



Early Warning System Untuk Prediksi Tingkat Pelayanan Jalan di Jalur SSA Kota Bogor

Fitria Rachmawati, Dahlia Widhyaestoeti

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun,
Indonesia

E-mail : fitria@uika-bogor.ac.id

Abstrak

Penerapan jalur SSA dilakukan sebagai upaya untuk mengurangi tingkat kemacetan yang terjadi pada jalur tersebut. Maksud dari penelitian ini adalah untuk membuat suatu model prediksi yang dikembangkan dalam sebuah sistem aplikasi yang bisa digunakan untuk mendeteksi kemacetan terutama di ruas sistem satu arah kota Bogor. Pengumpulan data dilakukan beberapa proses diantaranya melakukan survey dan pengamatan lalu lintas di jalur Sistem satu arah atau SSA pada Dinas Perhubungan Kota Bogor. Prediksi kemacetan arus lalu lintas menggunakan metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). Hasil prediksi ANFIS kemudian digunakan untuk mengukur tingkat pelayanan jalan berdasarkan karakteristik arus lalu lintas yang ditandai dalam suatu nilai rasio perbandingan antara volume kendaraan dan kapasitas jalan. Pada hasil prediksi yang sudah dilakukan diketahui jumlah kendaraan yang melewati jalur SSA mencapai 5034 dengan kapasitas jalan 6400. Sehingga status kemacetan yang terjadi berada di level C dengan nilai 0,78. Dimana tingkat Pelayanan pada nilai rasio tersebut memiliki karakteristik arus stabil tetapi pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi dengan kecepatan sebesar 60 Km/Jam dan kepadatan lalu lintas sedang. Penelitian ini menghasilkan sistem pendeteksi jumlah kendaraan yang melalui jalur SSA menggunakan metode deeplearning Yolov4 berbasis web.

Kata kunci: ANFIS, Kemacetan, Prediksi, Sistem Aplikasi, Tingkat Layanan Jalan.

PENDAHULUAN

Volume kendaraan yang semakin ramai adalah penyebab utama kemacetan di sejumlah wilayah Bogor yang sulit terurai. Peningkatan volume kendaraan tersebut tidak berbanding lurus dengan perkembangan luas jalan sehingga menghambat tingkat pelayanan jalan. Banyak cara yang bisa dilakukan untuk menyelesaikan solusi kemacetan, namun pada kenyataannya tidak seperti yang diharapkan. Sehingga diperlukan suatu prediksi tingkat pelayanan jalan yang dapat dijadikan model untuk meminimalisir kemacetan yang terjadi. Prediksi adalah suatu proses memperkirakan secara sistematis tentang sesuatu yang paling mungkin terjadi di masa depan berdasarkan informasi masa lalu dan sekarang yang dimiliki, agar kesalahannya (selisih antara sesuatu yang terjadi dengan hasil perkiraan) dapat diperkecil. Prediksi tidak harus memberikan jawaban secara pasti kejadian yang akan terjadi, melainkan berusaha untuk mencari jawaban sedekat mungkin yang akan terjadi [1].

Dalam konteks metodologi prediksi, model ANFIS telah banyak digunakan melakukan prediksi dengan pendekatan data rentet waktu. *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*

(ANFIS) merupakan penggabungan dari logika *fuzzy* dan jaringan syaraf tiruan (JST). Logika *fuzzy* memiliki kelebihan dalam memodelkan aspek kualitatif dari pengetahuan manusia dan proses pengambilan keputusan dengan menerapkan basis aturan (*rules*). JST memiliki kelebihan dalam mengenali pola, belajar dan berlatih dalam menyelesaikan suatu permasalahan tanpa memerlukan pemodelan matematik. JST juga dapat bekerja berdasarkan data historis yang dimasukkan kepadanya dan dapat melakukan prediksi kejadian yang akan datang berdasarkan data-data tersebut. Sehingga ANFIS memiliki kemampuan keduanya [2].

