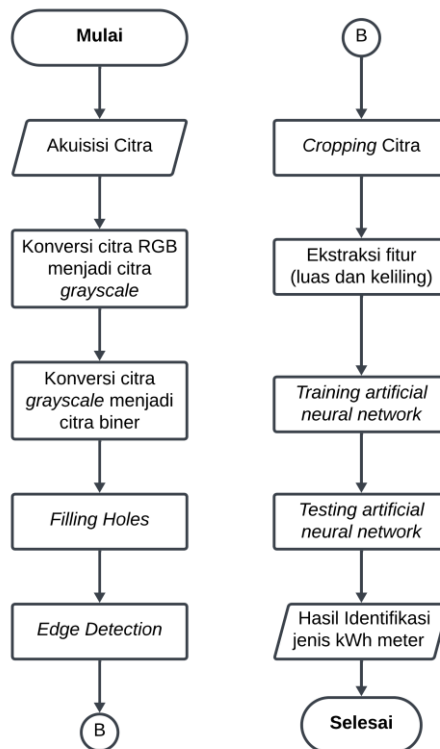


BAB IV PERANCANGAN

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 Perangkat Lunak

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

Tabel 4. 1 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak

No.	Perangkat	Deskripsi
1.	<i>Windows 11 (64 bit)</i>	Sistem operasi minimum yang diperlukan untuk menjalankan aplikasi
2.	<i>Visual Studio Code</i>	<i>Editor kode yang digunakan dalam pengembangan program.</i>
3.	<i>Google Colaboratory</i>	<i>Platform berbasis cloud yang dimanfaatkan untuk pelatihan model.</i>
4.	<i>Roboflow</i>	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 pengembangan 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.

Tabel 4. 2 Spesifikasi Perangkat Keras Peneliti

No.	Perangkat	Keterangan
1.	<i>Prosesor</i>	1 Ghz
2.	Penyimpanan	512 GB SSD
3.	<i>Memory</i>	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.

