



PENGEMBANGAN APLIKASI MOBILE UNTUK DETEKSI CACAT BIJI KOPI ROBUSTA BERDASARKAN STANDAR NASIONAL INDONESIA

Puja Hanifah*¹, Hanif Ifran Antoni², Shumaya Resty Ramadhani³ dan Yuliska⁴

Program Studi Teknik Informatika, Politeknik Caltex Riau, Riau, 28265, Indonesia^{1,2,3,4}

puja@pcr.ac.id*¹, hanif19ti@mahasiswa.pcr.ac.id², shumaya@pcr.ac.id³, yuliska@pcr.ac.id⁴

*Penulis Koresponden

ABSTRAK

Kopi merupakan salah satu jenis bahan baku minuman yang penting diseluruh dunia. Indonesia merupakan salah satu penghasil dan pengekspor kopi di dunia dan saat ini jumlah konsumsi kopi semakin meningkat. Untuk menjaga rasa kopi makan perlu menjaga kualitas biji kopi, pemerintah menetapkan Standar Nasional Indonesi (SNI) 01-2907-2008 tentang biji kopi. Proses penentuan kualitas mutu biji dilakukan oleh prosesor yang dimana akan melakukan langkah-langkah yang ada pada SNI secara manual. Oleh karena itu, untuk mempercepat proses penentuan mutu serta memberikan pengetahuan terhadap masyarakat biasa penulis membuat sebuah aplikasi deteksi mutu biji kopi berbasis mobile untuk menentukan grade biji kopi berbasis android. Dalam aplikasi ini akan dimuat sebuah model machine learning dengan basis deteksi objek. Untuk implementasi *machine learning* menggunakan tensorflow dan Convolutional Neural Network (CNN) sebagai arsitektur. Dari hasil data yang di training didapatkan rata-rata akurasi sebesar 84% yang menunjukkan bahwa aplikasi rata-rata mendeteksi dengan benar dan pengujian Selain itu pengujian juga dilakukan kepada beberapa smartphone dan jarak kedekatan mendeteksi. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa jarak paling baik untuk melakukan deteksi adalah 15 cm untuk mendapatkan data yang sesuai dan terdeteksi dan smartphone yang paling tinggi untuk nilainya adalah Smartphone A30 dengan resolusi 16 MP.

Kata kunci: *Android, Biji Kopi, Convolutional Neural Network (CNN), Mobile, Object Detection*

ABSTRACT

Coffee is one of the most important raw materials for beverages worldwide. Indonesia is one of the world's leading coffee producers and exporters, and coffee consumption is currently increasing. To maintain the taste of coffee, it is necessary to preserve the quality of coffee beans. The government has established the Indonesian National Standard (SNI) 01-2907-2008 regarding coffee beans. The process of determining the quality of beans is carried out by processors who manually follow the steps outlined in the SNI. Therefore, to accelerate the quality determination process and provide knowledge to the general public, the author has developed a mobile-based coffee bean quality detection application to determine the grade of coffee beans using an Android platform. This application incorporates a machine learning model based on object detection. For the machine learning implementation, TensorFlow and Convolutional Neural Network (CNN) architecture are used. From the training data results, an average accuracy of 84% was achieved, indicating that the application generally detects correctly. Additionally, testing was conducted on several smartphones and at varying detection distances. The testing results showed that the optimal distance for detection is 15 cm to obtain accurate and detectable data. Furthermore, the smartphone with the best performance was the Smartphone A30, featuring a 16 MP resolution camera.

Keywords: *Android, Coffee Bean, Convolutional Neural Network (CNN), Mobile, Object Detection*

Histori Artikel

Diserahkan: 05 Nov 2024

Diterima setelah Revisi: 29 Nov 2024

Diterbitkan: 6 Des 2024

1. PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu jenis bahan baku minuman yang penting diseluruh dunia, Bukan hanya demi kesenangan konsumen, namun juga nilai ekonomi bagi negara-negara yang memproduksi dan

mengekspor biji kopi. Indonesia merupakan salah satu produsen dan eksportir kopi terbesar di dunia, selain itu kondisi di dalam negeri juga terjadi peningkatan konsumsi kopi dan prospek industri yang semakin berkembang [1]. Dengan berkembangnya potensi pasar kopi, pemerintah memiliki beberapa kebijakan pengembangan industri pengolahan kopi seperti SDM, peningkatan nilai tambah kopi dan peningkatan mutu kopi [2].