Penelitian untuk membangun sebuah model prediksi telah banyak dikembangkan saat ini dari mulai berbasis *fuzzy* untuk mengukur kemacetan arus lalu lintas jalan [3], metode *Backpropagation Neural Network* dan *ANFIS* untuk Memprediksi Cuaca [4] dan metode *ViolaJones* untuk mendeteksi jumlah mobil untuk mendapatkan waktu perguliran *traffic light* [5].

Level of Service (LOS) atau tingkat pelayanan jalan adalah salah satu metode yang digunakan untuk menilai kinerja jalan yang menjadi indikator dari kemacetan. Suatu jalan dikategorikan mengalami kemacetan apabila hasil perhitungan LOS menghasilkan nilai mendekati 1. Dalam menghitung LOS di suatu ruas jalan, terlebih dahulu harus mengetahui kapasitas jalan (*C*) yang dapat dihitung dengan mengetahui kapasitas dasar, faktor penyesuaian lebar jalan, faktor penyesuaian pemisah arah, faktor penyesuaian pemisah arah, faktor penyesuaian hambatan samping, dan faktor penyesuaian ukuran kota. Kapasitas jalan (*C*) sendiri sebenarnya memiliki definisi sebagai jumlah kendaraan maksimal yang dapat ditampung di ruas jalan selama kondisi tertentu [6].

Penelitian ini menggunakan metode *fuzzy* untuk mengukur kemacetan serta melakukan perhitungan jumlah mobil menggunakan metode *Deep Learning Yolov4*. Penggabungan metode tersebut diharapkan dapat menyelesaikan masalah tingkat pelayanan jalan dengan pengembangan sistem aplikasi sebagai sistem pendeteksi dini sebagai solusi kemacetan.

METODE PENELITIAN

Algoritma *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) dalam penelitian ini diterapkan pada data arus lalu lintas pada ruas jalan Sistem Satu Arah (SSA) seputar Kebun Raya Bogor.

a. Pengumpulan Data

Diawali dengan tahap pengumpulan data, dalam proses pengumpulan data dilakukan beberapa proses diantaranya melakukan survey dan pengamatan lalu lintas di jalur SSA pada dinas terkait yaitu Dinas Perhubungan Kota Bogor. Data yang diambil adalah data real yang ada di Dinas Lalu lintas dan Angkutan jalan Kota Bogor. Data yang diamati adalah data kendaraan yang melintas di jalur SSA khususnya di daerah jalur penyempitan jalan dari arah Tugu Kujang Bogor. Data yang di *survey* adalah jumlah kendaraan yang melintasi jalur tersebut terutama di jam sibuk.

Pengamatan dan survei dilakukan selama 2 minggu, karena data lalu lintas kendaraan yang direkam melalui CCTV hanya disimpan selama 2 minggu, data yang diambil di tanggal 6 Maret 2020 sampai dengan 15 Maret 2020. Jam sibuk yang diamati juga hanya jam-jam tertentu yaitu meliputi jam sibuk pagi dan sore hari, dimana orang-orang sibuk melakukan aktivitas luar yang menggunakan jalur tersebut untuk mengakomodasi kegiatannya. Jam-jam tersebut meliputi jam 6, 7, 8 pagi dan jam 15, 16, 17 sore hari. Untuk rekap datanya bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekap Data Kendaraan

No	Tanggal	Waktu			Motor	Mobil Pribadi (Semua Jenis)	Angkot	Bis Kecil	PickUp	Kendaraan Panjang (Long Vehicle)	Jumlah Kendaraan
		Hr	Mnt	Sec							
1	6-Mar-20	6	48	7	110	17	6	1	3	0	137
2	6-Mar-20	6	41	24	66	23	11	0	3	3	106
3	6-Mar-20	5	50	16	78	26	12	1	0	1	118
4	6-Mar-20	5	51	16	92	33	7	0	1	0	133
5	6-Mar-20	5	52	16	93	30	3	0	0	0	126
6	6-Mar-20	5	53	16	100	31	7	1	1	0	140
7	6-Mar-20	6	15	24	71	5	3	2	2	0	83
8	6-Mar-20	5	55	16	49	13	8	0	1	0	71
9	6-Mar-20	5	56	16	86	32	16	0	0	0	134
10	6-Mar-20	5	57	16	129	17	6	1	0	1	154
11	6-Mar-20	5	58	16	92	46	4	1	0	2	145

