

BAB V

HASIL IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

5.1 HASIL IMPLEMENTASI

Pada tahap ini penulis mengimplementasikan hasil rancangan yang telah dibuat untuk mendeteksi komponen elektronika berbasis YOLOv8 ini diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Python yang terintegrasi dalam *Visual Studio Code* (VSCode). Hasil dari implementasi penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.1.

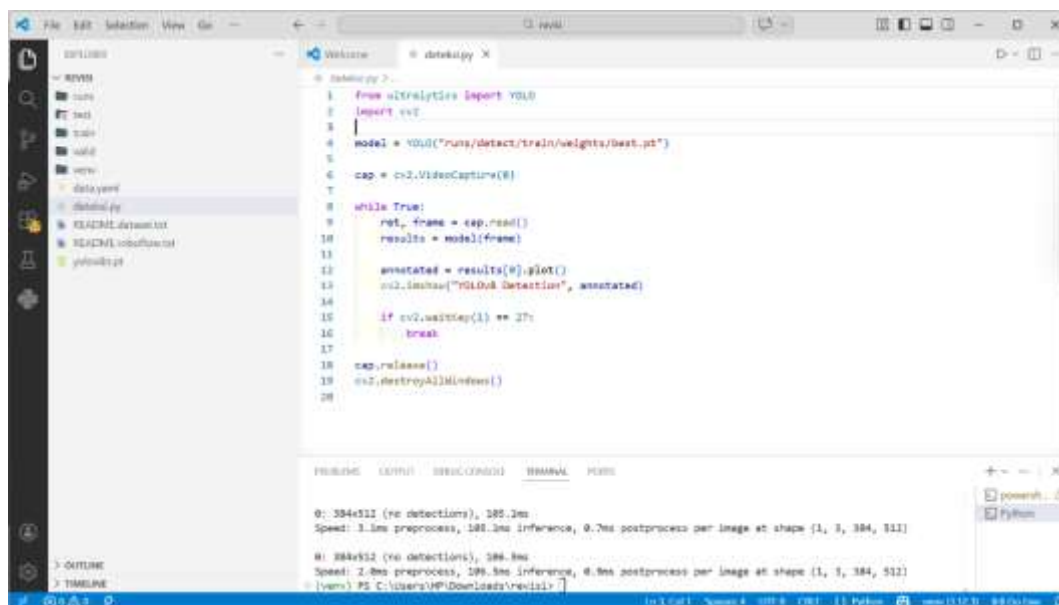


Gambar 5. 1 Hasil Implementasi

Pada gambar diatas dapat dilihat secara langsung tampak dari bentuk fisik pembentukan pendeteksi komponen elektronika yang mana laptop terhubung ke Webcam kemudian akan di deteksi.

5.2 PENGUJIAN SISTEM

Tahap ini meliputi pembahasan pada penulisan instruksi-instruksi program yang digunakan sistem secara keseluruhan dengan menggunakan Vscode, dan untuk membaca komponen elektronika dengan menggunakan Webcam dan pada pengujian ini di awali dengan Pengujian program untuk menampilkan komponen elektronika yang akan ditampilkan di Vscode.



Gambar 5. 2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kemampuan model YOLOv8 dalam mendeteksi dan mengenali komponen elektronika secara akurat pada berbagai kondisi pengujian. Pengujian ini difokuskan pada pengamatan tingkat

akurasi deteksi setiap jenis komponen elektronika secara terpisah, serta pengujian gabungan beberapa komponen dalam satu citra untuk mengetahui komponen dengan akurasi deteksi tertinggi.

1. Pengujian Deteksi Dioda

Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Deteksi Dioda

No	Jarak (cm)	Akurasi(%)
1	15	91 - 94
2	20	88 - 94
3	25	81 - 92

Berdasarkan Tabel 5.1, dioda dapat dideteksi dengan baik pada berbagai jarak pengujian. Akurasi tertinggi diperoleh pada jarak 15 cm karena bentuk dan ciri fisik dioda terlihat lebih jelas, sedangkan pada jarak yang lebih jauh akurasi sedikit menurun akibat berkurangnya detail objek pada citra.

2. Pengujian Deteksi *Integrated Circuit* (IC)

Tabel 5. 2 Hasil Pengujian Deteksi IC

No	Jarak (cm)	Akurasi(%)
1	15	90 - 95
2	20	90 - 94
3	25	90 - 93

Hasil pada Tabel 5.2 menunjukkan bahwa IC dapat dikenali secara konsisten pada seluruh jarak pengujian. Bentuk fisik IC yang relatif besar dan memiliki ciri khas kaki yang jelas membantu sistem dalam melakukan deteksi dengan akurasi yang stabil meskipun jarak pengambilan gambar berubah.