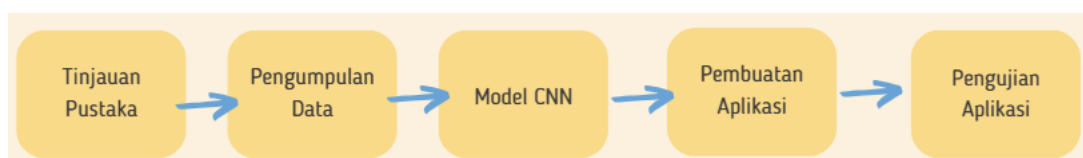
Salah satu aspek yang menjadi acuan dari mutu kopi adalah proses pengolahan biji kopi memiliki peran penting dalam menentukan rasa dan kualitas akhir dari kopi [3]. Untuk memelihara dan meningkatkan kualitas biji kopi, pemerintah Indonesia menetapkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2907-2008 tentang biji kopi [4]. Standar mutu SNI tetap mengacu pada persyaratan internasional ICO (*International Coffee Organization*). Pengukuran biji kopi Robusta menurut SNI nomor 01-2907-2008 meliputi beberapa tahap: Menentukan keberadaan serangga hidup, keberadaan biji yang busuk dan berjamur, pengukuran kadar air dan kotoran, ukuran biji (besar, sedang, kecil), jenis dan jumlah cacat pada biji kopi [5].

Mutu kopi ini sangat berpengaruh terhadap rasa dari kopi yang dijual. Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa prosesor biji kopi menunjukkan bahwa banyak di antara mereka yang masih mengandalkan insting dan kepercayaan saat membeli biji kopi, yang berpotensi menyebabkan ketidaksesuaian mutu. Menyadari permasalahan ini, maka dikembangkanlah sebuah aplikasi berbasis mobile untuk membantu mendeteksi grade mutu biji kopi, khususnya biji kopi robusta, dengan menyediakan deteksi nilai cacat biji kopi yang akan dijual atau diolah, serta informasi terkait jumlah nilai cacat yang ada.

Untuk memudahkan pelaku usaha kopi dalam menentukan mutu biji kopi, sehingga mereka dapat membuat keputusan yang lebih baik dalam proses pembelian dengan memanfaatkan standar minimum resolusi 407 maka dikembangkanlah aplikasi mobile untuk mendeteksi mutu kopi dari gambar yang diambil dari kamera atau dari galeri smartphone. Pengembangan aplikasi juga menerapkan model *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam klasifikasi grade mutu biji kopi yang akan memudahkan pelaku usaha kopi untuk menilai mutu biji kopi secara cepat dan mudah karena menggunakan aplikasi mobile. Dalam penelitian yang lainnya metode CNN memberikan rata-rata nilai akurasi 0,90 dan penggunaan *convolutional layer* mampu mendeteksi kekuatan bentuk dari suatu citra [6]. Untuk menghubungkan model klasifikasi dengan aplikasi Android, akan digunakan TensorFlow Lite (TFLite), alat yang memungkinkan penerapan *machine learning* pada perangkat *mobile, embedded, dan edge devices*, dengan keuntungan seperti model konversi dan latensi minimal.

2. METODE

Penelitian ini menerapkan metode CNN (*Convolutional Neural Network*) dan pengembangan aplikasi mobile berbasis android. Adapun tahapan dalam pengembangan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.1 TAHAPAN TINJUAN PUSTAKA

Penelitian terkait dengan biji kopi dan CNN sudah banyak dilakukan. Penelitian terbaru yang dilakukan dengan tujuan membantu orang awam dalam mensortir kualitas biji kopi sebagai bahan baku bisnis mereka. Dimana hasil klasifikasi biji kopi menggunakan Metode Naive Bayes dan model gaussian mendapatkan nilai akurasi training sebesar 0,91% dan testing 0,86%. Yang dapat disimpulkan bahwa penelitian tersebut menghasilkan performa yang cukup baik dalam mengklasifikasikan kualitas biji robusta dengan beberapa kriteria yaitu bentuk, warna, ukuran, jenis cacat 1, jenis cacat 2, kadar air, fisik 1, dan fisik 2 [7].