Sumber: Hasil Survey, Maret 2020

Rekap data kendaraan adalah menggambarkan sebagian data yang dikumpulkan dari data CCTV yang merangkum lalu lintas kendaraan yang melewati jalur SSA yang berasal dari arah Tugu Kujang. Data yang diambil adalah data kendaraan yang lewat berdasarkan jenis dan waktu berlalunya kendaraan tersebut selama kurun waktu 2 minggu.

Tabel 2. adalah tabel yang menggambarkan hasil survey pada bulan Maret 2020, dimana jumlah total kendaraan per tanggal dan jam tertentu di jam sibuk yang biasa dilalui kendaraan.

Tabel 2. Data berdasarkan jam sibuk

No.	Tanggal Jam	Rekap Data Jumlah Kendaraan (perjam sibuk)													
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	'06.00	1158	7552	7892	7895	5183	5925	7283	5455	7587	9403	6130	8247	7493	932
2	07.00	755	4289	8120	4448	1928	3765	4876	7002	7209	8031	1326	8630	8757	1347
3	08.00	908	4325	6021	4262	1006	6753	4120	4065	6043	6874	788	4978	1558	908
4	09.00	1165	8274	8493	3227	2016	2309	5763	6238	6567	9003	880	7947	6176	1213
5	15.00	989	6949	9098	2862	2710	1560	1054	6763	6089	8720	809	5933	8536	1830
6	16.00	876	4924	8702	3395	1293	3761	2430	7852	5008	5470	1092	3685	7572	1288
7	17.00	355	4390	5311	2985	1002	2730	4612	4563	5902	453	521	4795	6190	1006

Sumber: Hasil Survey, Maret 2020

b. Tempat Pengambilan Data dan Lokasi Penelitian

Pengambilan data dan survei dilakukan di Dinas Perhubungan Kota Bogor melalui pengamatan di ruang CCTV, adalah tempat dimana semua rekaman kendaraan yang melalui ruas jalan SSA yang berasal dari beberapa titik di Kota Bogor diamati dari waktu ke waktu. Data rekaman tersebut hanya disimpan selama 2 minggu dan kemudian berganti dengan waktu 2 minggu berikutnya.

Lokasi yang dipilih untuk penelitian yaitu ruas jalan penerapan Sistem Satu Arah – Kebun Raya Bogor yaitu yang meliputi Jalan Pajajaran, Jalan Otto Iskandardinata, Jalan H.

Djuanda, Jalan Jalak Harupat. Sampai Tahun 2012 jumlah penduduk Kabupaten Bogor 5.077.210 jiwa [8].



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Berdasarkan pengamatan selama proses penelitian, ruas jalan yang akan diukur tingkat layanan jalannya adalah di ruas jalan Otto Iskandardinata atau Otista, karena di ruas jalan tersebut seringkali terjadi kemacetan yang cukup signifikan diakibatkan banyaknya kendaraan yang masuk dari dua arah baik yang berasal dari arah Baranang siang atau Jl. Pajajaran maupun dari arah Tugu Kujang. Kemacetan yang terjadi selain karena banyaknya kendaraan yang masuk ke jalan tersebut, hal lain yang menyebabkan kemacetan paling signifikan adalah adanya penyempitan ruas jalan. Penyempitan jalan terjadi karena adanya jembatan diatas sungai yang masih belum memungkinkan untuk dibuat pelebaran jalan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Permasalahan utama yang dibahas dalam penelitian ini adalah mengenai kemacetan. Penyebab utama kemacetan di sejumlah wilayah Bogor adalah peningkatan volume kendaraan yang tidak berbanding lurus dengan perkembangan luas jalan [11]. Kepadatan lalu lintas yang cukup tinggi pada akhir pekan dan hari kerja dikarenakan kota Bogor merupakan kota tujuan wisata serta penunjang kegiatan di DKI Jakarta, sehingga menyebabkan over capacity [12]. Penerapan jalur SSA dilakukan sebagai upaya untuk mengurangi tingkat kemacetan yang terjadi pada jalur tersebut. Maksud dari penelitian ini adalah untuk membuat suatu model prediksi yang dikembangkan dalam sebuah sistem aplikasi yang bisa digunakan untuk mendeteksi kemacetan terutama di ruas sistem satu arah kota Bogor.

