

Analisis Efektivitas Papan Reklame Berbasis IoT dengan Metode Faster R-CNN

Adventus Naibaho¹, Kamarudin Kamarudin^{2*}, Indra Hardian¹, Diono Diono¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Prodi Teknik Mekatronika, Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

²Jurusan Teknik Elektro, Prodi Teknik Instrumentasi, Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

*Email: kamarudin@polibatam.ac.id

Received on 22-04-2025 | Revised on 22-04-2025 | Accepted on 25-06-2025

Abstrak—Papan reklame merupakan media untuk mempublikasikan produk atau jasa, namun efektivitasnya sulit diukur karena tidak diketahui jumlah orang yang melihatnya. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem berbasis metode Faster R-CNN untuk mendeteksi jumlah *viewers* papan reklame. Sistem ini bertujuan membantu pemakai jasa iklan dalam menilai efektivitas pemasangan iklan serta memberi nilai tambah bagi penyedia jasa dengan menyediakan data jumlah *viewers* sebagai daya tarik layanan. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mendeteksi wajah dengan akurasi 56,74%, motor 76,47%, dan mobil 93,94%. Beberapa faktor yang mempengaruhi akurasi deteksi antara lain pencahayaan, jarak, resolusi kamera, serta kesesuaian dataset dengan lingkungan implementasi. Dengan adanya sistem ini, pemakai jasa dapat menentukan lokasi pemasangan iklan yang lebih strategis berdasarkan data *real-time*, sementara penyedia jasa dapat meningkatkan daya tarik layanan pemasangan iklan dengan data jumlah *viewers* sebagai nilai jual. Teknologi ini diharapkan mampu meningkatkan efektivitas pemasaran melalui papan reklame secara lebih akurat, efisien, dan terukur.

Kata Kunci: *Deep learning*, Faster R-CNN, Iklan, Papan reklame.

Abstract—Billboards are an effective medium for advertising products or services, but their impact is difficult to measure as the number of viewers remains unknown. To address this issue, this study develops a system using the Faster R-CNN method to detect and count billboard viewers. This system helps advertisers assess the effectiveness of billboard placements while providing added value for service providers by offering viewer data as a selling point. Test results show that the system can detect faces with 56,74% accuracy, motorcycles with 76,47%, and cars with 93,94%. Several factors influence detection accuracy, including lighting conditions, distance, camera resolution, and dataset suitability for real-world implementation. By utilizing this system, advertisers can make data driven decisions to optimize billboard placement, while service providers can enhance their advertising services using viewer data as a competitive advantage. This technology is expected to improve the accuracy, efficiency, and measurability of billboard-based marketing.

Keywords: Advertisement, Billboard, Deep learning, Faster R-CNN.

I. PENDAHULUAN

PEMASARAN suatu produk atau jasa biasanya dilakukan dengan membuat sebuah iklan melalui media elektronik seperti televisi dan sosial media, tidak hanya itu pemasangan iklan juga dapat dilakukan melalui media konvensional seperti papan reklame, baliho dan juga poster. Papan reklame merupakan salah satu media pemasaran luar ruangan yang masih memiliki fungsi vital di era yang serba digital [1]. Pemasaran iklan melalui sosial media juga tidak dapat dipandang sebelah mata, dari segi peluang pemasaran digital sangat besar peluangnya untuk mendapatkan konsumen melalui Internet sehingga dunia usaha bisa tumbuh dan berkembang. Sedangkan dari tantangan, dunia usaha harus menyiapkan diri dalam bertransformasi ke pemasaran digital seperti segi finansial, strategi dan sumber daya yang mumpuni [2]. Pada sosial media saat ini sedang terjadi fenomena *endorsement* yaitu perilaku melakukan promosi terhadap produk melalui konten digital di akun sosial media orang yang sedang terkenal, yang mana tentunya akan lebih efektif dibandingkan dengan pemasangan iklan pada papan reklame, selain harganya yang sesuai dengan *engagement* atau daya tarik konten, sosial media juga menyediakan fitur untuk mengetahui jumlah orang yang melihat dan menikmati konten promosi tersebut [3].

Berdasarkan pemaparan diatas dibutuhkan sebuah teknologi yang dapat mengidentifikasi seberapa efektifnya sebuah iklan yang dipasang pada papan reklame di suatu lokasi tertentu agar pemakai jasa iklan dapat memaksimalkan penjualan produk maupun publikasi informasi penting oleh suatu instansi swasta atau pemerintahan. Teknologi tersebut pernah dikerjakan oleh wang dkk, dimana dalam penelitiannya Wang dkk membuat sebuah alat untuk mendeteksi efisiensi dari target pemirsa iklan papan reklame berdasarkan keramaian kendaraan yang melintasi suatu wilayah [4]. Pada program ini Teknologi tersebut dapat diwujudkan dengan menggunakan metode Faster R-CNN sebagai bagian dari kerangka kerja *Deep Learning* untuk melakukan pendeteksian wajah pemirsa iklan dan kepadatan lalu lintas yang terintegrasi dengan aplikasi web [5].