Penggunaan Metode CNN Inception V3 dalam melakukan deteksi kematangan buah kopi kuning berhasil memberikan hasil yang cukup baik dengan data yang digunakan 1380 citra dengan pembagian *training* sebanyak 984 dan validasi sebanyak 246. Hasil dari penelitian yang dilakukan mendapatkan

akurasi sebesar 92% [8]. Metode CNN juga memberikan akurasi yang mencapai 99% akurasi ketika mendeteksi tingkat *roasting* biji kopi. Dengan menggunakan 1600 dataset yang dibagi menjadi empat tingkat roast yaitu *dark roast, green roast, medium roast, dan light roast* [9].

Ada juga penelitian yang membahas aplikasi pendeteksi jenis kopi dengan inputan berupa biji, buah dan daun yang dapat digunakan bagi masyarakat yang memiliki kebingungan dalam membedakan jenis kopi berdasarkan karekateristik fisik tanaman kopi. Dari hasil pengujian fungsional aplikasi mendapatkan nilai 0,97 yang berarti aplikasi berjalan sesuai dengan bisnis yang ada. Dengan berhasilnya dibangunnya aplikasi deteksi jenis kopi, aplikasi ini dapat berguna dalam membantu proses identifikasi jenis kopi dan mengurangi potensi kesalahan dalam melakukan identifikasi jenis kopi [10].

Mendeteksi citra kopi juga dapat menggunakan metode YOLO, seperti penelitian yang dilakukan oleh [11]. Menurut penelitiannya, deteksi biji kopi dengan metode YOLO dapat mendeteksi objek secara real time dan memberikan data akhir yang lebih akurat dibandingkan metode lainnya. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dilakukan 12 kali percobaan, dimana 9 pengujian mampu mengidentifikasi biji kopi dengan benar dan 3 pengujian tidak mampu mengidentifikasi biji kopi baik atau buruk. Nilai rata-rata hasil menunjukkan a Peningkatan 75% kemampuan mengidentifikasi kualitas biji kopi.

Penelitian yang dilakukan oleh [12] melakukan klasifikasi kualitas biji kopi arabika dengan membandingkan dua buah metode yaitu CNN dan R-CNN. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa rata-rata akurasi metode CNN-VGG16 yang didapatkan adalah 93% dan rata-rata akurasi Faster R-CNN sebesar 86%. Pada penelitian yang dibangun ini adalah membangun sebuah aplikasi *mobile* dengan sistem operasi Android dan pengembangan modelnya menggunakan CNN Model. Berdasarkan dari studi literature yang di lakukan, model CNN rata-rata memberikan hasil akurasi yang bagus, diatas 80%. Aplikasi ini bertujuan untuk memudahkan dalam mendeteksi kualitas biji kopi dengan melakukan perhitungan jumlah dari cacat biji kopi yang terdeteksi dari gambar biji kopi.

2.2 TAHAPAN PENGUMPULAN DATA

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini merupakan *defects* dari biji kopi dengan jenis robusta sebanyak 20 jenis dengan total gambar 2000. Setiap jenis memiliki minimal 100 gambar. Jenis defects tersebut sudah ditentukan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 01-2907-2008. Pengambilan data biji kopi akan menggunakan kamera smartphone Iphone 12 dengan ukuran pixels 2268 x 4032 yang akan menghasilkan gambar dengan ekstensi JPG.



Gambar 2. Contoh Pengambilan data gambar biji kopi

2.3 MODEL CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

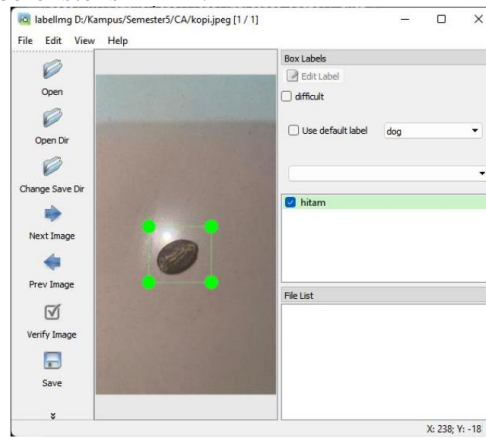
2.3.1 Preposisi

Proses preposisi data terbagi menjadi empat yaitu *resize*, pemisahan data *train* dan *rest*, anotasi gambar, serta konversi menjadi CSV dan TFRecord.