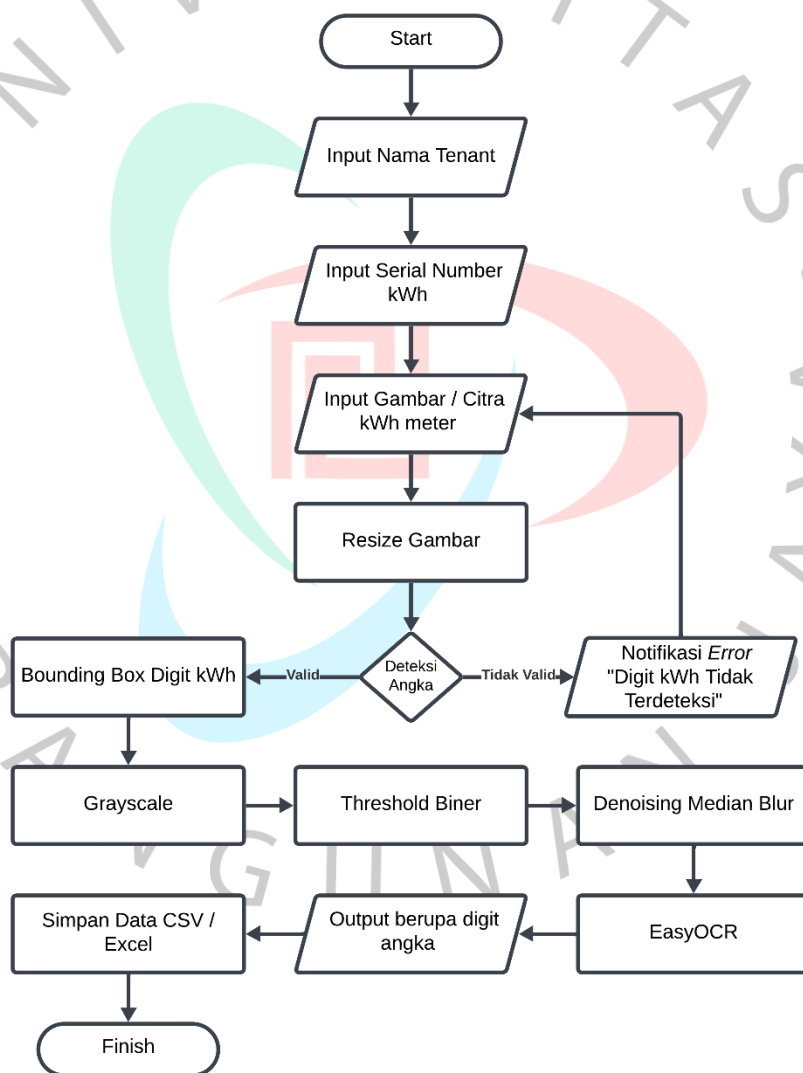
c) *Memory*

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 disajikan diagram alir sistem pencatatan kWh meter yang dilengkapi dengan fitur deteksi angka.

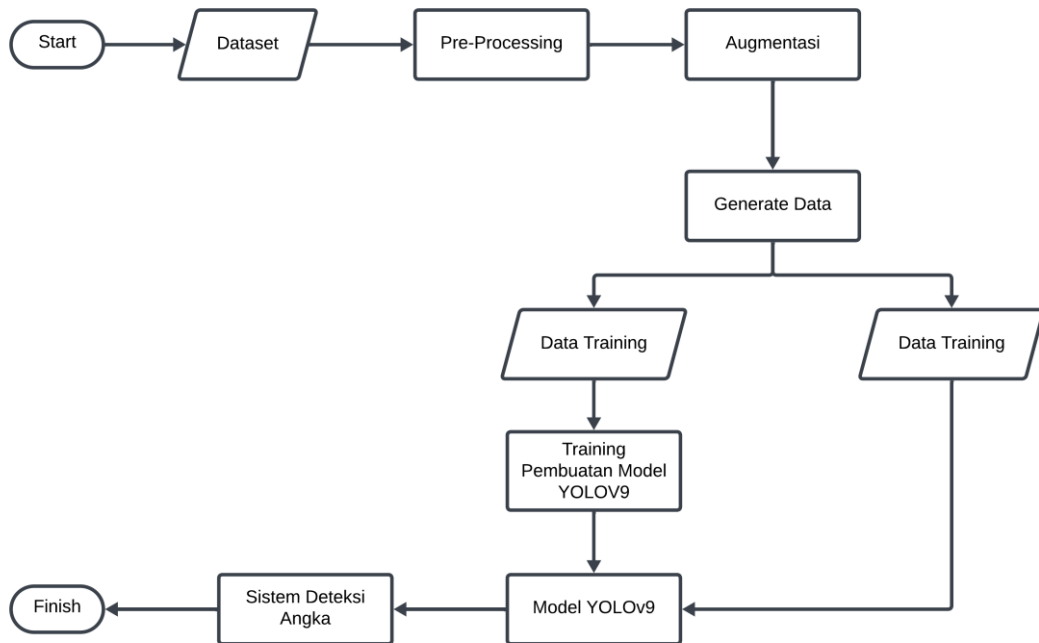


Gambar 4. 2 Diagram Alir Sistem Pendeteksi Angka kWh Meter

Gambar 4.2 merupakan diagram alir penggunaan dari aplikasi pendeteksi angka pada kWh meter. Dimulai dengan pengguna memasukkan nama *tenant* serta

nomor seri kWh meter, kemudian memilih *file* gambar yang ingin diproses. Setelah itu, aplikasi akan membaca gambar tersebut dan memprosesnya menggunakan algoritma deteksi berbasis model YOLOv9 dan *EasyOCR*. Hasil dari proses aplikasi memungkinkan terdapat dua bentuk luaran, yakni hasil proses aplikasi berhasil mendeteksi angka pada kWh meter atau gagal mendeteksi angka. Apabila angka berhasil terdeteksi, sistem akan menampilkan angka yang terbaca pada layar serta memungkinkan pengguna untuk menyimpan data ke *file CSV* atau *Excel*. Jika angka tidak terdeteksi, sistem akan memberikan 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