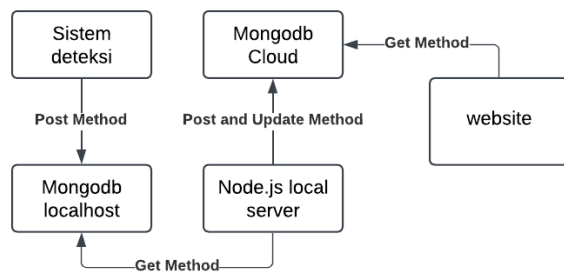
Penggunaan tensorflow dapat membantu untuk memaksimalkan proses pelatihan model dataset, yang mana dalam pelatihan model menggunakan metode Faster R-CNN akan sangat rumit dan memakan banyak waktu jika dikerjakan

kode programnya dari dasar sehingga proses pelatihan tidak berjalan secara efisien, tensorflow memungkinkan untuk menggunakan *pretrained models* untuk mempercepat proses *training* dengan tujuan mendapatkan akurasi yang tinggi [6]. Keras memudahkan pengembang dengan tidak terlibat pada detail teknis yang rumit, *library* ini menyediakan fitur yang digunakan dengan fokus lebih dalam tentang *deep learning* [7]. Fungsi OpenCV sebagai pembanding deteksi data antara hasil *deep learning* dan deteksi objek secara *realtime* yang tertangkap oleh kamera [8].

Untuk dapat menampilkan data hasil deteksi wajah serta media interaksi antara *customer* dan penyedia jasa iklan, peneliti membuat aplikasi *website* yang menggunakan MERN *Stack*, kelebihan menggunakan MERN *Stack* adalah kita hanya menggunakan Bahasa pemrograman JavaScript untuk siklus pengembangan *website* dari *frontend* sampai ke *backend* [9]. MongoDB sangat efektif digunakan pada penelitian ini karena MongoDB dapat digunakan sebagai jembatan komunikasi antara aplikasi *website* dan juga sistem deteksi objek secara *realtime*, pada penelitian ini MongoDB juga digunakan sebagaimana fungsi utamanya untuk menyimpan semua data-data hasil deteksi, pengguna *website*, dan daftar papan reklame beserta rinciannya, format dokumen MongoDB adalah (JSON) yang berbasis *cloud* [10].

II. METODE

A. Perancangan Sistem Komunikasi

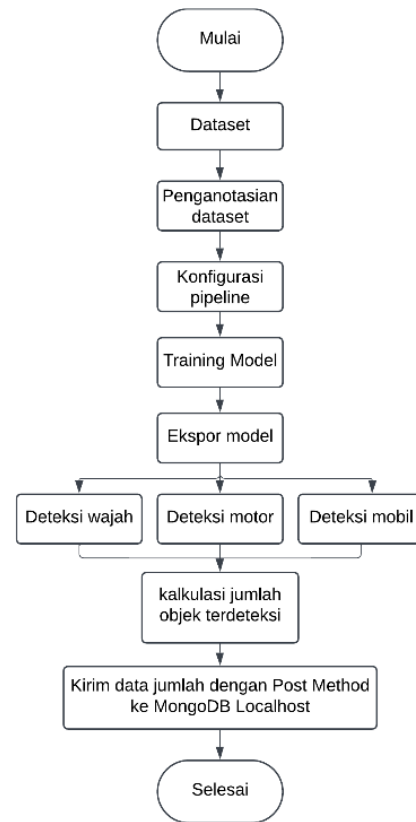


Gambar 1. Blok diagram sistem komunikasi

Gambar 1 merupakan sistem komunikasi yang dirancang pada penelitian ini menggunakan database MongoDB. Penggunaan MongoDB dipilih karena dengan ini proses pengiriman data menjadi lebih cepat dan efektif karena selain mengirimkan data juga dapat menyimpan data. Pada sistem komunikasi yang dirancang terdapat dua database MongoDB, sistem deteksi mengirimkan data hasil deteksi ke MongoDB *localhost* untuk mengantisipasi terjadinya penurunan fps pada sistem deteksi. Jika sistem deteksi mengirimkan data langsung ke MongoDB *cloud* maka proses deteksi akan lebih berat karena harus mengirimkan data dengan koneksi internet sehingga terjadi *delay* yang menyebabkan penurunan fps pada saat deteksi objek.

MongoDB sudah terbukti lebih baik dibandingkan dengan MySQL dalam segi performa latensi dan juga beban kerja serta jumlah sensor yang terhubung, sehingga cocok digunakan dalam perangkat IoT yang memiliki latensi rendah dan memiliki banyak sensor [11].

