

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 mengekspor 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

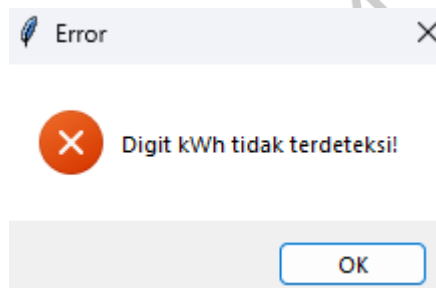
Setelah implementasi dilakukan sesuai dengan rancangan pada bab sebelumnya, aplikasi deteksi angka pada kWh meter berhasil dikembangkan. Berikut adalah hasil implementasi teknik deteksi objek dan hasil luaran yang diperoleh dari aplikasi.

Gambar 5.1 menunjukkan hasil *output* berupa kumpulan gambar dengan format JPG yang dihasilkan dari *bounding box* area angka pada kWh meter yang terdeteksi.



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.

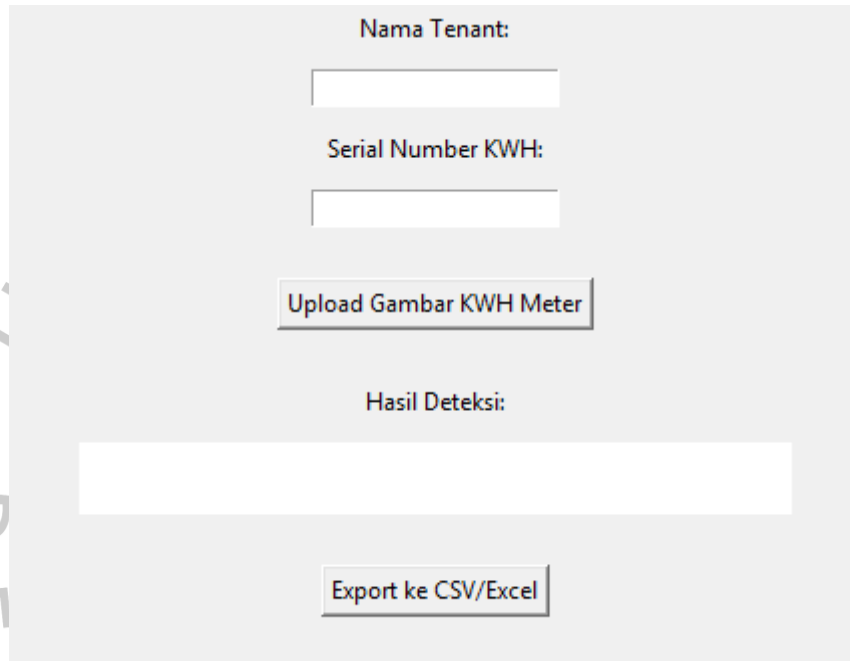


Gambar 5. 3 Pop Up Alert ketika Tidak Berhasil Mendeteksi Objek

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



The screenshot displays a web form with the following elements:

- Nama Tenant:** A text input field.
- Serial Number KWH:** A text input field.
- Upload Gambar KWH Meter:** A button for uploading a photo of the kWh meter.
- Hasil Deteksi:** A large text area for displaying the detection results.
- Export ke CSV/Excel:** A button for exporting the data.

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.