- i) *Resize size*
Tahapan ini akan mengubah ukuran data dikarenakan data yang akan dilakukan permodelan memiliki ukuran yang besar, sehingga ukuran diubah menjadi ukuran 640 x 640 pixels.
- ii) *Pemisahan train dan test data*
Setelah semua data telah dilakukan *resizing*, maka selanjutnya data akan dipisah untuk dilakukan *train* dan *test*. Dimana untuk *train* digunakan sebanyak 80% dan *test* data digunakan sebanyak 20%.

iii) Anotasi gambar

Untuk Anotasi akan digunakan software yaitu software labeling, dengan cara memberi anotasi pada masing-masing gambar yang ada pada train dan test data. Label akan diberikan sesuai dengan jenis defects biji kopi dengan jenis robusta yaitu sebanyak 20 jenis. Setiap dilakukan anotasi, maka format file berekstensi XML.



Gambar 3. Anotasi Gambar

2.3.2 Pembuatan Model

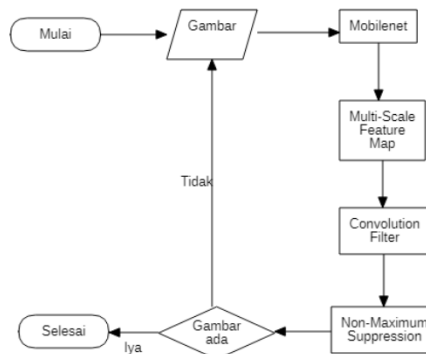
Pada tahapan ini akan dilakukan pembuatan model yang dimana alurnya adalah:

i) Input Dataset

Pada proses ini akan dipersiapkan dataset untuk masukan pada saat training model. Dataset melalui beberapa ekstraksi yang dimulai dengan gambar yang kemudian diubah ke CSV dan TFRecord dengan keluaran berupa *train.record* dan *test.record* yang merupakan masukan dataset untuk *training*.

ii) Training Data

Sebelum melakukan *training data*, akan dilakukan konfigurasi terlebih dahulu dengan membuat sebuah *label map* serta membuat perubahan pada berkas bawaan dari Tensorflow yang akan memberikan prediksi pada objek yang akan dideteksi. Selanjutnya akan dilakukan proses *rainig* dengan metode CNN-SSD. Berikut merupakan alur dari *training*.



Gambar 4. Tahapan Training Data

iii) Model Deteksi Objek

Proses *training* akan memakan waktu dan selama proses berjalan, program akan menyimpan sebuah hasil di sebuah file dengan format.ckpt yaitu *checkpoint* yang disimpan tiap beberapa menit ke dalam folder *training*. File tersebut akan di ekspor menjadi sebuah model baru yaitu *file protobuff* yang akan digunakan untuk acuan model deteksi objek.

2.3.3 Penentuan Mutu Biji Kopi

Setelah model dilakukan deteksi, akan dilakukan perhitungan terkait penentuan mutu biji kopi. Perhitungan yang dilakukan mengacu kepada tahap terakhir pada Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 01-2907-2008, dengan rumus seperti berikut.

$$\text{nilai cacat} \times \text{jumlah cacat} = \text{jumlah nilai cacat} \quad (1)$$

nilai cacat biji merupakan nilai dari tiap-tiap defects yang ada dan jumlah cacat merupakan jumlah biji kopi yang terdeteksi dengan nilai cacat ada yang disebarkan, yaitu dalam standar 300g.

2.3.4 Proses Deteksi Objek

Proses ini dilakukan pada saat aplikasi berhasil dijalankan pada hp, model dari deteksi objek yang telah dibuat akan diproses pada saat inputan gambar dengan menggunakan kamera yang akan mendeteksi objek *defects* yang ada pada gambar tersebut.



Gambar 5. Inputan Awal

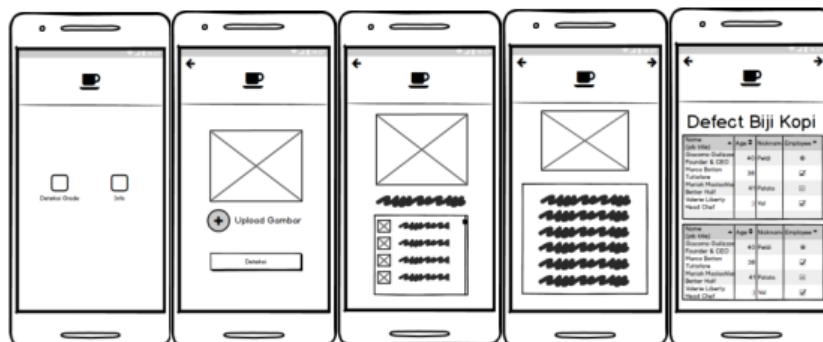
Kemudian gambar akan dilakukan deteksi per biji sehingga *defects* dapat dideteksi seperti berikut.