3. Pengujian Deteksi Kapasitor

Tabel 5. 3 Hasil Pengujian Deteksi Kapasitor

No	Jarak (cm)	Akurasi(%)
1	15	93 – 97
2	20	93 - 97
3	25	91 - 97

Berdasarkan Tabel 5.3, kapasitor menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi dan stabil pada seluruh jarak pengujian. Bentuk dan karakteristik fisik kapasitor yang mudah dikenali membuat sistem mampu mendeteksi komponen ini dengan baik meskipun terjadi perubahan jarak pengambilan gambar.

4. Pengujian Deteksi Resistor

Tabel 5. 4 Hasil Pengujian Deteksi Resistor

No	Jarak (cm)	Akurasi(%)
1	15	86 – 93
2	20	83 – 91
3	25	80 - 87

Berdasarkan Tabel 5.4, resistor memiliki tingkat akurasi yang cukup baik pada jarak dekat, namun mengalami penurunan seiring bertambahnya jarak. Hal ini disebabkan oleh ukuran resistor yang relatif kecil dan kemiripan bentuk dengan komponen lain, sehingga lebih sulit dikenali pada jarak yang lebih jauh.

5. Pengujian Deteksi Transistor

Tabel 5. 5 Hasil Pengujian Deteksi Transistor

No	Jarak (cm)	Akurasi(%)
1	15	90 – 94
2	20	90 – 93
3	25	89 – 91

Berdasarkan table 5.5, dapat diketahui bahwa transistor dapat dideteksi dengan akurasi yang cukup baik pada berbagai jarak pengujian. Namun, terlihat adanya sedikit penurunan akurasi pada jarak yang lebih jauh, yang dipengaruhi oleh ukuran transistor yang relatif kecil serta bentuk kaki yang tipis sehingga lebih sulit dikenali secara detail.

6. Pengujian Deteksi Gabungan Lima Komponen

Tabel 5. 6 Hasil Pengujian Deteksi Lima Komponen Pada Jarak 15cm

No	Komponen	Akurasi Tertinggi (%)
1	Dioda	90
2	IC	93
3	Kapasitor	97
4	Resistor	89
5	Transistor	94

Berdasarkan Tabel 5.6, pengujian deteksi lima komponen pada jarak 15 cm menunjukkan bahwa kapasitor memiliki tingkat akurasi tertinggi sebesar 97%, sehingga menjadi komponen yang paling mudah dikenali oleh sistem. Sementara itu, transistor dan IC juga menunjukkan akurasi yang tinggi, sedangkan resistor memiliki akurasi terendah dibandingkan komponen lainnya, yang dipengaruhi oleh bentuk fisik dan kemiripan visual dengan komponen lain. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik masing-masing komponen sangat berpengaruh terhadap performa deteksi sistem.

5.3 PENGUJIAN KESELURUHAN

Tahap pengujian keseluruhan bertujuan untuk mengevaluasi performa model YOLOv8 secara komprehensif setelah melalui siklus pelatihan dan validasi

menggunakan *dataset* komponen elektronika. Evaluasi ini dilakukan untuk mengukur tingkat akurasi dan keandalan sistem secara kuantitatif melalui berbagai metrik standar deteksi objek, mencakup analisis keseimbangan antara ketepatan dan kelengkapan deteksi pada *F1-Confidence Curve*, *Precision-Recall Curve*, serta *Recall-Confidence Curve*. Selain itu, pengujian ini melibatkan penggunaan *Confusion Matrix* untuk memetakan akurasi klasifikasi dan mengidentifikasi potensi kesalahan identifikasi antar jenis komponen. Melalui rangkaian pengujian menyeluruh ini, stabilitas dan kemampuan generalisasi model dapat dibuktikan secara ilmiah guna memastikan sistem mampu mendeteksi dioda, IC, kapasitor, resistor, dan transistor dengan tingkat akurasi yang optimal.

