

YOLO v5 untuk Deteksi Nomor Kendaraan di DKI Jakarta

YOLO V5 for Vehicle Plate Detection in DKI Jakarta

REEZKY ILLMAWATI^{1*}, HUSTINAWATI²

Abstrak

Aturan ganjil genap pada pelat nomor kendaraan di DKI Jakarta bertujuan untuk mengurangi kemacetan yang terjadi di DKI Jakarta. Penerapan peraturan tersebut terkendala oleh keterbatasan fungsi pengawasan manual oleh petugas. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan mengimplementasikan sistem pendeteksian objek plat nomor dengan algoritme YOLO v5 dan proses ekstraksi karakter dengan teknologi Optical Character Recognition menggunakan Tesseract OCR. Teknologi pendeteksi objek akan mendeteksi objek berupa plat kendaraan. Metode OCR dapat mengekstraksi karakter pada plat nomor, hasil ekstraksi dapat diolah menjadi kategorisasi parameter sehingga program dapat membedakan kendaraan yang melanggar aturan dan tidak melanggar aturan secara otomatis dan lebih efektif serta meminimalisir kesalahan. Berdasarkan penelitian ini, rata-rata persentase objek yang terdeteksi pada setiap video adalah 92.38%, dan rata-rata nilai kepercayaan yang diperoleh pada deteksi objek adalah 75.55%. Tingkat keberhasilan proses ekstraksi karakter pada plat nomor adalah 95.45%, dan rata-rata proporsi menurut kategori pelat nomor yang terdeteksi adalah 97.2%. Implementasi Algoritme YOLO berhasil mendeteksi plat nomor dengan kategori ganjil dan genap pada video, sehingga dapat mendeteksi kendaraan yang melakukan pelanggaran aturan ganjil dan genap.

Kata kunci: Deteksi Objek, Ganjil-Genap, Nomor Plat Kendaraan, OCR, YOLO

Abstract

The odd-even rule on vehicle number plates in DKI Jakarta aims to reduce congestion in DKI Jakarta. The application of these regulations is constrained by the limitations of the manual supervision function by officers. This problem can be overcome by implementing intelligence in detecting number plate objects with the YOLO v5 algorithm and the character extraction process with Optical Character Recognition technology using Tesseract OCR. Object detection technology will detect objects in the form of vehicle plates. The OCR method can extract the characters on the number plate. The extraction results can be processed into parameter categorization so that the program can distinguish between vehicles that violate the rules and do not violate the rules automatically and more effectively and minimize errors. Based on this research, the average percentage of objects detected in each video is 92.38%, and the average confidence value obtained in object detection is 75.55%. The success rate of the character extraction process on number plates is 95.45%, and the average proportion according to the detected number plate category is 97.2%. The implementation of the YOLO Algorithm has succeeded in detecting license plates with odd and even categories on videos that can provide signs and save violations of vehicles that violate the odd and even rules.

Keywords: Object Detection, Odd-Even, OCR, Vehicle Plate Number, YOLO

¹ Magister Manajemen Sistem Informasi, Fakultas Perangkat Lunak Sistem Informasi, Universitas Gunadarma, Depok 16424, Jawa Barat, Indonesia

* Penulis Korespondensi: reezkyillmaa@gmail.com

² Magister Manajemen Sistem Informasi, Fakultas Perangkat Lunak Sistem Informasi, Universitas Gunadarma, Depok 16424, Jawa Barat, Indonesia

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah kendaraan di wilayah DKI Jakarta dapat menyebabkan masalah kemacetan karena pertumbuhan jalan yang tidak sebanding dengan pertumbuhan jumlah kendaraan di DKI Jakarta. Permasalahan tersebut telah menjadi pembahasan pemerintah provinsi DKI Jakarta beberapa tahun yang lalu, pembahasan tersebut ditujukan untuk mengurangi tingkat kemacetan yang terjadi di Jakarta dengan semakin tingginya jumlah kendaraan yang beroperasi, hingga pada tahun 2016 Pemprov DKI Jakarta mengeluarkan aturan ganjil-genap yang didasari oleh Peraturan Gubernur nomor 164 tahun 2016 tentang pembatasan lalu lintas dengan sistem ganjil-genap (Yori *et al.* 2018; Statistik 2021). Penerapan peraturan ganjil-genap tersebut memiliki kelemahan pada fungsi pengawasan yang saat ini masih bertumpu pada indera penglihatan petugas kepolisian di lapangan (Fadhli dan Widodo 2020). Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan melibatkan teknologi yang saat ini penerapannya sedang berkembang dengan sangat pesat yaitu teknologi kecerdasan buatan (Boucher 2020; AI 2021).