a. Hasil Prediksi

Pada proses prediksi dapat diketahui jumlah kendaraan, nilai LOS dan status kemacetan yang terjadi saat itu. Pada hasil prediksi yang sudah dilakukan diketahui jumlah kendaraan yang melewati jalur SSA mencapai 5.034 dengan kapasitas jalan 6.400. Sehingga status kemacetan yang terjadi berada di level C dengan nilai 0,78. Tingkat pelayanan pada nilai rasio tersebut memiliki karakteristik arus stabil tetapi pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih dengan kecepatan sebesar 60 Km/Jam dan kepadatan lalu lintas sedang.

Target dari output penelitian ini adalah menerapkan hasil analisis tingkat pelayanan jalan hasil dari pelatihan dan pengujian data nilai prediksi kedalam suatu sistem pendeteksi

dini (*early warning system*) untuk meminimalisir kemacetan.

Proses prediksi pada ANFIS dimulai dengan menentukan parameter awal seperti *membership function*, *error goal* dan nilai *epoch*. Selanjutnya melakukan proses pelatihan dan pengujian hingga ditemukan model terbaik yang akan dibuat acuan dalam proses prediksi. Memasukkan data pelatihan dan pengujian pada masing-masing algoritma (ANFIS). Data yang dijadikan data pelatihan adalah data jumlah kendaraan yang melintas di ruas jalur SSA. Dilakukan prediksi untuk jam 15.00 sampai dengan jam 19.00 seperti dalam Tabel 2. Hasil dari pelatihan data kemudian dilakukan proses pengujian data untuk mendapatkan nilai akurasi sesuai dengan parameter yang ada. Dipilih pola terbaik berdasarkan perbandingan penggunaan data pada pelatihan dan pengujian yang akan diketahui nilai RMSE dan MAPE. Evaluasi nilai akurasi prediksi pada tahap ini membuat kemungkinan untuk menentukan apakah model yang digunakan masih akurat atau memerlukan suatu revisi. Setelah dilakukan beberapa percobaan maka parameter terbaik adalah dengan menggunakan *membership function* tipe *MFGaussian*.

```

ANFIS info:
  Number of nodes: 55
  Number of linear parameters: 80
  Number of nonlinear parameters: 16
  Total number of parameters: 96
  Number of training data pairs: 68
  Number of checking data pairs: 0
  Number of fuzzy rules: 16

Warning: number of data is smaller than number of modifiable parameter

Start training ANFIS ...
  1  0.0094973
  2  0.00872035
  3  0.0079958
  4  0.00732191
  5  0.00669673
Step size increases to 0.011000 after epoch 5.
  6  0.00611818
  7  0.00553296
  8  0.0049984
  9  0.00451134
Step size increases to 0.012100 after epoch 9.

Step size increases to 0.014064 after epoch 86.
 87  6.48491e-06
 88  6.39984e-06
 89  6.37141e-06
 90  6.40664e-06
 91  6.3379e-06
 92  6.39276e-06
 93  6.29755e-06
Step size decreases to 0.012658 after epoch 93.
 94  6.24574e-06
 95  6.28835e-06
 96  6.20852e-06
 97  6.20901e-06
 98  6.22852e-06
 99  6.17835e-06
100 6.12402e-06

Designated epoch number reached --> ANFIS training completed at epoch 10