Tabel 5. 7 Pengujian & Testing Dataset

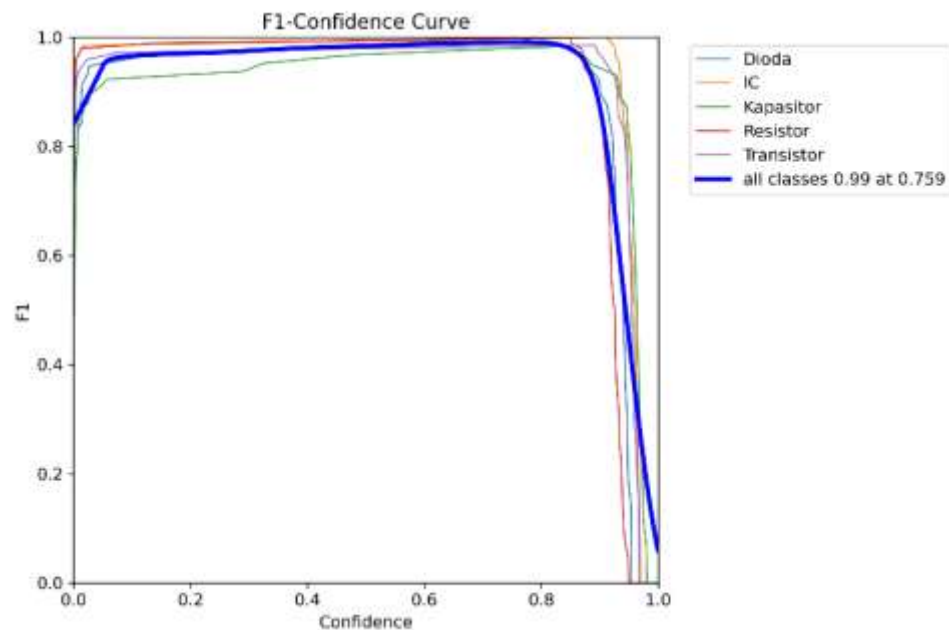
No	Percobaan Ke-	Nama Komponen	Akurasi
1	1	Dioda	92%
	2	Dioda	96%
	3	Dioda	90%
2	1	IC	95%
	2	IC	91%
	3	IC	92%
3	1	Kapasitor	97%
	2	Kapasitor	95%
	3	Kapasitor	97%
4	1	Resistor	87%
	2	Resistor	90%
	3	Resistor	83%
5	1	Transistor	94%
	2	Transistor	89%
	3	Transistor	91%

Berdasarkan tabel 5.7, hasil pengujian yang dilakukan menggunakan gambar, sistem deteksi komponen elektronika berbasis YOLOv8 menunjukkan tingkat akurasi yang cukup tinggi pada setiap komponen yang diuji sebanyak tiga kali

percobaan. Komponen dioda memperoleh akurasi sebesar 92%, 96%, dan 90%, sedangkan IC memperoleh akurasi 95%, 91%, dan 92%. Komponen kapasitor menunjukkan akurasi paling tinggi dan stabil dengan nilai 97%, 95%, dan 97%. Sementara itu, resistor memiliki akurasi yang relatif lebih rendah dibanding komponen lainnya yaitu 87%, 90%, dan 83%. Pada komponen transistor, sistem menghasilkan akurasi sebesar 94%, 89%, dan 91%. Secara keseluruhan, hasil pengujian menggunakan gambar dari dataset ini menunjukkan bahwa model YOLOv8 mampu mengenali komponen elektronika dengan tingkat akurasi yang baik, meskipun masih terdapat sedikit variasi performa pada beberapa jenis komponen.

5.3.1 *F1-Confidence Curve*

F1-Confidence Curve merupakan grafik evaluasi yang menggambarkan hubungan antara nilai *confidence threshold* dengan skor F1 pada sistem deteksi objek. Skor F1 sendiri merupakan metrik yang mengombinasikan nilai *precision* dan *recall* untuk menunjukkan keseimbangan antara ketepatan dan kelengkapan deteksi. Melalui grafik ini, dapat ditentukan nilai *confidence threshold* yang paling optimal, yaitu saat sistem menghasilkan performa deteksi terbaik dengan kesalahan minimal.