Cabang ilmu kecerdasan buatan yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah teknologi pendeteksi objek dan *Optical Character Recognition* yang berbasis pada pengolahan citra (*image processing*) (Nagitec 2020). Pendeteksi objek yang digunakan adalah dengan algoritme deteksi objek terbaru yaitu *You Only Look Once* (YOLO) v5 (Kumar 2021). Algoritme YOLO adalah algoritme pendeteksian objek dengan menerapkan metode *Single Shot Detector* (SSD) (Redmon *et al.* 2016; Sichkar dan Kolyubin 2020), yaitu melakukan pendeteksian hanya dengan satu kali proses konvolusional hingga mendapatkan objek yang terdeteksi (Jafar *et al.* 2018). Teknologi lainnya yang dapat digunakan yaitu teknologi OCR (*Optical Character Recognition*). Teknologi OCR adalah metode ekstraksi dari sebuah citra digital menjadi karakter yang dapat diolah lebih lanjut oleh komputasi digital (Bochkovskiy *et al.*).

Beberapa penelitian menyebutkan bahwa *Automatic Number Plate Recognition* (ANPR) dan OCR dapat digunakan untuk proses pengenalan nomor polisi secara otomatis yang terdapat pada kendaraan dari citra digital. Penelitian (Fauzan dan Wibowo 2021) mengimplementasi pendeteksian plat nomor kendaraan menggunakan algoritme YOLO v3 dan *Tesseract* OCR menyimpulkan bahwa plat nomor pada kendaraan di Indonesia berhasil terdeteksi dengan tingkat akurasi >70%, hasil serupa tidak ditemukan pada saat penggunaan OCR untuk mendeteksi karakter dalam plat nomor tersebut dan memiliki nilai akurasi <60%.

Penelitian (Yolo-v *et al.* 2020) mengimplementasikan pendeteksian ANPR menggunakan Algoritme YOLO v3 dapat disimpulkan bahwa pendeteksian ANPR pada plat nomor kendaraan secara *real time* menggunakan algoritme YOLO v3 berhasil dan jika terdapat pengemudi yang melakukan pelanggaran pada lampu lalu lintas maka sistem tersebut dapat memberikan peringatan kepada petugas terdekat. Penelitian (Riaz *et al.* 2020) terkait teknologi ANPR dan OCR untuk mendeteksi beberapa plat nomor kendaraan pada citra mobil menunjukkan bahwa pendeteksian plat nomor kendaraan pada citra yang memiliki resolusi rendah berhasil dengan algoritme YOLO v3 dan YOLO v4. Algoritme YOLO v4 memiliki nilai mAP yang lebih tinggi serta proses pendeteksian yang lebih cepat dibandingkan dengan algoritme YOLO v3.

Algoritme YOLO v4 memiliki ukuran *pre-trained* model data sebesar 244 MegaByte, sedangkan ukuran *pre-trained* model data pada Algoritme YOLO v5 sebesar 27 MegaByte dengan akurasi yang sama. Perbandingan tersebut cukup signifikan karena ukuran data model YOLO v5 lebih kecil 88.9% dibandingkan pendahulunya yaitu YOLO v4. Penurunan ukuran tersebut disebabkan oleh teknik *training* model data pada YOLO v5 menggunakan teknik *Mosaic Data Augmentation*, yaitu metode menggabungkan beberapa citra dalam satu iterasi saat

proses *training* model data. Perbandingan ukuran tersebut berpengaruh pada efisiensi sumberdaya pada saat proses deteksi objek berlangsung.

Berdasarkan uraian diatas, maka dalam penelitian ini dirancang sebuah program yang mampu mendeteksi plat nomor ganjil-genap kendaraan dengan mengimplementasikan proses deteksi objek dengan algoritme YOLO v5 dan OCR. Sistem akan mendeteksi plat nomor kendaraan pada file *video* kondisi lalu lintas di DKI Jakarta. Diharapkan dengan adanya program ini, pelanggaran aturan ganjil genap kendaraan dapat terdeteksi secara otomatis dan lebih efektif.