Nama Tenant:
Warung Made

Serial Number KWH:
10110117931

Upload Gambar KWH Meter

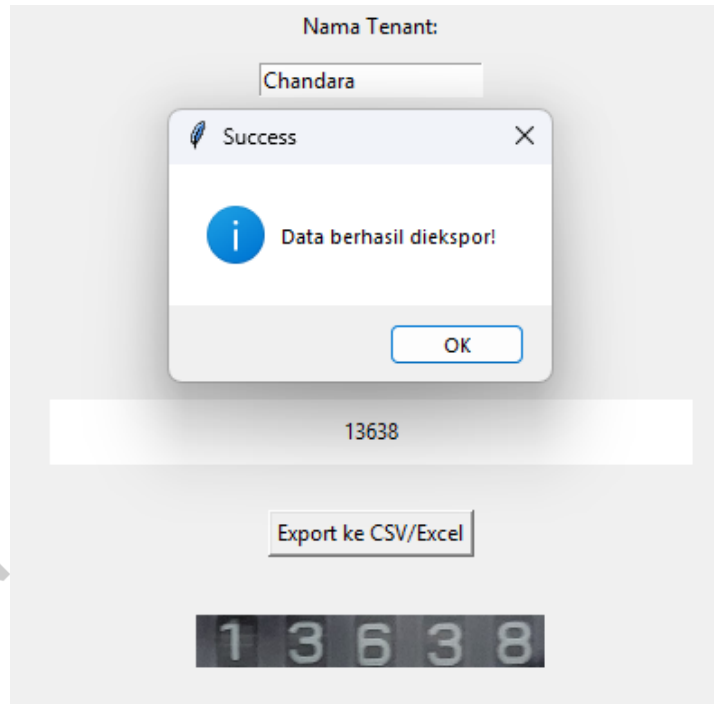
Hasil Deteksi:
64701

Export ke CSV/Excel

6 4 7 0 1

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.

	A	B	C
1	Nama Tenant	Serial Number	Detected Numbers
2	Gucci Storage	1702842	00242
3	Warung Made	10110117931	64701
4	Chandara	102619	13638
5			

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.

Tabel 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	$\frac{29}{21 + 7} = \frac{29}{36} = 0.8056$	80,5%
3	Recall	$\frac{29}{29 + 0} = \frac{29}{29} = 1$	100%
4	F1-score	$2 \frac{0,8056 \times 1}{0,8056 + 1} = 2 \times \frac{0,8056}{1,8056} = 0.8929$	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.

Tabel 5. 2 Skenario Pengujian *White Box*

No	Algoritma	Kode Program
1	Algoritma Pemrosesan Bounding Box	<pre> 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 </pre>
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	<pre> 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 angka 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()) </pre>
---	---	--

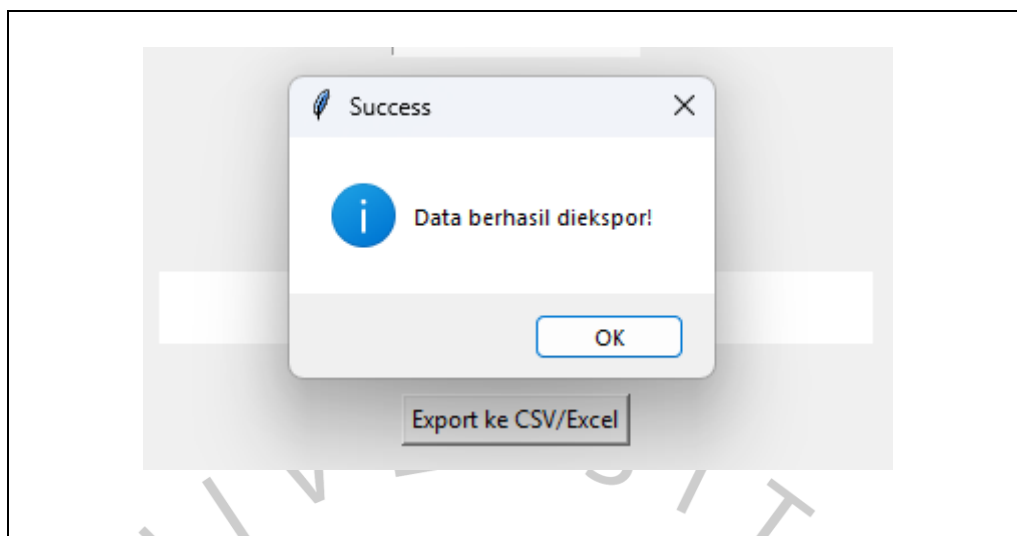
Hasil



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	<pre> 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}") </pre>
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*