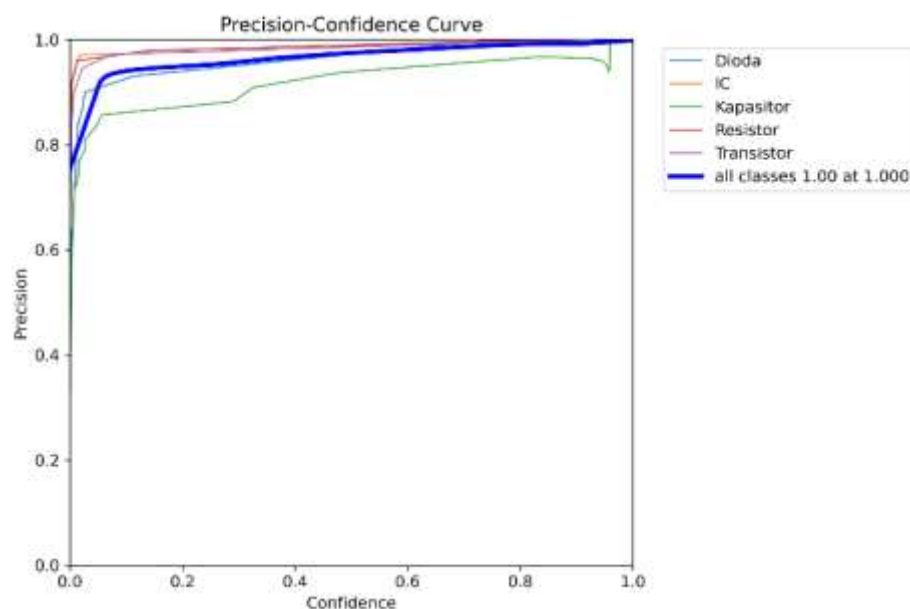
Gambar 5. 3 F1-Confidence Curve

Berdasarkan grafik *F1-Confidence Curve* pada gambar 5.3, terlihat bahwa setiap kelas komponen elektronika, yaitu dioda, IC, kapasitor, resistor, dan transistor, menunjukkan pola peningkatan nilai F1 seiring dengan naiknya nilai *confidence* hingga mencapai titik optimal, kemudian mengalami penurunan ketika *confidence* terlalu tinggi. Garis tebal yang merepresentasikan seluruh kelas menunjukkan bahwa nilai F1 tertinggi sebesar 0,99 dicapai pada *confidence* sekitar 0,759, yang menandakan ambang kepercayaan paling optimal untuk sistem secara keseluruhan. Pada rentang *confidence* menengah, model mampu menjaga keseimbangan yang baik antara tingkat ketepatan deteksi (*precision*) dan kelengkapan deteksi objek (*recall*). Penurunan nilai F1 pada *confidence* mendekati 1,0 menunjukkan bahwa penggunaan ambang yang terlalu ketat dapat menyebabkan banyak objek tidak terdeteksi. Hasil ini membuktikan bahwa model

YOLOv8 memiliki performa yang stabil dan optimal dalam mendeteksi berbagai komponen elektronika pada *confidence threshold* yang sesuai.

5.3.2 Precision-Confidence Curve

Precision-Confidence Curve merupakan grafik evaluasi yang menggambarkan hubungan antara nilai *confidence threshold* dengan tingkat *precision* pada sistem deteksi objek. Grafik ini digunakan untuk melihat bagaimana perubahan ambang kepercayaan memengaruhi ketepatan prediksi model, khususnya dalam mengurangi kesalahan deteksi (*false positive*) pada setiap kelas objek.