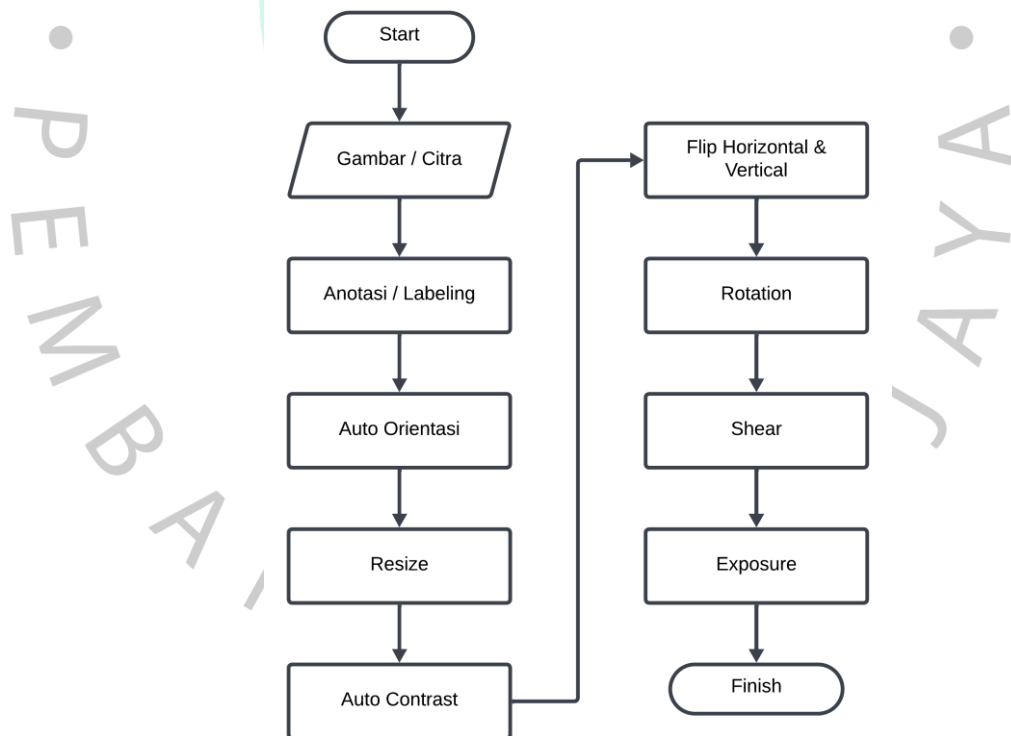
No	Gambar / Citra	Keterangan
1.		<p>Contoh gambar/citra kWh meter dengan merek Fuji Dharma yang akan dianotiasi atau label (<i>Digit-kWh</i>)</p>
2		<p>Contoh gambar/citra kWh meter dengan merek Metbelosa yang akan dianotiasi atau label (<i>Digit-kWh</i>)</p>

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 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:

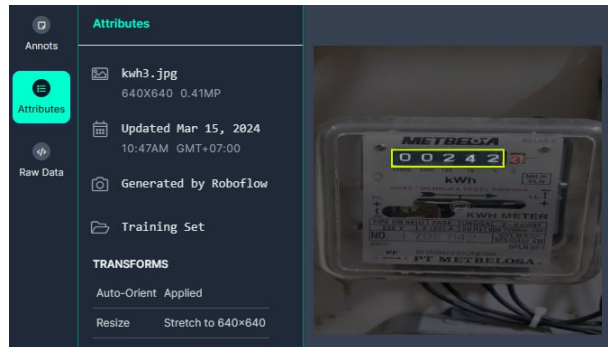
a) Tahap Anotasi atau *Labeling*

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
-----	----------------	------------



Contoh anotasi pada gambar yang sudah di anotasi dengan label "Digit-kWh"

