",
        filetypes=[("CSV Files", "*.csv"), ("Excel Files", "*.xlsx")])
    if file_path:
        try:
            # Buat DataFrame dari data yang baru
            df_new = pd.DataFrame(data_records, columns=["Nama Tenant", "Serial Number", "Detected Numbers"])
            if file_path.endswith(".xlsx"):
                try:
                    # Baca file Excel jika ada
                    existing_df = pd.read_excel(file_path)
                    df_combined = pd.concat([existing_df, df_new], ignore_index=True)
                except FileNotFoundError:
                    df_combined = df_new
            # Simpan hasil baru
            df_combined.to_excel(file_path, index=False)
        else:
            try:
                # Baca file CSV jika ada
                existing_df = pd.read_csv(file_path)
                df_combined = pd.concat([existing_df, df_new], ignore_index=True)
            except FileNotFoundError:
                df_combined = df_new
            # Simpan hasil baru
            df_combined.to_csv(file_path, index=False)
        messagebox.showinfo("Success", "Data berhasil diekspor!")
    except Exception as e:
        messagebox.showerror("Error", f"Gagal menyimpan file: {e}")
```

Hasil Pembahasan Pada kode penerapan algoritma ekspor data dalam penelitian ini, proses ekspor dilakukan setelah sistem berhasil mendeteksi angka kWh meter dari citra yang diunggah. Algoritma ini memanfaatkan pustaka Python seperti Pandas untuk menyusun dan menyimpan data hasil deteksi dalam format CSV atau Excel. Data yang diekspor mencakup informasi seperti nama tenant, nomor seri kWh meter, serta angka kWh yang terdeteksi oleh sistem. Dengan menggunakan kode ini, pengguna dapat dengan mudah menyimpan, mengelola, dan mengakses hasil deteksi untuk keperluan analisis lebih lanjut atau dokumentasi.

5.2.3 Skenario Pengujian

Black Box Pengujian black box pada penelitian ini dilakukan dengan fokus pada fungsionalitas dan interaksi pengguna dengan sistem deteksi angka pada kWh meter. Pengujian bertujuan untuk memastikan aplikasi bekerja sesuai harapan, mulai dari pengunggahan gambar hingga deteksi angka yang akurat, serta memberikan pengalaman yang baik bagi pengguna tanpa memerlukan pemahaman tentang struktur perangkat lunak. Tab el 5.

3 Skenario Pengujian Black Box Halaman : Halaman Utama No. Skenario Ekspektasi 1 Pengguna memasukkan nama tenant dan nomor seri Sistem menerima dan menyimpan input nama tenant dan nomor seri dengan benar. Hasil Kesimpulan: Aplikasi berhasil menyimpan nformasi nama tenant dan nomor seri kWh met r yang dimasukkan oleh pengguna. Halaman : Halaman Utama No. Skenario Ekspektasi 2 Pengguna tida mengisi nama tenant atau nomor seri Sis em menampilkan pesan kesalahan "Nama Tenant dan Serial Number harus diisi." Hasil Kesimpulan: Sistem diharapkan dapat menampilkan pesan kesalahan yang jelas, yaitu "Nama Tenant dan Serial Number harus diisi," untuk memberikan informasi yang diperlukan kepada pengguna agar proses selanjutnya dapat dilakukan dengan benar. Pengujian ini mengkonfirmasi bahwa aplikasi berfungsi dengan baik dalam memvalidasi input pengguna dan memberikan umpan balik yang sesuai. Halaman : Halaman Utama No. Skenario Ekspektasi 3 Pengguna mengunggah gambar kWh meter Sistem menerima gambar dan menampilkan pratinjau gambar yang diunggah. Hasil Kesimpulan: Sistem dapat menerima gambar yang diunggah dengan tepat dan menampilkan