METODE

Menentukan Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini berupa rekaman video kondisi lalu lintas di Jalan Jendral Sudirman, Jakarta Pusat. Objek penelitian ini dipilih karena rekaman video pada lokasi tersebut adalah salah satu titik penerapan aturan ganjil-genap di DKI Jakarta, sehingga sesuai dengan tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendeteksi jenis plat nomor kendaraan berdasarkan kategori ganjil atau genap. Objek yang digunakan berjumlah 25 *video* dengan masing-masing durasi yaitu 1 menit dan memiliki resolusi 1080p 30fp.

Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Dataset

Dataset yang digunakan dalam melatih model YOLO v5 adalah *dataset* yang didapatkan dari situs dataset terbuka yaitu *www.kaggle.com* dengan kata kunci pencarian yaitu “*Indonesian Plate Number*” berjumlah 406 citra.

2. Data Model

Data Model yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari dataset yang telah dikumpulkan sebelumnya dan dilakukan pelatihan (*training*) dengan menggunakan pemrosesan dari algoritme YOLO v5.

3. Data Video

Data *video* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *pre-recorded video* yang beresolusi 1080p 30fps dengan pengambilan langsung dari *smartphone* dan berlokasi di jembatan penyeberangan dukuh atas di Jalan Jendral Sudirman Jakarta Pusat. Sudut pengambilan gambar dari atas dan kamera ditempatkan di ketinggian 5 meter diatas permukaan jalan dan mengarah ke badan jalan. Sudut dan lokasi penempatan kamera menjadi salah satu faktor penting dalam keberhasilan pendeteksian objek plat nomor dan pendeteksian nomor kendaraan, karena citra yang dihasilkan oleh pengambilan sudut yang tepat akan memperjelas kualitas gambar dan plat nomor yang terdeteksi pun tidak mengalami perubahan perspektif terlalu besar.

Implementasi Algoritme YOLO

Penggunaan algoritme YOLO v5 untuk mendeteksi plat nomor kendaraan yang terpasang pada sebuah kendaraan Tahapan pada implementasi algoritme YOLO sebagai berikut:

1. Pengumpulan *data*

2. Data dikumpulkan dari website *kaggle.com* dengan kata kunci pencarian “*Indonesian Plate Number*” berupa kumpulan citra yang mengandung objek plat nomor Indonesia.

3. Proses *Labeling*, merupakan proses yang dilakukan untuk menandai bagian objek berupa plat nomor kendaraan pada citra. Proses ini menggunakan perangkat lunak berbasis web bernama “makesense.ai”.
4. Proses *Training* data model dilakukan untuk melatih data latih menjadi model bertipe data *.pt. Proses training data dilakukan dengan menggunakan dataset yang telah diberi label pada tahap sebelumnya.

Proses Deteksi Objek

Setelah proses *training* selesai dan menghasilkan model, maka proses berikutnya adalah mendeteksi plat nomor kendaraan pada citra. Pendeteksian objek pada dasarnya adalah mencari dan mencocokkan pola yang terdapat pada sebuah citra dengan pola yang dimiliki oleh model, dan akan menghasilkan prediksi *class name* tertinggi dari seluruh kelas yang tersedia pada model (Huang *et al.* 2020). Proses perhitungan data plat nomor kendaraan dilakukan secara otomatis dengan mengekstrak, memberikan penghitung dan penanda pada setiap objek plat nomor yang terdeteksi. Jumlah data plat nomor yang terdeteksi pada video sangat bervariasi berdasarkan jumlah kendaraan yang melintas pada saat itu, untuk sampel pada penelitian ini diambil 5 data secara acak untuk pendeteksian objek, dan 10 data secara acak untuk proses ekstraksi karakter.

Teknologi OCR

Teknologi OCR yang digunakan pada penelitian ini adalah *library Tesseract OCR* yang memiliki fungsi untuk mengenali karakter yang terdapat pada sebuah citra (Susanty dan Nugroho 2020). Proses yang dilakukan pada teknologi OCR ini adalah sebagai berikut:

1. Proses *Thresholding*

Proses pengenalan karakter dengan menggunakan teknologi OCR dengan mengubah format dari potongan citra plat nomor kendaraan yang terdeteksi tersebut menjadi tiga jenis citra. Pertama citra original berwarna, lalu citra tersebut diubah menjadi citra hitam putih agar dapat dilakukan proses *thresholding* (Premana *et al.* 2020; Maulion 2021). Setelah citra berbentuk citra biner, maka dapat memenuhi syarat untuk dilakukan proses ekstraksi karakter dengan menggunakan metode “*Line and Word Finding*” karena citra tersebut memiliki batas garis yang tegas yaitu antara hitam dan putih.