B. Perancangan Sistem Deteksi



Gambar 2. Diagram alir perancangan sistem deteksi

Perancangan sistem deteksi wajah pada penelitian ini menggunakan metode Faster R-CNN. Faster R-CNN terdiri dari beberapa 4 bagian utama untuk membangun model Faster R-CNN diantaranya yaitu ResNet sebagai dasar model algoritma, ResNet bisa menggunakan blok residual jika ukuran data masuk dan keluar sama. Untuk ResNet-18 dan ResNet-34, setiap blok punya dua lapisan, sedangkan untuk ResNet-50 dan ResNet-101 punya tiga lapisan. Dua lapisan awal arsitektur ResNet mirip dengan GoogleNet, yaitu menggunakan konvolusi ukuran 7×7 dan *max-pooling* ukuran 3×3 dengan langkah (*stride*) sebesar 227 [12]. Setelah proses *Learning* dengan metode Faster R-CNN dilakukan maka *output* model yang dihasilkan akan digunakan dalam mendeteksi objek wajah, mobil dan motor. Titik fokus dalam proses deteksi adalah objek wajah yang mana pada konsep penghitungan *viewers*, ketika wajah tampak depan terdeteksi kamera maka jumlah *viewers* akan bertambah nilai satu dan ketika wajah tampak samping kanan atau kiri yang terdeteksi maka jumlah *viewers* tidak akan bertambah, kemudian ketika mobil atau motor terdeteksi maka data jumlah kendaraan akan bertambah. Metode *centroidtracker* digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan, algoritma ini bekerja dengan menerima koordinat *bounding box* dan kemudian menghitung titik pusat (*centroid*) dari setiap *bounding box* tersebut [13].

Penggunaan metode Faster R-CNN sangat cocok untuk dilakukan pada penelitian ini, karena dengan metode ini kordinat *bounding box* sudah secara otomatis tersimpan dan dapat ditampilkan ketika objek terdeteksi, hal ini sangat memudahkan untuk mengaplikasikan *centroidtracker* pada

sistem deteksi, berbeda halnya dengan menggunakan metode CNN biasa yang hanya dapat mendeteksi klasifikasi objek tanpa koordinat *bounding box*. Peran *bounding box* dan *centroidtracker* sangat penting untuk mendapatkan lama waktu objek terdeteksi, ketika objek dideteksi dan melalui *centroidtracker* selama lebih dari 3 detik objek terdeteksi maka sistem dapat melakukan penghitungan terhadap objek yang terdeteksi.

Pada penelitian ini terdapat dua hal yang akan menjadi parameter identifikasi keefektifan papan reklame yaitu dengan mendeteksi *viewers* papan reklame melalui proses deteksi wajah, kemudian kepadatan lalu lintas dengan mendeteksi mobil, dan motor.

C. Perancangan Sistem Interface

Sistem *interface* merupakan media penghubung antara mesin dengan manusia, pada penelitian ini sistem *interface* yang digunakan adalah sebuah aplikasi web. Untuk menghasilkan *website* dengan desain *interface* atau antarmuka yang dapat diterima pengguna dengan baik, perlu dilakukan perancangan yang baik juga [14]. Berikut ini merupakan blok diagram rancangan halaman *interface* aplikasi web yang dikembangkan.



Gambar 3. Blok diagram halaman *interface*

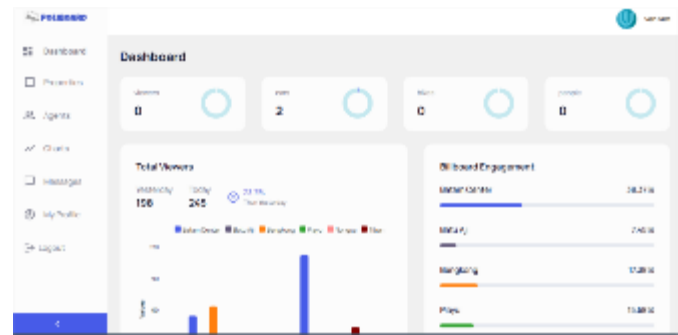
Gambar diatas merupakan proses pembuatan aplikasi web menggunakan sebuah *framework* yaitu Node.js, alasan menggunakan *framework* tersebut karena sistem kerjanya lebih cepat dan juga dapat menjalankan program pada server [15].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penggunaan Model Hasil Training Pada Sistem Deteksi

Model yang telah didapatkan setelah dataset di-*training* akan digunakan pada program deteksi menggunakan program python dengan *library* Open CV. Model berekstensi *.tflite merupakan model yang dihasilkan ketika menggunakan *library* keras yang merupakan bagian dari tensorflow untuk proses *training*. Untuk dapat menggunakan model ini maka diperlukan juga *library* tensorflow dalam program deteksi. Model keras memiliki informasi yang menyimpan koordinat *bounding box* dari suatu dataset yang dilatih. Fungsi *bounding box* adalah untuk memfilter wilayah yang mungkin mengandung objek yang ingin dideteksi, dalam kasus ini wilayah yang ingin dideteksi adalah wajah, motor, dan mobil. Untuk dapat menghitung jumlah wajah dibutuhkan juga algoritma pelacakan objek seperti *centroid tracker*, algoritma ini berfungsi melacak posisi pergerakan suatu objek terdeteksi pada setiap *frame* dengan id unik untuk setiap objek terdeteksi sehingga tidak terjadi *multi counting* pada objek yang sama. Pendeteksian wajah hanya akan dihitung ketika wajah tampak depan terdeteksi, untuk meminimalisir kesalahan penghitungan wajah maka dibuat klasifikasi untuk wajah tidak tampak depan sehingga ketika wajah tidak tampak depan terdeteksi maka wajah tersebut sebenarnya bukan merupakan wajah tampak depan yang diinginkan untuk dihitung. Peletakan kamera untuk penelitian ini diletakkan di pinggir jalan.