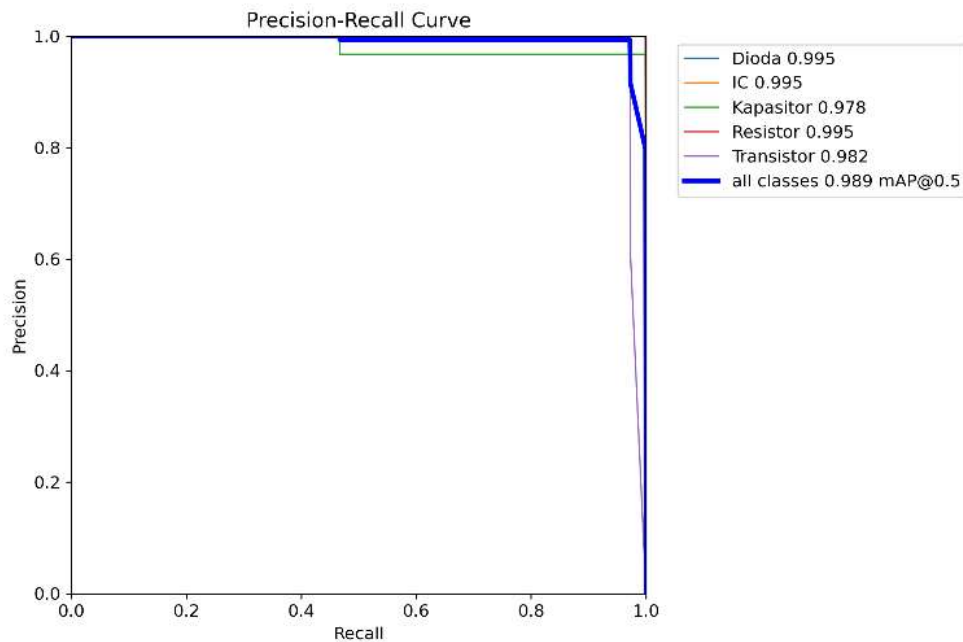
Gambar 5. 4 Precision-Confidence Curve

Berdasarkan grafik *Precision-Confidence Curve* pada gambar 5.4, terlihat bahwa nilai *precision* untuk setiap kelas komponen elektronika, yaitu dioda, IC, kapasitor, resistor, dan transistor, cenderung meningkat seiring dengan

bertambahnya nilai *confidence*. Garis tebal yang merepresentasikan seluruh kelas menunjukkan bahwa *precision* tertinggi mencapai nilai 1,00 pada *confidence* 1,00, yang menandakan bahwa pada ambang kepercayaan yang sangat tinggi, hampir seluruh deteksi yang dihasilkan model merupakan prediksi yang benar. Pada rentang *confidence* rendah hingga menengah, *precision* juga sudah berada pada nilai yang cukup tinggi, menunjukkan bahwa model mampu meminimalkan kesalahan deteksi sejak tahap awal. Meskipun demikian, peningkatan *confidence* yang terlalu tinggi berpotensi mengurangi jumlah objek yang terdeteksi. Secara keseluruhan, grafik ini menunjukkan bahwa model YOLOv8 memiliki tingkat ketepatan deteksi yang sangat baik dan konsisten pada berbagai nilai *confidence*.

5.3.3 *Precision-Recall Curve*

Precision-Recall Curve merupakan grafik evaluasi yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara nilai *precision* dan *recall* pada sistem deteksi objek. Grafik ini sangat penting dalam mengevaluasi performa model YOLOv8, khususnya untuk mengetahui kemampuan model dalam mendeteksi objek secara lengkap (*recall*) sekaligus menjaga ketepatan prediksi (*precision*) pada setiap kelas komponen elektronika.



Gambar 5. 5 Precision-Recall Curve

Berdasarkan grafik *Precision-Recall Curve* pada gambar 5.5, terlihat bahwa setiap kelas komponen elektronika, yaitu dioda, IC, kapasitor, resistor, dan transistor, memiliki kurva yang berada mendekati sudut kanan atas grafik, yang menunjukkan kombinasi *precision* dan *recall* yang sangat tinggi. Nilai *Average Precision* (AP) untuk dioda, IC, dan resistor mencapai 0,995, sedangkan kapasitor sebesar 0,978 dan transistor sebesar 0,982, yang menandakan bahwa model mampu mendeteksi sebagian besar objek dengan tingkat kesalahan yang sangat rendah. Garis tebal yang merepresentasikan seluruh kelas menunjukkan nilai *mAP@0.5* sebesar 0,989, yang mencerminkan performa deteksi secara keseluruhan berada pada kategori sangat baik. Penurunan *precision* pada nilai *recall* mendekati 1,0 menunjukkan adanya sedikit peningkatan kesalahan ketika sistem berusaha mendeteksi seluruh objek secara maksimal. Secara keseluruhan, grafik ini

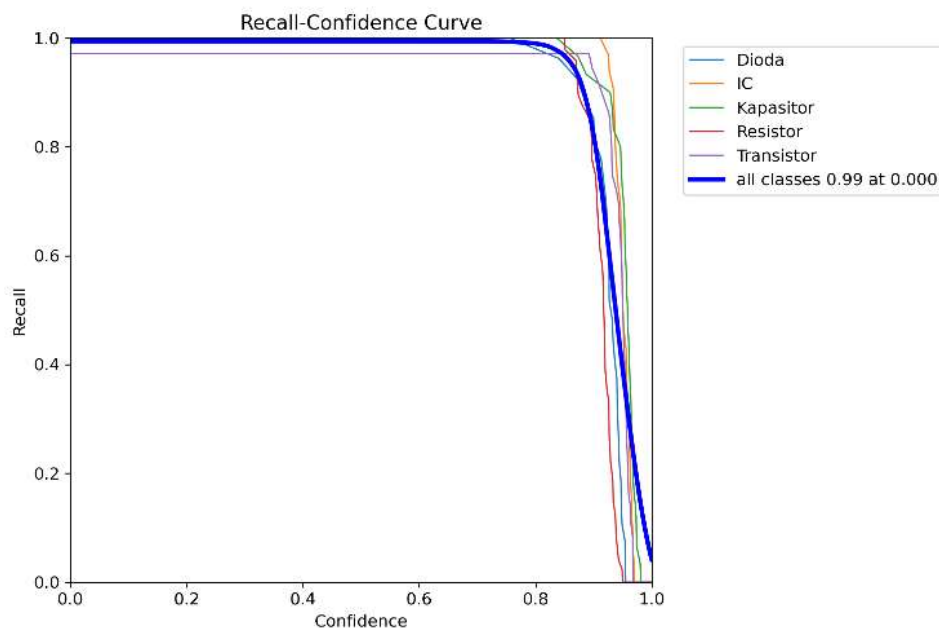
membuktikan bahwa model YOLOv8 memiliki keseimbangan yang sangat baik antara ketepatan dan kelengkapan deteksi dalam mengenali komponen elektronika.