2. Proses Ekstraksi Karakter

Proses ekstraksi karakter yang dilakukan dengan metode “*Line and Word Finding*” (Ibnutama dan Suryanata 2020). Metode ini menerapkan garis pembatas pada setiap segmen citra dan mengikuti garis tersebut hingga menjadi objek terpisah lalu akan dideteksi apakah objek tersebut merupakan sebuah karakter atau bukan. Jika objek tersebut adalah sebuah karakter berdasarkan pengkodean ASCII maka metode tersebut akan mengembalikan nilai berupa karakter bertipe data string (Viola *et al.* 2016).

3. Proses Klasifikasi Ganjil-Genap

Untaian karakter terdeteksi yang merupakan hasil dari proses ekstraksi karakter tersebut akan diambil digit angka terakhir lalu akan dibandingkan dengan tanggal pendeteksian. Jika parameter tersebut berbeda dan tidak sesuai, maka objek terdeteksi tersebut termasuk ke dalam kategori pelanggaran. Jika kendaraan tersebut termasuk ke dalam kategori pelanggaran maka program akan menyimpan bukti pelanggaran dengan melakukan *capture* pada saat pelanggaran

tersebut terbukti melakukan pelanggaran dari kamera yang disediakan di jalan-jalan yang memberlakukan sistem ganjil genap.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, dilakukan pengujian pemrosesan data video dengan kriteria sebagai berikut :

1. Data yang plat nomor yang dapat di deteksi dengan warna plat nomor hitam-putih, merah-putih, kuning-hitam.
2. Video berformat .mp4 dan MOV.
3. Resolusi video yang digunakan 1080p 30fps.
4. Waktu perekaman video 01:00.
5. Pengambilan data video berjumlah 25. Perekaman video dilakukan dengan menggunakan kamera *smartphone* iPhone Xs Max dengan spesifikasi resolusi 12 Megapiksel, bukaan f/1.8, fokus dan penstabilan otomatis aktif.
6. Lokasi pengambilan data video dilakukan di jembatan penyebrangan orang dukuh atas pada jalan Sudirman, Jakarta Pusat pada Senin, 25 Januari 2022 pukul 16:00 WIB.






Analisis Pendeteksian Objek

Analisis pendeteksian objek menjelaskan bagaimana hasil dari proses pendeteksian objek berupa plat nomor kendaraan pada video yang digunakan dalam penelitian ini. Dari masing-masing video, diambil 5 buah data pada *timestamp* secara acak. Tabel 1 merupakan hasil pendeteksian yang diperoleh pada video 1. Sebagaimana terlihat pada Tabel 1, kolom “Gambar Hasil Pendeteksian Video” menunjukkan hasil pendeteksian berupa tangkapan layar pada video yang berisi mobil dengan plat nomor kendaraan dan tanda penunjuk objek yang terdeteksi beserta label dan nilai *confidence* dari objek tersebut. Pada video 1 diambil 5 buah data yaitu pada *timestamp* 00:04, 00:09, 00:32, 00:47, dan 00:58. Dari setiap *timestamp* tersebut dapat diketahui rata-rata nilai objek terdeteksi dan *confidence*. Tabel 2 merupakan rata-rata nilai objek terdeteksi dan *confidence* untuk video 1. Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata objek terdeteksi pada video 1 sebesar 100% dengan nilai rata-rata *confidence* pendeteksian yaitu 78.13%. Pada penelitian ini waktu yang dibutuhkan untuk mendeteksi sebuah plat nomor <300 *milisecond*.

Analisis Ekstraksi Karakter dalam Objek

Analisis ekstraksi karakter dalam objek menjelaskan mengenai bagaimana hasil ekstraksi karakter dan pengkategorian data plat nomor tersebut sebagai pelanggar atau bukan dari data rekaman video yang digunakan dalam penelitian ini. Dari masing-masing video yang digunakan, diambil 10 hasil proses ekstraksi berupa citra yang tersimpan pada saat program menemukan adanya pelanggaran. Tabel 3 merupakan hasil proses ekstraksi dan pengkategorian yang diperoleh pada Video 1 dan dilakukan proses ekstraksi karakter pada tanggal 26 Januari 2022.