pratinjau gambar tersebut kepada pengguna tanpa adanya kesalahan atau gangguan. Halaman : Halaman Utama No. Skenario Ekspektasi 4 Pengguna mengunggah gambar yang buram / Bukan Gambar kWh meter Siste m menampilkan pesan kesalahan jika angka tidak dapat dideteksi. Hasil Kesimpulan: Ekspektasi pengujian black box ini berhasil tercapai, dimana sistem dapat menampilkan pesan kesalahan yang jelas jika angka pada kWh meter tidak terdeteksi, memastikan pengguna mendapat umpan balik yang tepat. Halaman : Halaman Utama No. Skenario Ekspektasi 5 Pengguna mengeksport data ke file CSV File CSV berhasil disimpan dan berisi

data nama tenant, nomor seri, dan angka yang terdeteksi. Hasil Kesimpulan: Ekspektasi pengujian black box ini berhasil tercapai, dimana aplikasi mampu menyimpan dan mengekspor data dengan benar, termasuk nama tenant, nomor seri, dan angka yang terdeteksi pada file CSV. BAB VI PENUTUP Pada bab ini akan memuat kesimpulan serta rekomendasi dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan. Uraian mengenai kesimpulan dan saran dijelaskan sebagai berikut. 6.1 Kesimpulan Penelitian dan pengembangan sistem pendeteksi angka pada kWh meter yang mengimplementasikan metode deteksi objek dan pemrosesan teks berbasis YOLOv9 serta EasyOCR telah berhasil dilakukan. Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) Pada penelitian ini, metode deteksi angka pada kWh meter berbasis YOLOv9 dan EasyOCR berhasil diterapkan untuk pengembangan sistem yang mampu mendeteksi dan membaca angka konsumsi listrik secara otomatis. 2) Sistem pendeteksi angka pada kWh meter yang dibangun menggunakan metode deteksi objek mampu mengenali angka dengan cukup akurat serta dapat menghasilkan keluaran berupa hasil pembacaan angka secara langsung. 3) Melalui penelitian ini, dapat dipahami beberapa hal sebagai berikut: a) Pendeteksian angka dapat dilakukan dengan memisahkan objek angka dari latar belakang kWh meter yang kompleks. b) Teknik deteksi objek berbasis YOLOv9 serta pemrosesan teks menggunakan EasyOCR memainkan peran penting dalam proses pembacaan angka. c) Penguasaan algoritma, kemampuan pemrograman, serta kreativitas peneliti sangat dibutuhkan untuk mengembangkan sistem yang andal dan efisien. 4) Berdasarkan hasil pengujian akurasi menggunakan confusion matrix, tingkat akurasi sistem yang diperoleh berada pada angka 89,8%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem memiliki kinerja yang cukup baik dalam mendeteksi dan membaca angka pada kWh meter, meskipun masih dapat ditingkatkan untuk mencapai hasil yang lebih optimal. 6.2 Saran Dari hasil kesimpulan, evaluasi, dan pengujian sistem pendeteksi angka pada kWh meter, berikut beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan sistem di masa mendatang: 1. Disarankan

REPORT #24670641

untuk meningkatkan metode praproses gambar agar lebih optimal. Perbaikan pada tahapan praproses diharapkan dapat menghasilkan kualitas gambar yang lebih baik, sehingga mampu meningkatkan performa sistem dalam membaca angka pada kWh meter secara lebih akurat serta mendukung hasil yang lebih optimal dalam penerapan EasyOCR. 2. Mengembangkan sistem yang mampu mendeteksi angka pada kWh meter digital, yang memiliki karakteristik berbeda dengan kWh meter analog, mengingat kebutuhan yang semakin luas pada jenis meter digital. 3. Melakukan pengembangan lebih la



REPORT #24670641

Results

Sources that matched your submitted document.