Tabel 5. 8 Hasil Evaluasi *Precision–Recall* Tiap Komponen

No	Komponen	Nilai Precision-Recall
1	Dioda	0,995
2	IC	0,995
3	Kapasitor	0,978
4	Resistor	0,995
5	Transistor	0,982
Rata – rata : Semua Kelas (mAP@0.5)		0,989

5.3.4 *Recall-Confidence Curve*

Recall-Confidence Curve digunakan untuk menunjukkan hubungan antara nilai *confidence threshold* dengan tingkat *recall* pada sistem deteksi objek. Kurva ini berfungsi untuk menganalisis sejauh mana model YOLOv8 mampu menemukan seluruh objek komponen elektronika yang ada pada citra ketika ambang kepercayaan deteksi dinaikkan atau diturunkan.

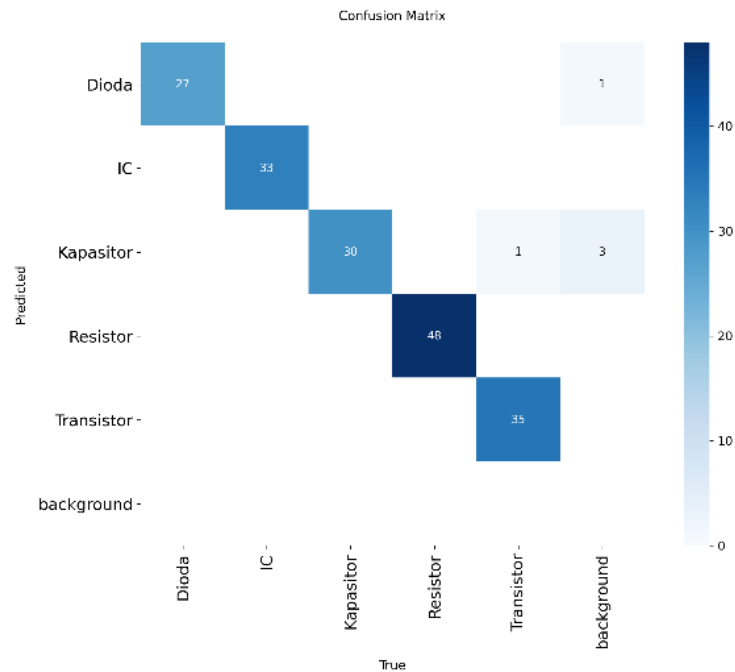


Gambar 5. 6 *Recall-Confidence Curve*

Berdasarkan grafik *Recall-Confidence Curve* pada gambar 5.6, terlihat bahwa seluruh kelas komponen elektronika, yaitu dioda, IC, kapasitor, resistor, dan transistor, memiliki nilai recall yang sangat tinggi pada rentang *confidence* rendah hingga menengah, mendekati nilai 1,0. Hal ini menunjukkan bahwa pada ambang kepercayaan tersebut, sistem mampu mendeteksi hampir seluruh objek yang ada dalam citra. Namun, seiring meningkatnya nilai *confidence* mendekati 1,0, nilai *recall* pada semua kelas mengalami penurunan yang cukup tajam, yang menandakan bahwa semakin ketat ambang kepercayaan yang digunakan, semakin banyak objek yang tidak terdeteksi. Garis tebal yang merepresentasikan seluruh kelas menunjukkan nilai *recall* tertinggi sebesar 0,99 pada *confidence* 0,000, yang mencerminkan kemampuan maksimal sistem dalam menemukan objek ketika ambang *confidence* sangat rendah. Secara keseluruhan, grafik ini menunjukkan bahwa pemilihan nilai *confidence threshold* yang tepat sangat penting untuk menjaga keseimbangan antara tingkat kepercayaan prediksi dan kelengkapan deteksi komponen elektronika.