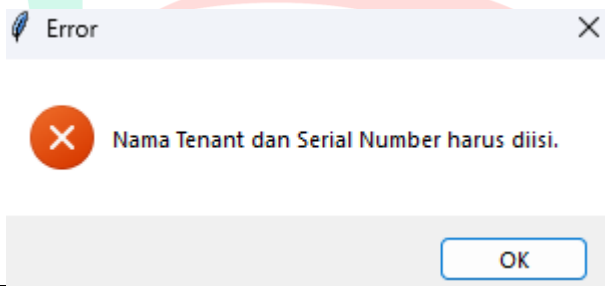
Pengujian *black box* pada penelitian ini dilakukan dengan fokus pada fungsionalitas dan interaksi pengguna dengan sistem deteksi angka pada kWh meter. Pengujian bertujuan untuk memastikan aplikasi bekerja sesuai harapan, mulai dari pengunggahan gambar hingga deteksi angka yang akurat, serta memberikan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

Tabel 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.

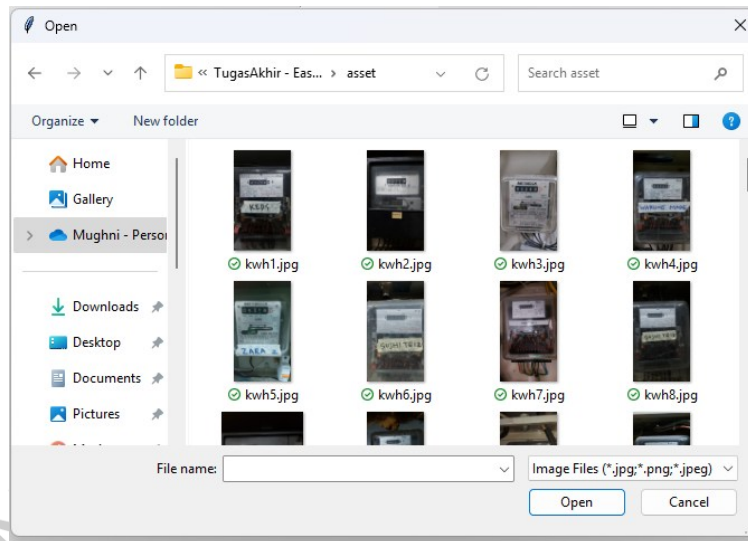
Hasil		
	A	B
1	Nama Tenant	Serial Number
2	Gucci Storage	1702842
3	Warung Made	10110117931
4	Chandara	102619
5		

Kesimpulan:
Aplikasi berhasil menyimpan informasi nama tenant dan nomor seri kWh meter yang dimasukkan oleh pengguna.

Halaman : Halaman Utama		
No.	Skenario	Ekspektasi
2	Pengguna tidak mengisi nama tenant atau nomor seri	Sistem 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



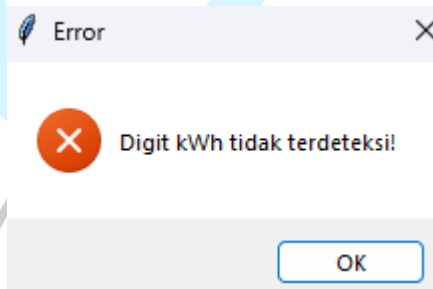
Kesimpulan:

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	Sistem menampilkan pesan kesalahan jika angka tidak dapat dideteksi.

Hasil

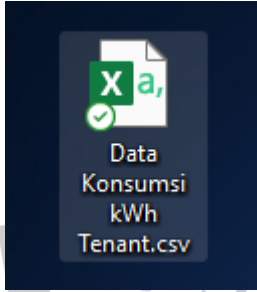


Kesimpulan:

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 mengekspor data ke file CSV	File CSV berhasil disimpan dan berisi data nama tenant, nomor seri, dan angka yang terdeteksi.
<p>Hasil</p> <div data-bbox="667 394 924 685" style="text-align: center;">  </div>		
<p>Kesimpulan:</p> <p>Ekspektasi pengujian <i>black box</i> ini berhasil tercapai, dimana aplikasi mampu menyimpan dan mengekspor data dengan benar, termasuk nama tenant, nomor seri, dan angka yang terdeteksi pada file CSV.</p>		