Gambar 6. Deteksi defects

2.4 PEMBUATAN APLIKASI

Kemudian setelah dilakukan perancangan model. Langkah selanjutnya akan dilakukan perancangan aplikasi. Dimana pada tahap ini akan dilakukan perancangan antarmuka tampilan aplikasi Android. Rancangan antarmuka memuat beberapa halaman seperti halaman utama, halaman upload gambar untuk deteksi, halaman tampil hasil deteksi, kemudian terdapat halaman informasi yang terdiri dari 2 halaman, yang pertama ada halaman informasi mutu biji kopi berdasarkan SNI dan kemudian *defect* dan mutu biji kopi berdasarkan SNI.



Gambar 7. Mockup Aplikasi

2.5 PENGUJIAN APLIKASI

Pengujian yang dilakukan adalah *Confusion matrix* dan uji analisis. *Confusion matrix* adalah Model evaluasi untuk mengukur kinerja algoritma klasifikasi. Model ini menunjukkan perbandingan antara hasil klasifikasi yang dilakukan model dengan data sebenarnya dalam bentuk tabel matriks[14]. Dan uji pengguna merupakan pengujian terhadap *fungsi* terhadap aplikasi dengan menggunakan *smartphone* yang memiliki spesifikasi yang berbeda dari setiap *smartphone* itu sendiri.

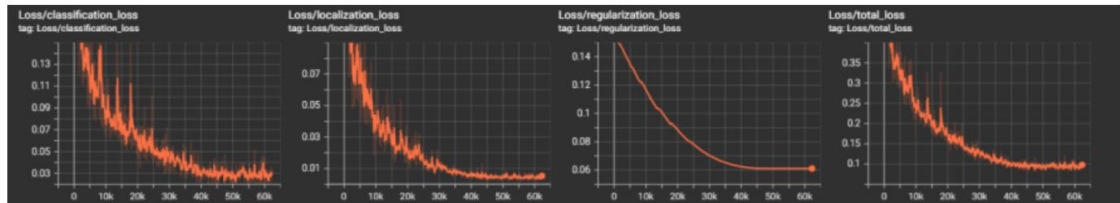
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 HASIL TRAINING MODEL

Setelah proses *training* selesai, terdapat beberapa *hyperparameter* terkait model yang dapat diketahui seperti *loss* dan *learning*. Terdapat juga sebuah *mAP* (*Mean Average Precision*) yang menghitung persentasi akurasi yang didapat dari model yang sudah dilatih. Informasinya seperti berikut:

i) *Loss*

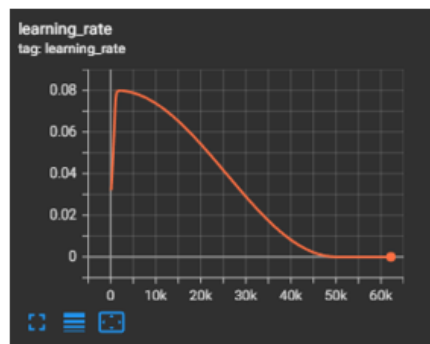
Loss dapat diartikan sebagai kesalahan prediksi yang dilakukan pada saat proses pelatihan. Dalam penelitian ini terbagi tiga *loss* yaitu: *localization loss*, *regulation loss*, dan *total_loss*. Dalam tiap *steps* yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 7 berikut.



Gambar 8. *Loss*

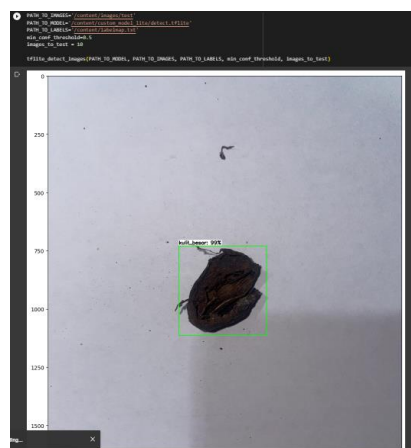
ii) *Learning Rate*

Learning rate merupakan salah satu dari *hyperparameter* yang digunakan untuk menghitung nilai koreksi bobot pada waktu proses pelatihan. Nilai *learning rate* pada penelitian ini ada di rentang 0.799 sampai 0, yang dimana menandakan bahwa semakin lama proses training, maka proses model untuk mempelajari data sudah tidak ada lagi dikarenakan kesalahan yang terjadi kecil.