5.3.5 *Confusion Matrix*

Confusion Matrix digunakan untuk mengevaluasi kinerja model YOLOv8 dalam mengklasifikasikan setiap jenis komponen elektronika secara lebih detail. Melalui matriks ini, dapat diketahui tingkat keberhasilan model dalam memprediksi kelas yang benar serta potensi kesalahan klasifikasi antar kelas komponen.



Gambar 5. 7 Confusion Matrix

Berdasarkan *Confusion Matrix* pada gambar 5.7, terlihat bahwa sebagian besar data uji berhasil diklasifikasikan dengan benar oleh model YOLOv8, yang ditunjukkan oleh nilai tinggi pada diagonal utama untuk setiap kelas komponen. Kelas dioda terdeteksi dengan benar sebanyak 27 data, IC sebanyak 33 data, kapasitor sebanyak 30 data, resistor sebanyak 48 data, dan transistor sebanyak 35 data, yang menunjukkan tingkat akurasi klasifikasi yang sangat baik. Kesalahan klasifikasi relatif kecil, seperti beberapa data kapasitor yang terdeteksi sebagai transistor atau *background*, serta satu data dioda yang terklasifikasi sebagai *background*. Hal ini menunjukkan bahwa model masih mengalami sedikit kebingungan pada objek dengan bentuk atau karakteristik visual yang mirip. Namun secara keseluruhan, jumlah prediksi yang benar jauh lebih besar

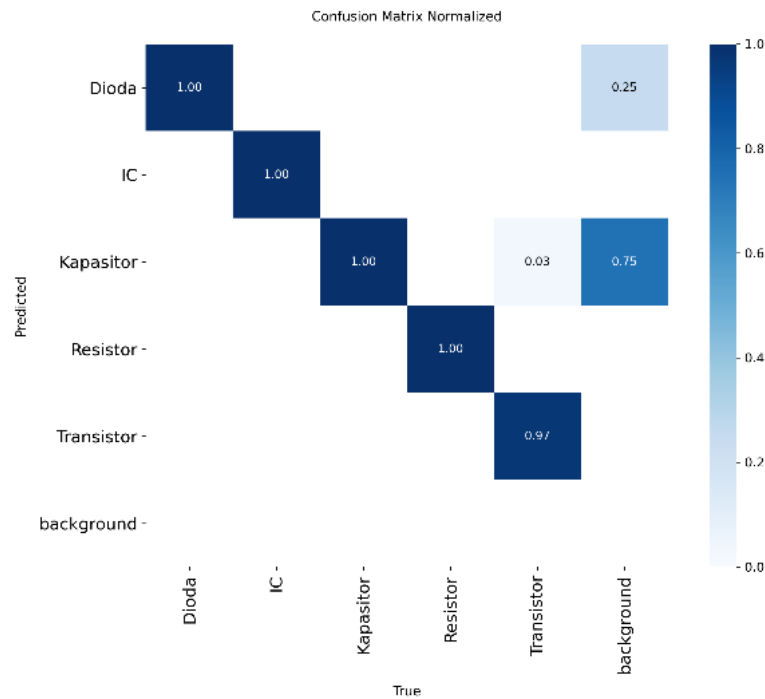
dibandingkan kesalahan, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem memiliki kemampuan klasifikasi yang tinggi dan andal dalam membedakan berbagai jenis komponen elektronika.

Tabel 5. 9 Ringkasan Hasil *Confusion Matrix*

No	Komponen	Jumlah Deteksi Benar
1	Dioda	27
2	IC	33
3	Kapasitor	30
4	Resistor	48
5	Transistor	35

5.3.6 *Confusion Matrix Normalized*

Confusion Matrix Normalized digunakan untuk menampilkan performa klasifikasi model dalam bentuk proporsi atau persentase, sehingga memudahkan analisis tingkat ketepatan prediksi pada setiap kelas komponen elektronika. Berbeda dengan confusion matrix biasa yang menampilkan jumlah absolut, matriks ternormalisasi memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai konsistensi dan keandalan model dalam mengenali masing-masing kelas.