1

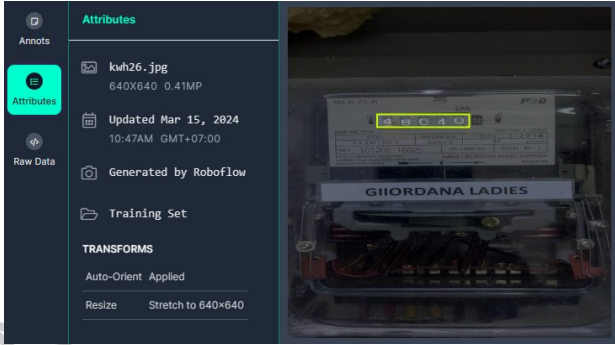
Tabel 4.4 menampilkan contoh gambar yang telah melalui proses anotasi. Contoh tersebut menunjukkan gambar kWh meter yang dilihat dari depan, dengan label anotasi "Digit-kWh". Setelah proses anotasi selesai, semua citra tersebut akan dibagi menjadi data pelatihan (*train*) dan pengujian (*test*). Selain itu, peneliti juga melakukan pembentukan *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 <i>Auto Orientasi</i> 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.

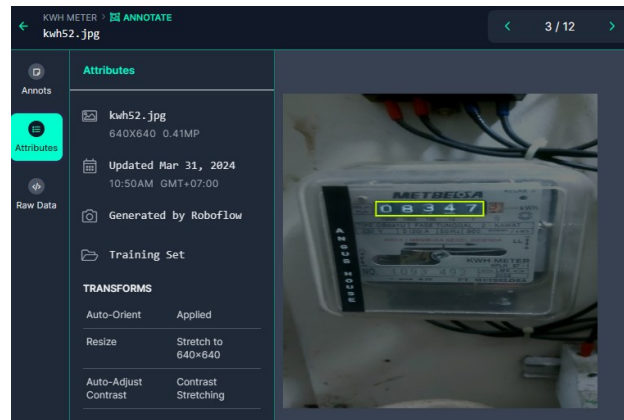
c) Tahap *Resize*

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
pixel 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.

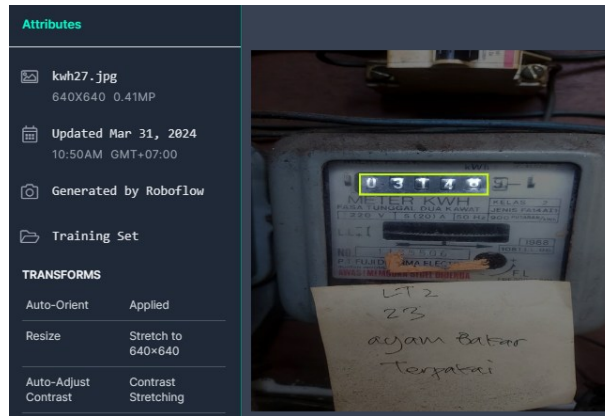
d) Tahap *Auto Contrast*

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

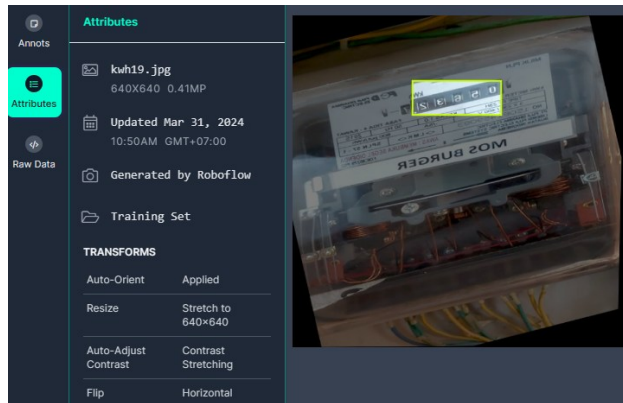
Tabel 4.6 menunjukkan proses peningkatan atau pengurangan pencahayaan pada gambar. Setelah proses ini selesai dilakukan, variasi baru pada dataset sistem deteksi angka yang sedang dikembangkan akan disimpan untuk tahap augmentasi berikutnya.

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
-----	----------------	------------



Penerapan proses flip horizontal pada dataset citra kWh meter.

1

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.