```

Gambar 2. Hasil Pengujian ANFIS

Gambar 2, merupakan proses ANFIS dalam melakukan *training* atau pengujian dengan nilai *epoch* yang telah ditentukan sebesar $n = 100$. Pemilihan nilai *epoch* berdasarkan *error goal* yang diharapkan bahwa semakin besar nilai *epoch* semakin meminimalkan nilai *error* yang terjadi dan memaksimalkan nilai akurasi.

Hasil dari pelatihan dan pengujian Gambar 2 kemudian diilustrasikan pada grafik yaitu Gambar 3. Nilai MSE dan MAPE yang dihasilkan pada proses pelatihan berturut-turut adalah sebesar 0.3371 dan 0.405%. Kedua nilai tersebut menunjukkan bahwa proses pelatihan menggunakan algoritma ANFIS dapat memprediksi jumlah atau volume kendaraan dengan baik, sehingga *Fuzzy Inference System* (FIS) yang dihasilkan dapat digunakan untuk melakukan prediksi pada proses pengujian.

Pada Gambar 3 menunjukkan perbandingan data *actual* dengan data prediksi yang didapat dari proses ANFIS. Data *actual* disajikan dengan bentuk garis warna biru dan data prediksi digambarkan dengan garis warna merah. Hal ini dapat disimpulkan bahwa secara garis besar hasil pengujian dengan ANFIS sudah mendekati nilai *actual*.

Tingkat pelayanan jalan menunjukkan ukuran kualitas suatu jalan dengan mempertimbangkan faktor kenyamanan dan *geometric* jalan, dan digunakan sebagai ukuran untuk membatasi volume lalu lintas suatu jalan [9]. Tingkat pelayanan jalan dapat dihitung dengan melakukan perbandingan antara volume lalu lintas dan kapasitas jalan. Adapun rumus perhitungannya adalah [7]:

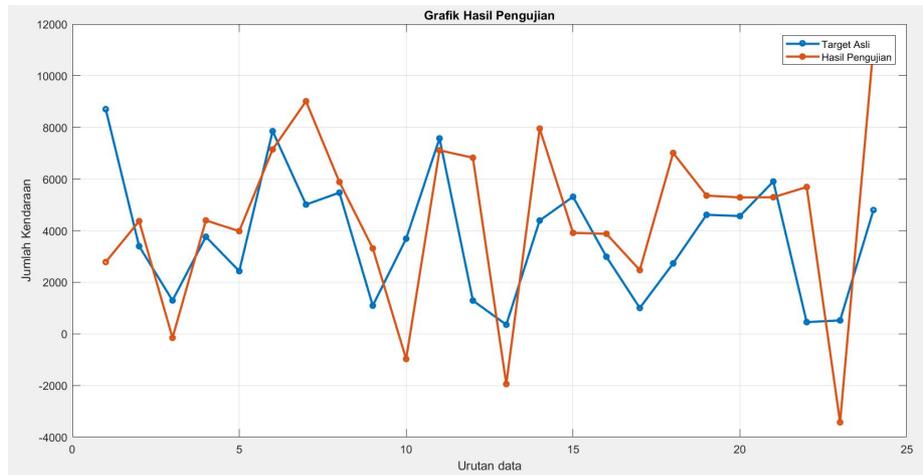
$$LOS = \frac{V}{C} \tag{1}$$

Dimana:

LOS : *Level of Service*

V : Volume lalu lintas (smp/jam)

C : Kapasitas Jalan (smp/jam)



Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian

Adapun tingkat pelayanan jalan [10] ada enam tingkat seperti yang ditunjukkan Tabel 3,