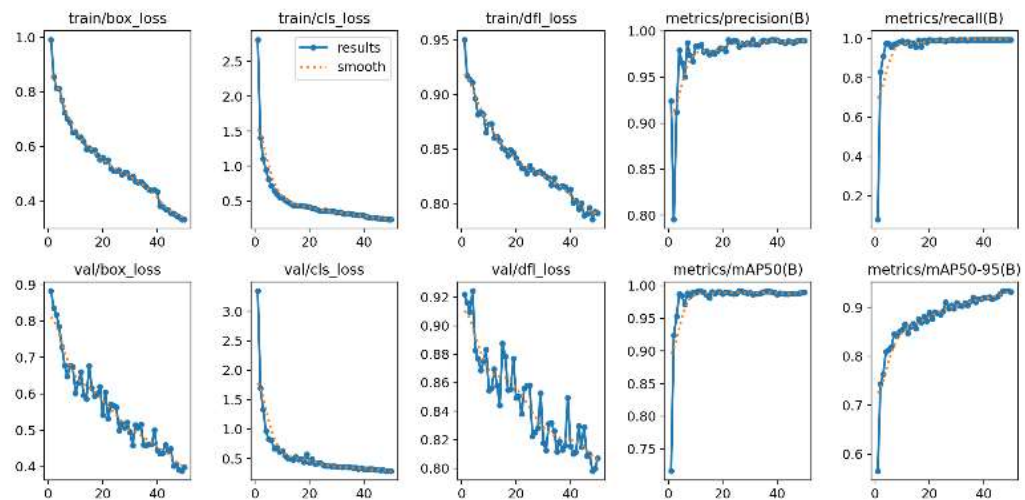
Gambar 5. 8 Confusion Matrix Normalized

Berdasarkan *Confusion Matrix Normalized* pada gambar 5.8, model YOLOv8 memiliki tingkat ketepatan klasifikasi yang sangat tinggi pada hampir seluruh kelas komponen elektronika. Kelas dioda, IC, kapasitor, dan resistor menunjukkan nilai normalisasi sebesar 1,00, yang berarti seluruh data pada kelas tersebut berhasil dikenali dengan benar tanpa kesalahan klasifikasi. Kelas transistor juga menunjukkan performa yang sangat baik dengan tingkat ketepatan sebesar 0,97, meskipun masih terdapat sebagian kecil data yang salah terklasifikasi. Beberapa kesalahan juga terlihat pada kelas kapasitor dan background, dengan nilai sekitar 0,03 dan 0,25, yang menunjukkan adanya objek yang masih tertukar dengan latar belakang. Namun secara keseluruhan, nilai dominan pada diagonal utama yang mendekati 1,00 membuktikan bahwa sistem memiliki kemampuan generalisasi dan

akurasi yang sangat tinggi dalam membedakan berbagai jenis komponen elektronika.

5.3.7 Training Progress Curves

Grafik hasil pelatihan model YOLOv8 digunakan untuk memvisualisasikan proses pembelajaran model selama training dan validasi. Grafik ini menampilkan perubahan nilai loss serta metrik evaluasi seperti *precision*, *recall*, dan *mean Average Precision* (mAP) pada setiap epoch, sehingga dapat digunakan untuk menganalisis konvergensi model, kestabilan pelatihan, serta kemampuan generalisasi terhadap data validasi.



Gambar 5. 9 Training Progress Curves

Berdasarkan gambar 5.9, nilai *train loss* yang terdiri dari *box loss*, *classification loss*, dan *distribution focal loss* (DFL) mengalami penurunan yang konsisten seiring bertambahnya epoch, yang menunjukkan bahwa model YOLOv8 mampu mempelajari pola komponen elektronika dengan baik. Pola penurunan yang serupa juga terlihat pada *validation loss*, sehingga dapat disimpulkan bahwa model

tidak mengalami *overfitting* dan memiliki kemampuan generalisasi yang baik. Pada sisi metrik evaluasi, nilai *precision* dan *recall* meningkat dengan cepat pada awal pelatihan dan kemudian stabil mendekati nilai maksimum, yang menandakan peningkatan akurasi dan kelengkapan deteksi. Selain itu, nilai $mAP@0.5$ mencapai hampir 1,00, sedangkan $mAP@0.5-0.95$ juga menunjukkan tren peningkatan yang stabil hingga di atas 0,90. Secara keseluruhan, grafik ini membuktikan bahwa proses pelatihan berjalan optimal dan model memiliki performa yang tinggi serta andal dalam mendeteksi dan mengenali komponen elektronika.