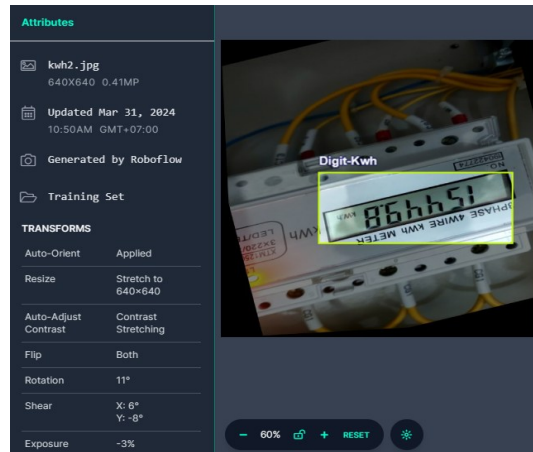
g) Tahap *Shear*

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 proses 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 Training

Untuk data pelatihan, peneliti menyiapkan presentase 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

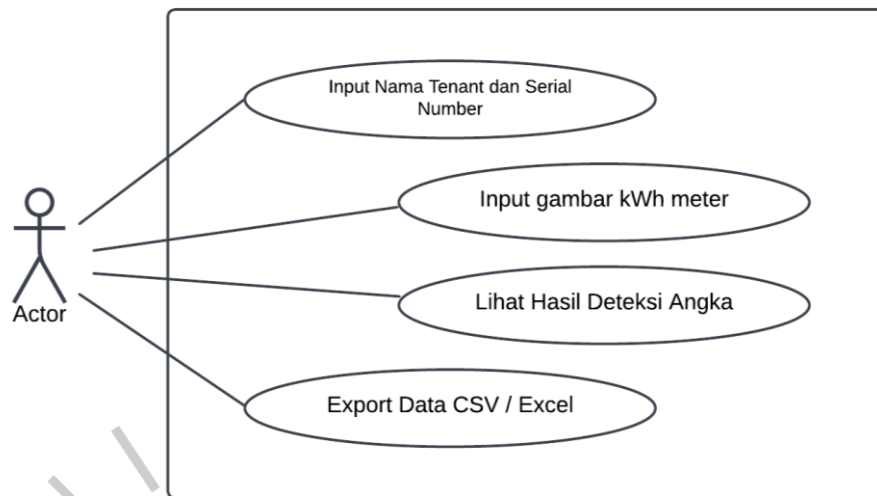
Data pengujian terdiri dari dua jenis, yaitu data validasi dan data tes. Peneliti menyiapkan presentase 12% dari total data untuk pengujian, yang setara dengan 17 gambar atau citra. Data ini akan digunakan sebagai referensi dan validasi saat model sistem deteksi angka dibuat.

Meskipun variasi dataset dilakukan untuk meningkatkan jumlah citra dan kemampuan model dalam deteksi, presentase pembagian data yang ditetapkan oleh peneliti akan tetap konsisten. Setiap data uji dan pelatihan terdiri dari dua folder, yakni "labels" dan "images". Citra-citra disimpan dalam folder "images", dan terdapat file dengan format .txt untuk menyimpan hasil labeling pada setiap citra.

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.

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

Nama Use Case	Input Nama Tenant dan Serial Number		
Deskripsi	Pengguna memasukkan nama tenant dan nomor seri kWh meter.		
Aktor	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.

Tabel 4. 12 Skenario Use Case Input Gambar kWh Meter

Nama Use Case	Input Gambar kWh Meter		
Deskripsi	Pengguna memilih dan mengunggah gambar kWh meter untuk deteksi angka.		
Aktor	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.

Tabel 4. 13 Skenario Use Case Lihat Hasil Deteksi Angka

Nama Use Case	Lihat Hasil Deteksi Angka		
Deskripsi	Sistem menampilkan angka yang terdeteksi atau pesan kesalahan jika angka tidak terdeteksi.		
Aktor	Sistem		
Skenario	Step	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".

Tabel 4. 14 Skenario Use Case Export Data CSV / Excel

Nama Use Case	Ekspor Data CSV / Excel		
Deskripsi	Pengguna mengekspor hasil deteksi angka ke file CSV atau Excel.		
Aktor	Pengguna		
Skenario	Step	Aksi Aktor	Response Sistem
Skenario Normal	1	Pengguna klik tombol "Ekspor".	
	2		Sistem menampilkan lokasi simpan file
	3	Pengguna memberikan nama file	
	4		Data berhasil disimpan dalam format file yang dipilih.