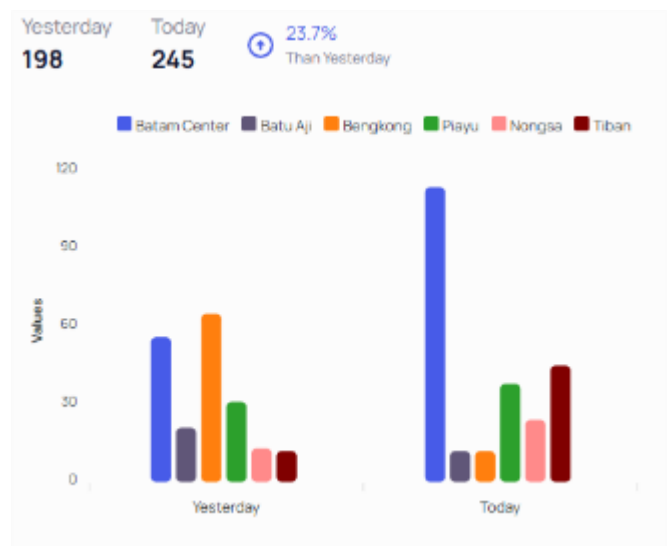
B. Penampilan Data Viewers dan Kepadatan Lalu Lintas pada Sistem Aplikasi Web



Gambar 4. Tampilan dashboard website

Pada gambar 4, sistem deteksi dinyatakan telah berhasil mendeteksi wajah tampak depan sebagai parameter *viewers* papan reklame, dan juga mendeteksi mobil atau motor sebagai parameter kepadatan lalu lintas. Ketika wajah dideteksi dan dihitung maka data tersebut secara langsung dikirimkan ke aplikasi web melalui MongoDB dengan *method Post* pada sistem deteksi dan *method Get* pada aplikasi web. Data yang ditampilkan pada web tidak hanya jumlah *viewers* secara *realtime* tetapi juga ada data perbandingan jumlah *viewers* perhari dalam bentuk angka dan grafik.

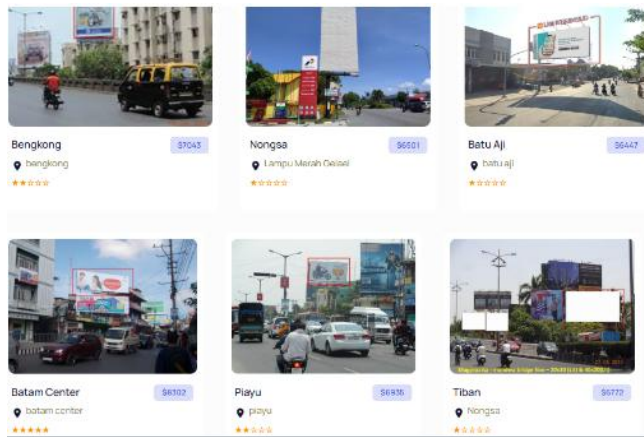
C. Penampilan Grafik dan Pengolahan Data untuk Rating Efektivitas pada Sistem Aplikasi Web



Gambar 5. Tampilan grafik pada website

Grafik akan ditampilkan berdasarkan data hasil pengitungan jumlah *viewers* dan juga kepadatan lalu lintas. Data hasil penghitungan akan diakumulasi terlebih dahulu dan dicari nilai rata-rata dari total jumlah *viewers* dan kepadatan lalu lintas per harinya seperti yang terlihat pada gambar diatas

Untuk membuat *rating* efektivitas maka standar rating efektivitas harus diatur terlebih dahulu, dalam hal ini standar yang ditetapkan adalah 25% *engagement* untuk lima bintang *rating*. *Rating* efektivitas ini akan ditampilkan pada halaman web seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 6. Tampilan papan reklame pada website

D. Pengujian Klasifikasi Objek

Pengujian klasifikasi Objek dilakukan untuk mengevaluasi model yang didapatkan dari hasil *training*. Di tahap ini gambar testing yang didapat dari dataset akan diuji sebanyak 30 gambar dan akan di hitung *confusion matrix*-nya. Berikut tabel pengujian yang dilakukan.

TABEL I
CONFUSION MATRIX MODEL KLASIFIKASI OBJEK

Objek	TP	TN	FP	FN
Tidak Tampak Depan	6	22	0	2
Wajah Tampak Depan	18	11	0	1
Mobil	6	21	4	5
Motor/sepeda	17	7	0	2
	akurasi		89%	
	Presisi		92%	
	Recall		82%	
Confusion Matrix	F1-Score		87%	

Tabel 1 merupakan data pengujian *confusion matrix* yang dapat dihitung nilai akurasinya sebesar 89%, presisi 92% , *recall* 82% dan *f-1 score* 87% . Dapat disimpulkan bahwa model yang sudah dilatih dapat melakukan fungsi deteksi objek dengan baik sehingga dapat lanjut ke tahap pengujian secara langsung terhadap sistem.