Gambar 9. *Learning Rate*

Kemudian dilakukan testing terhadap model yang sudah dilatih, testing akan menggunakan dataset yang sudah dibagi sebelumnya, yaitu sebanyak 250 gambar dan validasi sebanyak 248 gambar.



Gambar 10. *Testing Model*

3.2 HASIL APLIKASI

Adapun hasil dari aplikasi yang dibangun ada beberapa halaman, yaitu halaman utama, halaman deteksi, halaman informasi SNI dan halaman informasi *defect*. Dapat dilihat pada Gambar 8 untuk tampilan aplikasi.

Dan hasil matrik evaluasi dapat dilihat pada gambar 11.

Nama Kelas	TP	FP	Total Deteksi	Precision	Recall	IoU
hitam	8	0	8	1.00	1.00	1.00
hitam_pecah	8	0	8	1.00	1.00	1.00
hitam_sebagian	8	3	11	0.73	1.00	0.73
coklat	9	1	10	0.90	1.00	0.90
pecah	11	0	11	1.00	1.00	1.00
lubang_satu	6	0	6	1.00	0.55	0.55
ang_lebih_dari_s:	8	1	9	0.89	0.73	0.67
biji_tanduk	8	0	8	1.00	1.00	1.00
ulit_tanduk_besa	10	2	12	0.83	1.00	0.83
ulit_tanduk_sedar	7	0	7	1.00	1.00	1.00
kulit_tanduk_kecil	5	0	5	1.00	1.00	1.00
gelondong	8	0	8	1.00	1.00	1.00
kulit_besar	11	0	11	1.00	1.00	1.00
kulit_sedang	12	1	13	0.92	1.00	0.92
kulit_kecil	6	0	6	1.00	1.00	1.00
muda	13	0	13	1.00	1.00	1.00
batu_besar	13	1	14	0.93	0.93	0.87
batu_sedang	10	1	11	0.91	0.91	0.83
batu_kecil	9	1	10	0.90	0.90	0.82
ranting_besar	11	0	11	1.00	1.00	1.00
ranting_sedang	12	0	12	1.00	1.00	1.00
ranting_kecil	10	2	12	0.83	1.00	0.83
tanah_besar	9	0	9	1.00	1.00	1.00
tanah_sedang	10	0	10	1.00	1.00	1.00
tanah_kecil	17	4	21	0.81	1.00	0.81
nothingness	0	0	0	0.00	0.00	0.00

Gambar 15. Metric Evaluation

Dari gambar 14 didapatkan rata-rata nilai precision dan recall sama. Ini menunjukkan bahwa model rata-rata dapat memprediksi dengan benar. Kemudian dari Gambar 14 di atas didapatkan bahwa rata-rata akurasi ialah sebesar:

$$Accuracy = \frac{239}{273} * 100 = 87\%$$

$$Precision = \frac{23,65}{25} * 100 = 94\%$$

$$Recall = \frac{24,02}{25} * 100 = 96\%$$

$$IoU = \frac{22,67}{25} * 100 = 90\%$$

3.3.2 Penguji pada Pengguna

Pengujian pada pengguna akan dilakukan dengan menggunakan beberapa aspek parameter, yaitu tingkat kecahayaan, latar belakang, jarak objek dengan kamera, dan juga durasi aplikasi untuk mendeteksi masukan pengguna. Pengujian akan dilakukan sebanyak 5 kali dengan jarak 10 cm, 12.5 cm, dan 15 cm. Jarak 10 cm dipilih sebagai jarak terdekat untuk pengujian karena pada jarak ini penulis ingin memastikan bahwa kamera masih dapat mendeteksi objek dengan cukup jelas, kemudian jarak 12,5 cm dilakukan untuk memastikan deteksi yang cukup baik pada jarak yang lebih umum digunakan untuk memastikan jarak ini apakah memberikan hasil yang konsisten, dan jarak 15 cm dipilih untuk memastikan apakah kamera masih bisa mengenali objek meskipun objek berada di jarak yang lebih jauh dan mencakup objek yang lebih banyak. Lalu untuk tingkat kecahayaan dengan menggunakan cahaya tambahan (*flash*) dan tidak ada cahaya tambahan, serta latar belakang hitam dan putih. Berikut ditampilkan spesifikasi *smartphone* yang digunakan untuk pengujian:

Tabel 1. Spesifikasi *smartphone*

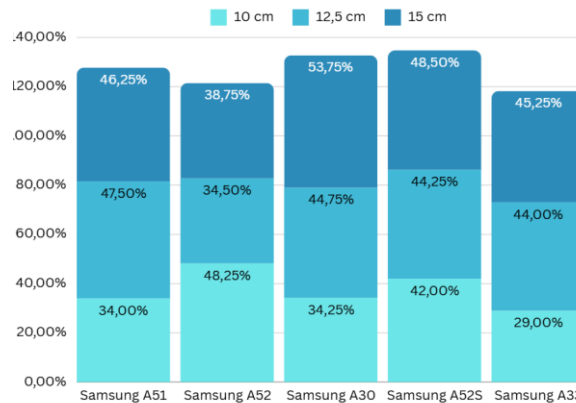
<i>Smartphone</i>	Resolusi Kamera (MP)	Aperture	Memory (GB)
Samsung A51	48 MP	f/2.0	256 GB
Samsung A52	64 MP	f/1.8	128 GB
Samsung A30	16 MP	f/1.7	64 GB
Samsung A52S	64 MP	f/1.8	128 GB
Samsung A33	48 MP	f/1.8	128 GB

Jarak terdekat dengan objek yang diambil adalah 10 cm dengan kamera *smartphone* dikarenakan jika dibawah dari 10 cm, maka bentuk dari jenis yang memiliki kriteria kecil, sedang, ataupun besar akan sulit untuk dideteksi. Jarak 15 cm adalah jarak maksimal objek yang diambil dengan kamera *smartphone* dikarenakan akan sulit untuk mendeteksi objek dengan kriteria kecil, sedang, ataupun besar. Dari hasil pengujian diatas, didapatkan rata-rata akurasi adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Rata-Rata hasil pengujian

Smartphone	Jarak			Rata-rata akurasi
	10 cm	12,5 cm	15 cm	
Samsung A51	34%	47,5%	46,25%	42,5%
Samsung A52	48,25%	34,5%	38,75%	40,5%
Samsung A30	34,25%	44,75%	53,75%	44,25%
Samsung A52S	42%	44,25%	48,5%	45%
Samsung A33	29%	44%	45,25%	39,41%
Rata-rata	37,5%	43%	46,25%	42,25%

Untuk memudahkan dalam melihat data jarak dari tiap smartphone dapat diilustrasikan pada gambar berikut ini.



Gambar 16. Grafik perbandingan jarak tiap smartphone

Kemudian didapatkan juga rata-rata waktu yang digunakan untuk aplikasi melakukan proses deteksi adalah 4 – 5 detik, kecuali pada satu smartphone meskipun mendapatkan nilai akurasi yang tinggi dalam deteksi tetapi membutuhkan waktu yang lebih lama. Untuk rata-rata dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Rata-rata hasil waktu deteksi

Smartphone	Rata-rata waktu (detik)
Samsung A51	4 detik
Samsung A52	5 detik
Samsung A30	39 detik
Samsung A52S	5 detik
Samsung A33	4 detik

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa model deteksi memiliki performa yang positif terhadap data *training* model. Dapat dilihat dari total hasil metrik-metrik presisi sebesar 94% yang mengindikasikan mayoritas objek benar-benar positif, recall 96% dari total objek positif yang sebenarnya ada dalam data, serta IoU sebesar 90% yang menggambarkan tingkat kesesuaian antara objek aktual dengan objek yang dideteksi dan untuk pengujian jarak yang terbaik untuk melakukan deteksi adalah 15 cm. Semakin dekat jarak objek dengan kamera, maka hasil akurasi yang didapatkan rendah. Resolusi dan memori *smartphone* mempengaruhi akurasi dan proses durasi deteksi. Semakin dekat objek dengan kamera maka gambar akan menjadi buram dan semakin jauh jarak objek, yaitu melebihi 15 cm dari kamera maka objek akan makin sulit untuk dikenali sehingga akan mempengaruhi hasil dan durasi deteksi. Proses pemrosesan gambar pada setiap *smartphone* juga berpengaruh terhadap hasil deteksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Industri Kopi di Indonesia - Analisis Produksi, Ekspor & Konsumsi | Indonesia Investments,” <https://www.indonesia-investments.com/id/bisnis/komoditas/kopi/item186>. Accessed: Nov. 21, 2024. [Online]. Available: <https://www.indonesia-investments.com/id/bisnis/komoditas/kopi/item186>