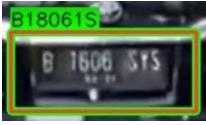
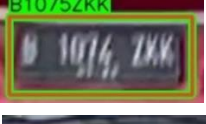

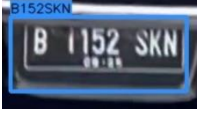
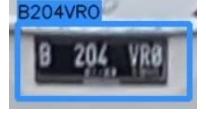
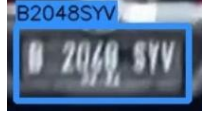
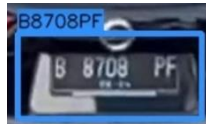
Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa persentase kesesuaian kategori memiliki hasil yaitu 70%, sedangkan persentase kesesuaian teks plat nomor hanya berada pada nilai 88.75%. Data ke-1 pada tabel 3, terdapat ketidaksesuaian pendeteksian yaitu teks yang seharusnya adalah “B1608SYS” tetapi hasil pendeteksian terbaca sebagai “B18061S”. Kesalahan tersebut terjadi karena pada saat proses konversi citra berwarna menjadi citra biner, angka “6” dan huruf “SY” memiliki karakter huruf yang tipis sehingga karakter tersebut tidak terkonversi menjadi karakter utuh pada citra biner.

Gambar	Timestamp	Jumlah nomor plat	Jumlah plat terdeteksi	Persentase hasil deteksi
	00:04	3	3	$HP = \frac{3}{3} \times 100\%$ $HP = 100\%$
	00:09	3	3	$HP = \frac{3}{3} \times 100\%$ $HP = 100\%$
	00:32	3	3	$HP = \frac{3}{3} \times 100\%$ $HP = 100\%$
	00:47	3	3	$HP = \frac{3}{3} \times 100\%$ $HP = 100\%$
	00:58	3	3	$HP = \frac{3}{3} \times 100\%$ $HP = 100\%$

Tabel 2 Rata-rata nilai terdeteksi dan *confidence* video 1

Timestamp	Rata-rata deteksi objek	Rata-rata confidence
00:04	100%	70%
00:09	100%	79.66%
00:32	100%	85.66%
00:47	100%	80.33%
00:58	100%	75%
Rata-rata	100%	78.13%

Tabel 3 Hasil ekstraksi dan kategori video 1

Bukti gambar	Teks terdeteksi	Teks asli	Kategori	Akurasi level
	B18061S	B1606SYS	Tidak	$TA = \frac{5}{8} \times 100\%$ = 62,5%
	B140415	B1606SYS	Tidak	$TA = \frac{3}{8} \times 100\%$ = 37,5%
	B1075ZKK	B1074ZKK	Tidak	$TA = \frac{7}{8} \times 100\%$ = 87,5%
	B2242SBM	B2242SBM	Iya	$TA = \frac{8}{8} \times 100\%$ = 100%
	B152SKN	B1152SKN	Iya	$TA = \frac{8}{8} \times 100\%$ = 100%
	B1030PYO	B1030PYO	Iya	$TA = \frac{8}{8} \times 100\%$ = 100%
	B204VRO	B204VRO	Iya	$TA = \frac{8}{8} \times 100\%$ = 100%
	B1034KIY	B1034KIY	Iya	$TA = \frac{8}{8} \times 100\%$ = 100%
	B2048SYV	B2048SYV	Iya	$TA = \frac{8}{8} \times 100\%$ = 100%
	B8708PF	B8708PF	Iya	$TA = \frac{8}{8} \times 100\%$ = 100%
Persentase sukses			70%	88.75%

Kesalahan berikutnya terdapat pada data ke-2, data tersebut mendeteksi karakter sebagai “B140415” yang seharusnya “B1606SYS”. Kesalahan tersebut terjadi karena citra yang dideteksi memiliki ketajaman yang rendah atau dapat dikategorikan sebagai “*blurry image*” sehingga pendeteksian karakter menjadi terganggu dan menghasilkan keluaran karakter yang kurang sesuai. Kekeliruan pendeteksian karakter terjadi pada data ke-3 di Tabel 3. Terdapat data teks berupa “B1074ZKK” tetapi pada hasil pendeteksian terbaca “B1075ZKK”. Kesalahan tersebut ada pada angka “4” yang seharusnya terbaca “5”. Kesalahan tersebut disebabkan karena

gambar yang dideteksi memiliki tingkat ketajaman yang rendah sehingga terjadi kekeliruan pada saat pendeteksian karakter menggunakan *Tesseract OCR*.