E. Pengujian Deteksi Wajah Terhadap Kondisi Cahaya

Pada tahap ini pengujian dilakukan dengan harapan sistem dapat mendeteksi wajah dengan *output bounding box*. Pengujian dilakukan dengan memperhatikan kondisi cahaya diluar ruangan dengan mengukur intensitas cahaya mengenai objek menggunakan aplikasi lux meter, untuk mendapatkan pengukuran lux meter yang akurat digunakan *diffuser* pada kamera depan *smartphone* guna menyebarkan cahaya yang masuk ke kamera *smartphone*. Berikut ini tabel pengujian deteksi wajah terhadap cahaya.

TABEL II
PENGUJIAN DENGAN INTENSITAS CAHAYA 10 LUX SAMPAI 50 LUX

	TP	TN	FP	FN	Akurasi	Presisi
Wajah Tampak Depan	3	1	5	2	36%	38%
Tidak Tampak Depan	1	3	7	2	31%	13%

Tabel II merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan melakukan percobaan terhadap intensitas cahaya di dalam ruangan sebesar 10-50 lux, cahaya yang didapatkan hanya berasal dari lampu ruangan. Data yang didapatkan menunjukkan bahwa penerapan sistem yang dilakukan pada intensitas cahaya di rentang 10-50 lux tidak efektif digunakan dalam mendeteksi wajah. Akurasi yang didapatkan dari pengujian untuk kedua kelas wajah sangat buruk dibawah 40%, dalam implementasinya sistem tidak akan berfungsi jika kondisi lingkungan pendeteksian kurang cahaya / malam hari.

TABEL III
PENGUJIAN DENGAN INTENSITAS CAHAYA 200 LUX SAMPAI 400 LUX

	TP	TN	FP	FN	Akurasi	Presisi
Wajah Tampak Depan	3	2	3	7	42%	50%
Tidak Tampak Depan	2	3	1	4	38%	67%

Tabel III merupakan data pengujian deteksi objek yang dilakukan dengan kondisi intensitas cahaya berada pada rentang 200-400 lux didalam ruangan yang mana sumber cahaya berasal matahari pagi yang masuk melalui jendela. Data yang ditampilkan menunjukkan kecenderungan sistem gagal mendeteksi objek klasifikasi wajah dengan minimnya pasokan cahaya. Akurasi yang didapatkan pada tahap ini kurang dari 50% yang artinya sistem gagal mendeteksi objek dengan cahaya matahari di dalam ruangan.

TABEL IV
PENGUJIAN DENGAN INTENSITAS CAHAYA 400 LUX SAMPAI 700 LUX

	TP	TN	FP	FN	Akurasi	Presisi
Wajah Tampak Depan	4	3	3	3	54%	57%
Tidak Tampak Depan	3	4	2	5	50%	60%

Tabel IV menunjukkan data pengujian deteksi wajah di luar ruangan saat pagi hari. Cahaya yang didapatkan sebesar 400-700 lux, dengan kondisi ini sistem dapat mendeteksi objek dengan akurasi sebesar 50% - 55% dan presisi antara 55% - 60%, dengan hasil ini dapat dikatakan bahwa sistem dapat berfungsi dengan cukup baik ketika kondisi cahaya sedikit terang di pagi hari.

TABEL V
PENGUJIAN DENGAN INTENSITAS CAHAYA 1000 LUX SAMPAI 1500 LUX

	TP	TN	FP	FN	Akurasi	Presisi
Wajah Tampak Depan	8	7	2	0	88%	80%
Tidak Tampak Depan	7	8	1	2	83%	88%

Tabel V merupakan data pengujian deteksi wajah yang dilakukan di luar ruangan dengan intensitas cahaya berkisar antara 1000-1500 lux. Sistem dapat dengan baik melakukan deteksi objek wajah hingga tingkat akurasi mencapai 80% - 90%. Pada saat pengujian posisi objek wajah tidak membelakangi asal arah cahaya datang, sehingga kamera dapat dengan jelas mendeteksi wajah tanpa kehilangan fokus akibat intensitas cahaya latar belakang objek lebih besar dari pada cahaya yang diterima oleh objek. Pada pengujian ini didapatkan kesimpulan bahwa meskipun intensitas cahaya lingkungan

besar tetapi jika objek membelakangi arah datangnya cahaya maka akurasi akan menurun dan bahkan tidak dapat mendeteksi objek sama sekali.

TABEL VI

PENGUJIAN DENGAN INTENSITAS CAHAYA 1500 LUX SAMPAI 2100 LUX

	TP	TN	FP	FN	Akurasi	Presisi
Wajah Tampak Depan	9	6	1	0	94%	90%
Tidak Tampak Depan	8	10	1	1	90%	89%

Pada tabel VI akurasi deteksi yang didapatkan sebesar 90% - 94% dengan kondisi intensitas cahaya sebesar 1500-2100 lux di luar ruangan. Kondisi lingkungan saat pengujian dilakukan pada siang hari dengan cuaca yang cerah. Dengan kondisi ini sistem dapat dengan baik mendeteksi objek wajah. Selanjutnya setelah didapatkan kondisi cahaya yang optimal untuk mendeteksi objek wajah maka dapat dilakukan pengujian sistem deteksi wajah terhadap Jarak.