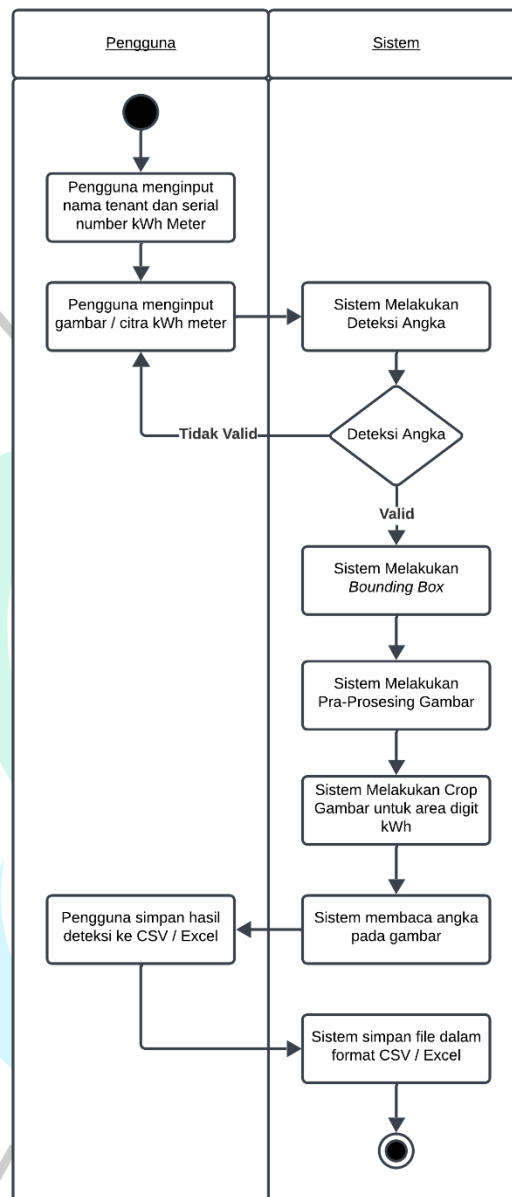
4.3.6 Activity Diagram

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.

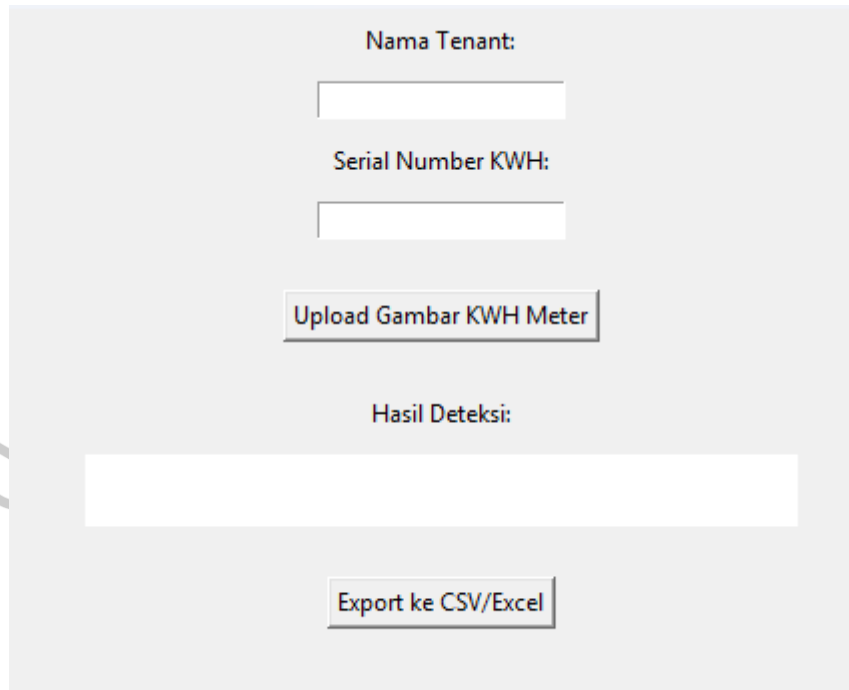


Gambar 4. 6 Activity Diagram Sistem Pencatatan kWh Meter

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.