● IDENTICAL ● CHANGED TEXT

INTERNET SOURCE		
1.	0.74% eprints.upj.ac.id https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/6049/11/11.Bab-IV.pdf	● ●
INTERNET SOURCE		
2.	0.42% repository.upm.ac.id http://repository.upm.ac.id/4314/7/BAB%20IV%20BINTI%20NASIKHATUL%20UM..	●
INTERNET SOURCE		
3.	0.41% jurnal.bsi.ac.id https://jurnal.bsi.ac.id/index.php/insantek/citationstylelanguage/get/turabian-f...	●
INTERNET SOURCE		
4.	0.38% primakara.ac.id https://primakara.ac.id/blog/info-teknologi/python-adalah	●
INTERNET SOURCE		
5.	0.34% p3m.sinus.ac.id https://p3m.sinus.ac.id/jurnal/index.php/e-jurnal_SINUS/article/download/843/...	●
INTERNET SOURCE		
6.	0.3% repository.uinjkt.ac.id https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/72887/1/AHMAD%2...	●
INTERNET SOURCE		
7.	0.25% eprints.upj.ac.id https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/4088/19/BAB%20III.pdf	●
INTERNET SOURCE		
8.	0.23% eprints.upj.ac.id https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/1200/3/15_BAB%201%20(PENDAHULUAN).pdf	●
INTERNET SOURCE		
9.	0.22% repositori.untidar.ac.id https://repositori.untidar.ac.id/index.php?p=fstream-pdf&fid=36958&bid=13350	●



REPORT #24670641

INTERNET SOURCE			
10.	0.22%	ojs.unikom.ac.id https://ojs.unikom.ac.id/index.php/komputa/article/download/10654/4010/	●
INTERNET SOURCE			
11.	0.21%	diskominfo.mukomukokab.go.id https://diskominfo.mukomukokab.go.id/artikel/bahasa-pemrograman-yang-mu...	●
INTERNET SOURCE			
12.	0.21%	bif.telkomuniversity.ac.id https://bif.telkomuniversity.ac.id/mengapa-ui-ux-design-sangat-penting-dalam-...	●
INTERNET SOURCE			
13.	0.19%	journal.msti-indonesia.com https://journal.msti-indonesia.com/index.php/jmasif/article/download/456/332...	●
INTERNET SOURCE			
14.	0.19%	ejurnal.seminar-id.com https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/bits/article/download/5913/3277/	●
INTERNET SOURCE			
15.	0.18%	eprints.walisongo.ac.id https://eprints.walisongo.ac.id/7083/5/BAB%20IV.pdf	●
INTERNET SOURCE			
16.	0.17%	stackoverflow.com https://stackoverflow.com/questions/63866251/how-to-get-image-from-boundi...	●
INTERNET SOURCE			
17.	0.17%	kc.umn.ac.id https://kc.umn.ac.id/22183/8/BAB_II.pdf	●
INTERNET SOURCE			
18.	0.16%	www.gramedia.com https://www.gramedia.com/literasi/contoh-pendahuluan-makalah-dan-struktur...	●
INTERNET SOURCE			
19.	0.16%	dqlab.id https://dqlab.id/fungsi-dan-kelebihan-python-dalam-proses-pemrograman	●
INTERNET SOURCE			
20.	0.15%	repository.ittelkom-pwt.ac.id https://repository.ittelkom-pwt.ac.id/10943/10/5.%20BAB%20II.pdf	●



REPORT #24670641

INTERNET SOURCE		
21. 0.14%	kc.umn.ac.id https://kc.umn.ac.id/17993/9/BAB_III.pdf	●
INTERNET SOURCE		
22. 0.12%	jurnalilmiah.org https://jurnalilmiah.org/journal/index.php/majemuk/article/download/656/475/..	●
INTERNET SOURCE		
23. 0.09%	eprints.upj.ac.id https://eprints.upj.ac.id/id/eprint/6063/11/11.%20BAB%20IV.pdf	●
INTERNET SOURCE		
24. 0.07%	media.neliti.com https://media.neliti.com/media/publications/523677-none-1322cb73.pdf	●
INTERNET SOURCE		
25. 0.06%	digilib.unila.ac.id http://digilib.unila.ac.id/75654/2/SKRIPSI%20TANPA%20BAB%20PEMBAHASAN...	●