F. Pengujian Deteksi Wajah Terhadap Jarak

Pada tahap ini pengujian dilakukan dengan tujuan agar dapat mengetahui jarak yang optimal untuk sistem dapat mendeteksi wajah. Jarak yang akan diuji dalam rentang 1–8-meter dengan interval jarak 1-meter terhadap kamera. kondisi cahaya saat pengujian jarak dilakukan saat intensitas cahaya berkisar 1500 – 2100 lux.

TABEL VII

PENGUJIAN DETEKSI WAJAH TERHADAP JARAK

		(*)Wajah Tampak Depan	Tidak Tampak Depan	Akurasi	Presisi
1 Meter	TP	10	10	*100%	*100%
	TN	10	10		
	FP	0	0	100%	100%
	FN	0	0		
2 Meter	TP	10	10	*100%	*100%
	TN	10	10		
	FP	0	0	100%	100%
	FN	0	0		
3 Meter	TP	10	10	*100%	*100%
	TN	10	10		
	FP	0	0	100%	100%
	FN	0	0		
4 Meter	TP	10	8	*100%	*100%
	TN	8	10		
	FP	0	0	90%	100%
	FN	0	2		
5 Meter	TP	8	5	*87%	*100%
	TN	5	8		
	FP	0	0	72%	100%
	FN	2	5		
6 Meter	TP	6	4	*67%	*85%
	TN	2	6		
	FP	1	2	62%	66%
	FN	3	4		
7 Meter	TP	1	0	*11%	*33%
	TN	0	1		
	FP	3	3	9%	0%
	FN	6	7		
8 Meter	TP	0	0	*0%	*0%
	TN	0	0		
	FP	0	0		
	FN	10	10	0%	0%

Tabel VII merupakan data hasil pengujian yang dilakukan dengan percobaan 10 kali pada setiap interval jarak 1 meter. Untuk mengevaluasi nilai *confusion matrix* objek akan memasuki *frame* tangkap kamera dan keluar sebanyak sepuluh

kali, lalu di tentukan nilai TP, TN, FP, dan FN berdasarkan output yang dihasilkan sistem. Ketika sistem berhasil memprediksi objek sesuai dengan objek aktual maka nilai TP bertambah 1, ketika sistem salah memprediksi objek aktual maka nilai FN bertambah 1, ketika sistem tidak dapat memprediksi objek aktual yang ada dalam *frame* maka nilai FP bertambah 1, selanjutnya nilai TN didapatkan ketika sistem meprediksi dengan benar objek lain. Dari tabel diatas jarak optimal untuk mendeteksi objek wajah adalah 6 meter dengan akurasi yang dihasilkan sebesar 67% untuk kelas wajah tampak depan dan 62% untuk kelas wajah tidak tampak depan. Selain faktor cahaya, jarak objek yang semakin mendekat kearah kamera pada saat pengujian langsung juga mempengaruhi akurasi deteksi objek sehingga terlihat perbedaan akurasi deteksi antara objek diam dan bergerak.

G. Pengujian Deteksi Mobil dan Motor Terhadap Jarak

Tabel VIII dibawah merupakan data hasil pengujian yang dilakukan dengan mendeteksi objek kendaraan seperti mobil dan motor. Pengujian dilakukan pada siang hari dengan intensitas cahaya sebesar 1500 – 2100 lux.

TABEL VIII

PENGUJIAN DETEKSI KENDARAAN TERHADAP JARAK

		(*)Mobil	Motor	Akurasi	Presisi
4 Meter	TP	10	10	*100%	*100%
	TN	10	10		
	FP	0	0	100%	100%
	FN	0	0		
8 Meter	TP	10	10	*100%	*100%
	TN	10	10		
	FP	0	0	100%	100%
	FN	0	0		
12 Meter	TP	10	10	*100%	*100%
	TN	10	10		
	FP	0	0	100%	100%
	FN	0	0		
16 Meter	TP	10	8	*100%	*100%
	TN	8	10		
	FP	0	0	90%	100%
	FN	0	0		
20 Meter	TP	10	8	*100%	*100%
	TN	8	10		
	FP	0	0	90%	100%
	FN	0	2		
24 Meter	TP	10	6	*100%	*100%
	TN	6	10		
	FP	0	0	80%	100%
	FN	0	4		
27 Meter	TP	8	5	*87%	*100%
	TN	5	8		
	FP	0	0	72%	100%
	FN	2	5		
30 Meter	TP	7	3	*77%	*100%
	TN	3	7		
	FP	0	0	59%	100%
	FN	3	7		

Dari data pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa sistem dapat dengan baik mendeteksi objek kendaraan sampai sejauh 30 meter. Objek motor merupakan kelas yang akurasi paling rendah, pada tabel diatas akurasi objek motor didapatkan sebesar 59% dengan jarak deteksi sejauh 30 meter.