Akurasi Pendeteksian

Akurasi pendeteksian membahas mengenai hasil analisis yang telah dilakukan yaitu pendeteksian objek dan proses ekstraksi karakter pada objek berupa plat nomor kendaraan. Nilai akurasi dapat diketahui berdasarkan nilai *Mean* dari perhitungan kumulatif hasil masing-masing analisis. Penghitungan akurasi deteksi objek dilakukan dengan tujuan mengetahui apakah data model yang digunakan dalam pendeteksian tersebut memiliki kemampuan dalam mengenali objek berupa plat nomor kendaraan, serta mengetahui seberapa akurat hasil pendeteksian tersebut.

Deteksi Objek Plat Nomor

Berdasarkan data pendeteksian yang terdapat pada hasil analisis deteksi objek di atas, diperoleh hasil yang cukup baik karena memiliki nilai akurasi diatas 70%. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan mengetahui persentase kumulatif pendeteksian objek dan nilai *confidence* rata-rata. Tabel 4 merupakan persentase akurasi dan nilai *confidence* rata-rata pada video 1.

Akurasi pendeteksian objek menjelaskan mengenai kemampuan dan seberapa akurat data model yang digunakan dalam mendeteksi objek. Berdasarkan data pendeteksian yang terdapat pada hasil analisis pendeteksian objek di atas diketahui persentase objek dan nilai *confidence* rata-rata dari setiap gambar tersebut.

Tabel 4 Hasil ekstraksi dan kategori video 1

Data video	Persentase rata-rata objek yang dideteksi	Rata-rata nilai konfiden
Video 1	100%	78.13%
Video 2	95%	76.60%
Video 3	88.34%	73.10%
Video 4	95%	71.80%
Video 5	93.34%	74.03%
Video 6	100%	79.13%
Video 7	100%	80.41%
Video 8	86%	79.23%
Video 9	100%	79.41%
Video 10	90%	73.02%
Video 11	96.67%	76.07%
Video 12	95%	75.78%
Video 13	87.33%	76.05%
Video 14	92.66%	74.92%
Video 15	91.66%	74.44%
Video 16	91%	76.27%
Video 17	90.28%	73.67%
Video 18	93.4%	68.27%
Video 19	85%	71.80%
Video 20	100%	74.79%
Video 21	83%	77.25%
Video 22	63.4%	71.3%
Video 23	100%	78.24%
Video 24	100%	81.23%
Video 25	92.5%	73.57%
Rata-rata	2309.58%	1888.78%

Pada Tabel 4 diketahui bahwa nilai persentase objek terdeteksi memiliki rata-rata yang dapat dihitung dengan persamaan :

$$x_p = \frac{P_1+P_2+P_3+\dots+P_n}{n} \quad (1)$$

x_p = Rata-rata total objek terdeteksi (%)

P_n = Rata-tata nilai objek terdeteksi ke- n (%)

n = Jumlah data video

Dengan menggunakan persamaan 1 diatas, didapat nilai rata-rata total objek terdeteksi adalah sebagai berikut:

$$x_p = \frac{2309,58}{25}$$

$$x_p = 92,38\%$$

Dari persamaan tersebut dihasilkan bahwa nilai rata-rata objek terdeteksi adalah 92.38%.

Nilai persentase di atas berpengaruh pada seberapa akurat program dapat mengenali objek, kemampuan tersebut dapat diukur dengan mengetahui rata-rata nilai *confidence* dari setiap data video. Untuk mendapatkan nilai *confidence* rata-rata tersebut, dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$x_c = \frac{C_1+C_2+C_3+\dots+C_n}{n} \quad (2)$$

Keterangan :

x_c = Rata-rata nilai *confidence*

C_n = Nilai *Confidence* ke- n

n = Jumlah data video

Dengan menggunakan persamaan 2 untuk mengukur rata-rata total nilai *confidence*, maka rata-rata dari total nilai *confidence* adalah sebagai berikut:

$$x_c = \frac{C_1+C_2+C_3+\dots+C_n}{n} \quad (3)$$

$$x_c = \frac{1888,78}{25}$$

$$x_c = 75,55\%$$

Dari hasil perhitungan pada persamaan 3 tersebut dapat diketahui bahwa hasil rata-rata persentase objek terdeteksi pada setiap video bernilai 92.38%, dan rata-rata nilai *confidence* yang didapatkan pada pendeteksian objek bernilai 75.55%.