- [2] Kemenperin, “Kemenperin: Industri Pengolahan Kopi Semakin Prospektif,” [Kemenperin.Go.Id](https://kemenperin.go.id/artikel/21117/Industri-Pengolahan-Kopi-Semakin-Prospektif). Accessed: Nov. 21, 2024. [Online]. Available: <https://kemenperin.go.id/artikel/21117/Industri-Pengolahan-Kopi-Semakin-Prospektif>
- [3] B. M. Elliot, “Proses Pengolahan Biji Kopi: Perjalanan dari Biji hingga Kopi yang Nikmat - Sajian Kopi,” <https://sajiankopi.com/proses-pengolahan-biji-kopi-perjalanan-dari-biji-hingga-kopi-yang-nikmat/>. Accessed: Nov. 21, 2024. [Online]. Available: <https://sajiankopi.com/proses-pengolahan-biji-kopi-perjalanan-dari-biji-hingga-kopi-yang-nikmat/>
- [4] M. W. A. Kesiman and I. Sulaiman, *Semi-automatic Ground Truth Image Construction for Coffee Bean Defects Classification Based on SNI 01-2907-2008*, vol. 1. Atlantis Press International BV, 2023. doi: 10.2991/978-94-6463-122-7_43.
- [5] “Standar Nasional Indonesia (SNI) Biji Kopi: SNI 01-2907- 2008 - Coffee & Cacao Training Center.” Accessed: Nov. 21, 2024. [Online]. Available: <https://www.cctcid.com/2018/08/14/standar-nasional-indonesia-sni-sni-01-2907-1999/>
- [6] R. Sistem, P. Citra, B. Jagung, T. Elektro, P. Magister, and U. Gunadarma, “Penerapan Convolutional Neural Network Deep Learning dalam,” *Jurnal Resti*, vol. 1, no. 10, pp. 265–271, 2021.
- [7] M. I. I. Fata and D. Avianto, “Penerapan Metode Naive Bayes pada Sistem Klasifikasi Kualitas Biji Kopi Robusta,” *Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika dan Komunikasi*, vol. 5, no. 1, pp. 512–524, 2024, doi: 10.35870/jimik.v5i1.515.
- [8] U. UNGKAWA and G. AL HAKIM, “Klasifikasi Warna pada Kematangan Buah Kopi Kuning menggunakan Metode CNN Inception V3,” *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 11, no. 3, p. 731, 2023, doi: 10.26760/elkomika.v11i3.731.
- [9] I. Alfiantama, M. I. Kresnawan, and A. P. Handoko, “Klasifikasi Tingkat Roasting Biji Kopi Dengan Metode CNN,” *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Dan Sains Tahun 2024*, vol. 3, pp. 285–290, 2024.
- [10] M. T. Hidayat, P. E. P. Utomo, and B. F. Hutabarat, “Implementasi Model Terlatih CNN pada Aplikasi Android Pendeteksi Jenis Kopi dengan Input Foto Biji, Buah dan Daun,” *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 15(1), no. 1, pp. 42–52, 2024.
- [11] Kamil Fadli, “Pengolahan Citra Digital Menggunakan Metode Yolo Untuk Mendeteksi Kualitas Dari Biji Kopi Berbasis Android,” *Jurnal Artificial Intelligent dan Sistem Penunjang Keputusan*, vol. 1, no. 1, pp. 120–125, 2023.
- [12] G. A. Pratama, E. Y. Puspaningrum, and H. Maulana, “Convolutional Neural Network Dan Faster Region Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Kualitas Biji Kopi Arabika,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3, Aug. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4887.
- [13] I. Nihayatul Husna, M. Ulum, A. Kurniawan Saputro, D. Tri Laksono, and D. Neipa Purnamasari, “Rancang Bangun Sistem Deteksi Dan Perhitungan Jumlah Orang Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN),” *Seminar Nasional Fortei Regional*, vol. 7, pp. 1–6, 2022.
- [14] Adi Nugroho, Agustinus Bimo Gumelar, Adri Gabriel Sooai, Dyana Sarvasti, and Paul L Tahalele, “Perbandingan Performansi Kinerja Algoritma Pengklasifikasian Terpandu Untuk Kasus Penyakit Kardiovaskular,” *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 4, no. 5, pp. 998–1006, 2020, doi: 10.29207/resti.v4i5.2316.