H. Pengujian Sistem Deteksi Pada Objek Bergerak



Gambar 7. Posisi Kamera Pada Saat Pengujian

Pada pengujian ini sistem deteksi yang dibangun akan diuji terhadap objek bergerak sesuai dengan fungsi utama sistem deteksi yang dibangun. Pengujian dilakukan pada lokasi yang memiliki cahaya cukup, sesuai dengan pengujian sebelumnya dan banyak orang yang melintasi cakupan tangkap kamera agar didapatkan hasil pengujian yang maksimal. Pengujian ini menggunakan kamera *webcam* dengan resolusi 720p yang diletakkan pada penyangga kamera di pinggir jalan yang dilewati oleh mobil, motor, dan orang yang sedang melakukan lari sore.



Gambar 8. Tangkapan Layar Pada Saat Pengujian

Gambar 8 diatas merupakan tangkapan layar yang dilakukan saat proses pengujian dilakukan, dapat dilihat bahwa pada jarak tertentu sistem deteksi berhasil mendeteksi ketiga objek yang dijadikan parameter efektivitas papan reklame. Pada pengujian yang dilakukan didapatkan data hasil deteksi objek wajah, motor, mobil sebagai berikut:

TABLE IX
DATA PENGUJIAN SISTEM DETEKSI OBJEK BERGERAK

Objek	TP	TN	FP	Total	Akurasi
Wajah	80	35	26	141	56,74%
Motor	195	26	34	255	76,47%
Mobil	31	1	1	33	93,94%

Dapat dilihat bahwa objek wajah memiliki akurasi paling rendah yang mana dari total 141 objek wajah yang melewati cakupan tangkap kamera sistem mendeteksi 80 prediksi benar, 35 prediksi salah dan 26 objek tidak terdeteksi sebagai objek wajah sehingga akurasinya hanya 56,74%. Sementara itu untuk objek motor memiliki akurasi yang lebih tinggi sebesar 76,47% dengan total objek yang masuk cakupan tangkap kamera sebanyak 255 motor, 195 motor terprediksi benar, 26 motor

salah diprediksi dan 34 motor tidak terdeteksi oleh sistem. Selanjutnya objek mobil memiliki akurasi yang paling tinggi dengan 93,94% keberhasilan deteksi dari 33 mobil yang masuk cakupan tangkap kamera hanya 1 mobil yang terprediksi salah dan 1 mobil tidak terdeteksi.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan proses pengujian yang sudah dilakukan, sistem mampu mendeteksi objek wajah dan objek kendaraan serta dapat menampilkan data ke halaman aplikasi web. Persentase keberhasilan sistem deteksi wajah diukur sebesar 92% dengan kondisi cahaya optimal antara 1500 – 2100 lux, dengan jarak deteksi maksimal sejauh 6 meter dan tingkat keberhasilan 65% saat objek wajah yang dideteksi tidak bergerak sementara pada kondisi aktual sistem yang dibangun akurasi yang didapatkan sebesar 56,74%. Untuk deteksi kendaraan didapatkan persentase keberhasilan sistem dapat mendeteksi kelas mobil pada jarak maksimal 30 meter sebesar 77% dan 59% untuk deteksi kelas motor pada kondisi tidak bergerak namun pada kondisi aktual sistem deteksi dipinggir jalan mendapatkan akurasi yang cukup tinggi dimana untuk deteksi motor sebesar 76,47% sementara objek mobil memiliki akurasi yang tinggi yaitu sebesar 93,94%. Dalam implementasinya ditemukan bahwa objek yang semakin kecil maka akan semakin sulit dideteksi dari jarak jauh, dapat dilihat pada data pengujian sistem deteksi pada objek wajah bergerak mendekati kamera hanya memiliki akurasi sebesar 56,74% berbanding terbalik dengan mobil yang memiliki akurasi yang tinggi, selain itu faktor posisi objek deteksi terhadap arah datangnya cahaya juga sangat berpengaruh, ketika objek membelakangi cahaya kamera akan kesulitan mendeteksi objek karena objek akan terlihat lebih gelap daripada cahaya yang ditangkap kamera. Maka dari itu penempatan posisi kamera wajib membelakangi arah datangnya cahaya. Dari hasil pengujian juga didapatkan kesimpulan bahwa dataset yang digunakan mempengaruhi tingkat akurasi deteksi objek, akurasi model hasil *training* dataset didapatkan sebesar 89% dan dalam implementasi aktualnya sudah cukup baik tetapi dapat ditingkatkan lagi dengan mengumpulkan dataset langsung berasal dari kondisi lingkungan yang sebenarnya, sehingga model hasil *training* dapat dengan baik mengenali objek pada implementasi sesungguhnya. Dari hasil pengujian yang diukur dapat disimpulkan bahwa metode yang digunakan untuk melakukan proses *training* dataset sudah cukup baik. Pada implementasinya dibutuhkan tingkat akurasi deteksi yang lebih tinggi lagi karena untuk dapat mendeteksi efektivitas papan reklame dibutuhkan sistem deteksi objek dengan akurasi yang tinggi sehingga nilai *error* perhitungan *viewers* dan kepadatan lalu lintas dapat diminimalisir. Dengan adanya penelitian ini teknologi AI dapat dimanfaatkan untuk mengoptimalkan pemasaran produk atau jasa konvensional menjadi lebih efektif dengan memanfaatkan data yang pasti sehingga target pemasaran lebih terukur. Penelitian ini memiliki keterbatasan jarak deteksi untuk wajah hanya optimal sejauh 6 meter, diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan jenis kamera yang lebih tinggi spesifikasinya sehingga dapat menambah jarak tangkap kamera dengan resolusi yang tinggi, kemudian dapat menggunakan dataset yang aktual sesuai dengan lingkungan deteksi objek.