Ekstrasi Karakter Plat Nomor

Akurasi pada ekstraksi karakter plat nomor menjelaskan mengenai seberapa akurat hasil proses ekstraksi karakter jika dibandingkan dengan kondisi sebenarnya. Nilai akurasi tersebut didapatkan dari hasil rata-rata persentase tiap data video, yaitu persentase kesesuaian teks terdeteksi maupun kesesuaian kategori dari plat nomor tersebut. Hasil ekstraksi karakter dari setiap data video dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Rata-rata hasil ekstraksi kategori pada Video 1

Data video	Persentase kecocokan Teks	Persentase kesesuaian kategori
Video 1	88.75%	70%
Video 2	100%	70%
Video 3	95%	100%
Video 4	95%	100%
Video 5	95%	100%
Video 6	98.75%	100%
Video 7	96.25%	100%
Video 8	95%	100%
Video 9	98.75%	100%
Video 10	97.5%	100%
Video 11	98.75%	100%
Video 12	92.5%	100%
Video 13	96.25%	100%
Video 14	100%	100%
Video 15	100%	100%
Video 16	97.5%	100%
Video 17	91.25%	90%
Video 18	85%	100%
Video 19	77.5%	100%
Video 20	98.75%	100%
Video 21	100%	100%
Video 22	96.25%	100%
Video 23	98.75%	100%
Video 24	98.75%	100%
Video 25	95%	100%
Rata-rata	2386.25%	2430%

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa persentase minimum pendeteksian dari masing-masing kategori adalah 90%, sedangkan nilai rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$x_{pkt} = \frac{K_{t1} + K_{t2} + K_{t3} + \dots + K_{tn}}{n} \quad (4)$$

Keterangan :

x_{pkt} = Rata-rata Persentase Kesesuaian Teks

K_{tn} = Nilai Persentase Kesesuaian Teks Data Video ke- n

n = Jumlah Data Video

Dengan menggunakan Persamaan 4 diatas, maka rata-rata persentase kesesuaian teks adalah sebagai berikut:

$$x_{pkt} = \frac{K_{t1} + K_{t2} + K_{t3} + \dots + K_{tn}}{n} \quad (5)$$

$$x_{pkt} = \frac{2386,25\%}{25}$$

$$x_{pkt} = 95.45\%$$

Berdasarkan Persamaan 5 di atas, dapat dilihat bahwa hasil rata-rata persentase kesesuaian teks terdeteksi adalah 95.05%.

Untuk mengukur nilai akurasi dari persentase kesesuaian kategori plat nomor dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$x_{pkk} = \frac{K_{k1} + K_{k2} + K_{k3} + \dots + K_{tkn}}{n} \quad (6)$$

Keterangan :

x_{pkk} = Rata-rata Persentase Kesesuaian Kategori

K_{kn} = Nilai Persentase Kesesuaian Kategori Data Video ke- n

n = Jumlah Data Video

Dengan menggunakan Persamaan 6 maka rata-rata persentase kesesuaian kategori plat nomor terdeteksi adalah sebagai berikut:

$$x_{pkk} = \frac{K_{k1} + K_{k2} + K_{k3} + \dots + K_{tkn}}{n} \quad (7)$$

$$x_{pkk} = \frac{2430\%}{25}$$

$$x_{pkk} = 97.2\%$$

Berdasarkan Persamaan 7 di atas, dapat dilihat bahwa hasil rata-rata persentase kesesuaian kategori plat nomor terdeteksi adalah 97.2%.

KESIMPULAN

Hasil implementasi Algoritme YOLO v5 dan *Tesseract OCR* dalam mendeteksi dan melakukan pengkategorian plat nomor kendaraan ganjil-genap pada data uji berupa video lalu lintas pada kondisi pencahayaan optimal (siang hari) menghasilkan rata-rata akurasi pendeteksian objek sebesar 92.38%. Hasil dari ekstraksi karakter dalam plat nomor memiliki akurasi sebesar 95.45% untuk teks terdeteksi dan akurasi 97.2% pada tingkat keberhasilan program untuk menentukan kategori dari plat nomor tersebut. Rata-rata persentase tersebut menunjukkan bahwa kombinasi antara Algoritme YOLO v5 dalam mendeteksi objek dan *Tesseract OCR* dalam mengekstraksi karakter pada citra dengan kondisi pencahayaan optimal (siang hari) berjalan dengan baik karena memiliki nilai akurasi diatas 90%. Penyebab terjadinya objek yang tidak terdeteksi adalah ukuran objek terlalu kecil sehingga sulit untuk dilakukan pendeteksian, dan kesalahan yang terjadi pada saat ekstraksi karakter plat nomor adalah karena ukuran *Region of Interest (ROI)* yang terlalu kecil sehingga sulit untuk mendeteksi karakter pada objek plat nomor. Kesalahan tersebut dapat diminimalisir dengan menaikkan tingkat resolusi video dan mengatur ulang sudut pengambilan gambar agar lebih dekat dengan objek, yaitu plat nomor tersebut. Berkaitan dengan faktor yang menyebabkan objek tidak terdeteksi sebelumnya, maka kamera dengan konfigurasi standar CCTV tidak direkomendasikan karena kamera CCTV pada umumnya memiliki resolusi dan detail gambar yang kurang tajam sehingga plat nomor tidak terdeteksi.