The screenshot shows a web application interface with a light gray background. At the top, there is a label "Nama Tenant:" followed by a white text input field. Below that is a label "Serial Number KWH:" followed by another white text input field. In the center, there is a button with a dark border and the text "Upload Gambar KWH Meter". Below the button is a label "Hasil Deteksi:" followed by a large white rectangular area, likely a placeholder for the detection results. At the bottom, there is a button with a dark border and the text "Export ke CSV/Excel".

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.

Nama Tenant:
Gucci Storage

Serial Number KWH:
1702842

Upload Gambar KWH Meter

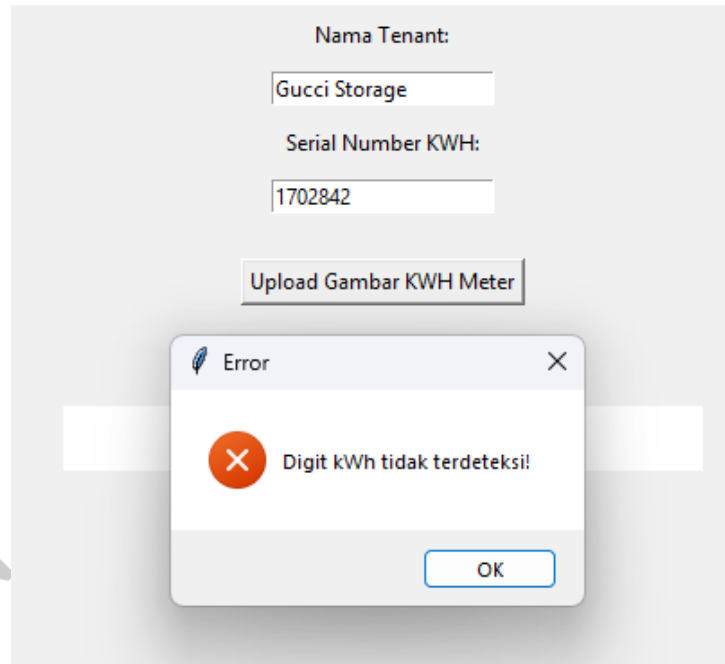
Hasil Deteksi:
00242

Export ke CSV/Excel

00242

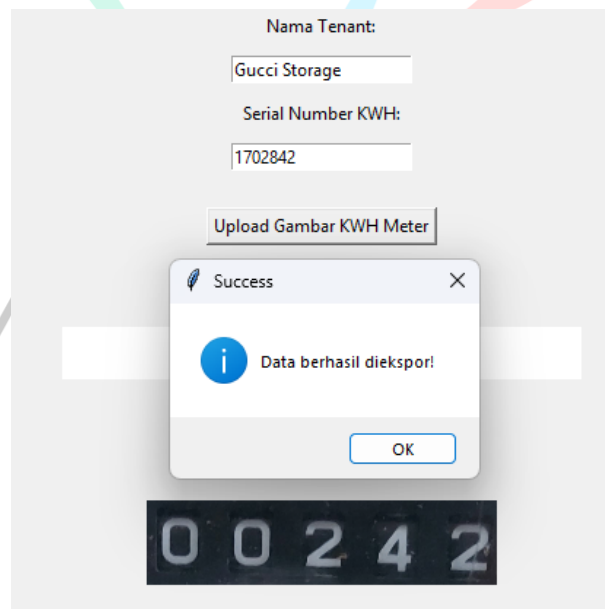
Gambar 4. 8 Tampilan Sistem Membaca Deteksi Pada Citra kWh Meter

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 Memberikan 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 mengeksport 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	$F1 = 2 \times \frac{Presisi \times Recall}{Presisi + Recall}$	>0 - 1

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.

Tabel 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 <i>Alert</i> 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 menampilkan pesan kesalahan jika angka tidak dapat dideteksi.
Pengguna mengekspor data ke file CSV	File CSV berhasil disimpan dan berisi data nama tenant, nomor seri, dan angka yang terdeteksi.