REFERENSI

- [1] A. A. Wibowo and P. Ardianto, "Iconology Analysis in Advertising Design, Case Study Go-Jek Billboard Advertising: Series 'Mager Tanpa Laper' in Yogyakarta-Indonesia," *Int. J. Vis. Perform. Arts*, vol. 2, no. 1, pp. 8–14, 2020, doi: 10.31763/viperarts.v2i1.57.
- [2] D. Hendarsyah, "Pemasaran digital dalam kewirausahaan," *J. Ilm. Ekon. Kita*, vol. 9, no. 1, pp. 25–43, 2020.
- [3] I. R. Kusumasari, A. D. Mahendrawan, and Y. B. Kusuma, "LIVE STREAMING TO IMPULSE BUYING SHOPEE USERS IN," *Journal, Indones. Interdiscip. Econ. Sharia*, vol. 8, no. 2, pp. 3268–3279, 2025.
- [4] L. Wang, Z. Yu, D. Yang, H. Ma, and H. Sheng, "Efficiently targeted billboard advertising using crowdsensing vehicle trajectory data," *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 16, no. 2, pp. 1058–1066, 2020, doi: 10.1109/TII.2019.2891258.
- [5] M. Arsal, B. Agus Wardijono, and D. Anggraini, "Face Recognition Untuk Akses Pegawai Bank Menggunakan Deep Learning Dengan Metode CNN," *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 6, no. 1, pp. 55–63, 2020, doi: 10.25077/teknosi.v6i1.2020.55-63.
- [6] R. H. Alfikri, M. S. Utomo, H. Februriyanti, and E. Nurwahyudi, "Pembangunan Aplikasi Penerjemah Bahasa Isyarat Dengan Metode Cnn Berbasis Android," *J. Teknoinfo*, vol. 16, no. 2, p. 183, 2022, doi: 10.33365/jti.v16i2.1752.
- [7] Ekojono, Faisal Rahutomo, and D. N. Sari, "Implementasi Library Deep Learning Keras pada Sistem Ujian Essay Online," *J. Inform. Polinema*, vol. 6, no. 2, pp. 73–79, 2020, doi: 10.33795/jip.v6i2.303.
- [8] A. Pradana *et al.*, "Design and development of an over-dimension estimation device using the yolo algorithm and opencv," vol. 5, no. 2, pp. 189–202, 2024.
- [9] D. Gunawan *et al.*, "Implementasi MERN Stack pada Pengembangan Sistem Penerimaan Peserta Didik Baru," *Swabumi*, vol. 11, no. 2, pp. 102–110, 2023, doi: 10.31294/swabumi.v11i2.15965.
- [10] M. Sanjaya and P. R. N. Saputra, "Pemanfaatan Nextjs Dan MongoDB Dalam Sistem Informasi Web Manajemen Data Beras Pada Ud Sri Utami," *Inf. Syst. Educ. Prof. J. Inf. Syst.*, vol. 8, no. 1, p. 25, 2023, doi: 10.51211/isbi.v8i1.2414.
- [11] M. M. Eyada, W. Saber, M. M. El Genidy, and F. Amer, "Performance Evaluation of IoT Data Management Using MongoDB Versus MySQL Databases in Different Cloud Environments," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 110656–110668, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3002164.
- [12] D. Sarwinda, R. H. Paradisa, A. Bustamam, and P. Anggia, "Deep Learning in Image Classification using Residual Network (ResNet) Variants for Detection of Colorectal Cancer," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 179, no. 2019, pp. 423–431, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2021.01.025.
- [13] S. Ali, A. Jalal, M. H. Alatiyyah, K. Alnowaiser, and J. Park, "Vehicle Detection and Tracking in UAV Imagery via YOLOv3 and Kalman Filter Vehicle Detection and Tracking in UAV Imagery via YOLOv3 and Kalman Filter," *Comput. Mater. Contin.*, vol. 76, no. 1, pp. 1250–1265, 2023, doi: 10.32604/cmc.2023.038114.
- [14] A. N. Pramudhita, P. P. Arhandi, and F. B. Sukmadewi, "Perancangan User Interface Sistem Informasi Alumni Menggunakan Metode Webuse Dan User Centered Design," *J. Teknol. Inf. dan Terap.*, vol. 9, no. 1, pp. 29–36, 2022, doi: 10.25047/jtit.v9i1.266.
- [15] I. Abadi and A. Ginanjar, "Implementasi Analisis Sistem Online Kawasan Keselamatan Operasional Penerbangan Menggunakan Web Service Berbasis NodeJS dan Android," *J. ICT Inf. Commun. Technol.*, vol. 20, no. 1, pp. 1–8, 2021, doi: 10.36054/jict-ikmi.v20i1.148.