DAFTAR PUSTAKA

- AI A. 2021. Machine Learning dan Deep Learning: Apa itu Kecerdasan Buatan.
- Bochkovskiy A, Wang C, Liao HM. YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection.
- Boucher P. 2020. *Artificial intelligence: How does it work, why does it matter, and what can we do about it?*
- Fadhli ME, Widodo H. 2020. Analisis Pengurangan Kemacetan Berdasarkan Sistem Ganjil-Genap. *Planners Insight: Urban and Regional Planning Journal*. 2(2):036–041. doi:10.36870/insight.v2i2.136.

- Fauzan MR, Wibowo APW. 2021. Pendeteksian Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Algoritma You Only Look Once V3 Dan Tesseract. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*. 8(1):57–62. doi:10.33197/jitter.vol8.iss1.2021.718.
- Huang YQ, Zheng JC, Sun SD, Yang CF, Liu J. 2020. Optimized YOLOv3 algorithm and its application in traffic flow detections. *Applied Sciences (Switzerland)*. 10(9). doi:10.3390/app10093079.
- Ibnutama K, Suryanata MG. 2020. Ekstraksi Karakter Citra Menggunakan Optical Character Recognition Untuk Pencetakan Nomor Kendaraan Pada Struk Parkir. *Jurnal Media ...*. 4:1119–1125. doi:10.30865/mib.v4i4.2432.
- Jafar A, Kadafi A, Utamingrum F. 2018. Deteksi Objek Penghalang Secara Real-Time Berbasis Mobile Bagi Penyandang Tunanetra Menggunakan Analisis Blob. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 2(1):423–432.
- Kumar S. 2021. Computer Vision Based Moving Object Detection and Tracking.
- Maulion Matt. 2021. Homography Transform - Image Processing.
- Nagitec R. 2020. Penerapan Teknologi AI Dalam Kehidupan.
- Premana A, Bhakti RMH, Prayogi D. 2020. Segementasi K-Means Clustering Pada Citra Menggunakan Ekstraksi Fitur Warna Dan Tekstur. *Jurnal Ilmiah Intech: Information Technology Journal of UMUS Penerapan*. 2(01):89–97. doi:ISSN: 2685-4902 (media online).
- Redmon J, Divvala S, Girshick R, Farhadi A. 2016. You only look once: Unified, real-time object detection. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. 2016-Decem:779–788. doi:10.1109/CVPR.2016.91.
- Riaz W, Azeem A, Chenqiang G, Yuxi Z, Saifullah, Khalid W. 2020. YOLO Based Recognition Method for Automatic License Plate Recognition. *Proceedings of 2020 IEEE International Conference on Advances in Electrical Engineering and Computer Applications, AEECA 2020.*, siap terbit.
- Sichkar VN, Kolyubin SA. 2020. Real time detection and classification of traffic signs based on YOLO Version 3 algorithm. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*. 20(3):418–424. doi:10.17586/2226-1494-2020-20-3-418-424.
- Statistik BP. 2021. Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Kendaraan (unit) di Provinsi DKI Jakarta.
- Susanty M, Nugroho H. 2020. Optical Character Recognition Implementation for Admission System in Universitas Pertamina. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*. 11(1):165–170. doi:10.24176/simet.v11i1.3838.
- Viola M, Dan J, Michael A. 2016. Neural Network. 8 Agustus:95–102.
- Yolo-v GU, Hande PR, Pandita S, Marwal G, Marwal G, Beera S. 2020. Automatic Number Plate Detection System and Automating the Fine. 13(1):406–413.
- Yori RA, Fuad A, Atto'ullah A. 2018. Implementasi Peraturan Gubernur DKI Jakarta NO. 164 Tahun 2016 Tentang Pembatasan Lalu Lintas Ganjil-Genap Di Provinsi DKI Jakarta. (164).