Tabel 3. Tingkat Layanan Jalan

Tingkat Pelayanan	Karakteristik	Batas Lingkup
A	Kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah Pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan	0,00 – 0,20
B	Arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas Pengemudi mempunyai kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan	0,20 – 0,44
C	Arus stabil tapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan	0,44 – 0,74
D	Arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dikendalikan V/C ratio masih dapat diterima	0,74 – 0,84
E	Volume lalu lintas mendekati/berada pada kapasitas Arus tidak stabil, kecepatan kadang berhenti	0,84 – 1,00
F	Arus yang dipaksakan atau macet, kecepatan rendah, volume diatas kapasitas, antrian panjang dan terjadi hambatan yang besar	> 1,00

Sumber: Manual kapasitas jalan (MKJI), 1997

b. Pengembangan Sistem Aplikasi

Sistem aplikasi yang dikembangkan adalah sistem deteksi jumlah kendaraan berbasis web. Sistem tersebut akan digunakan oleh petugas yang mengawasi kemacetan di jalur Sistem Satu Arah kota Bogor. Sistem pendeteksi ini diharapkan akan membantu petugas *Information Traffic Centre* (ITC) dalam mengelola *traffic light* yang akan meminimalisir kemacetan yang berasal dari berbagai simpangan jalan yang menuju jalan Otista.

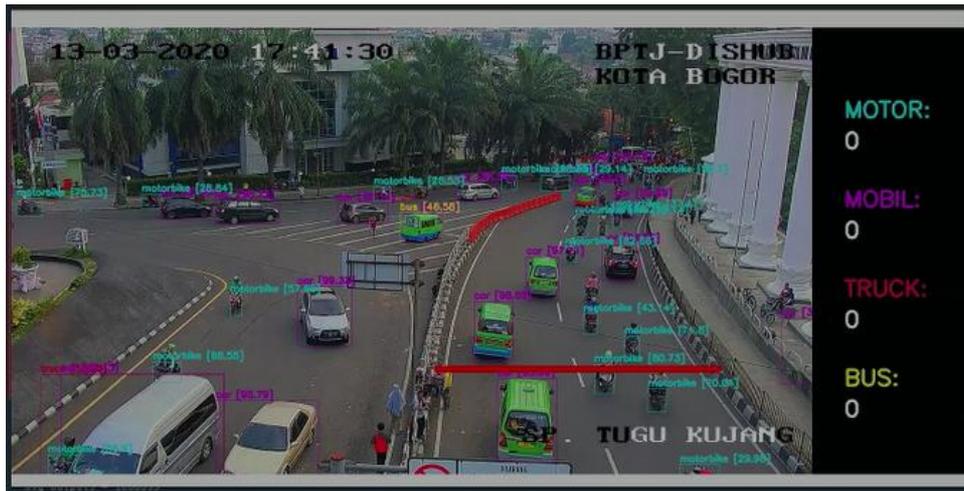
Sistem deteksi jumlah kendaraan yang digunakan pada aplikasi ini didesain menggunakan *deep learning*. *Deep learning* merupakan salah satu teknologi *artificial neural network*. Salah satu *neural network* yang bekerja di bidang pengolahan gambar adalah arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) [13]. Permasalahan yang coba untuk diselesaikan di bidang pengolahan data gambar adalah *object detection*, dimana *object detection* dalam hal ini adalah kendaraan yang lewat di jalur SSA Kota Bogor dari arah simpang tugu kumbang. Sistem akan mendeteksi suatu objek pada gambar dan mengetahui dimana koordinat objek pada gambar tersebut, sehingga *output* dari sistem deteksi ini adalah *bounding box* yang mengelilingi objek serta nama atau label dari objek itu sendiri [16].

Arsitektur CNN yang berfokus pada permasalahan ini disebut metode You Only Look One (YOLO) [14] yang digunakan dalam sistem deteksi jumlah kendaraan adalah YOLO versi 4 atau YOLOv4. Dengan YOLO ini, komputer dapat mempelajari data gambar yang diberikan, sehingga bisa mengetahui objek yang dipelajari yang juga terkandung dalam sebuah gambar [15].

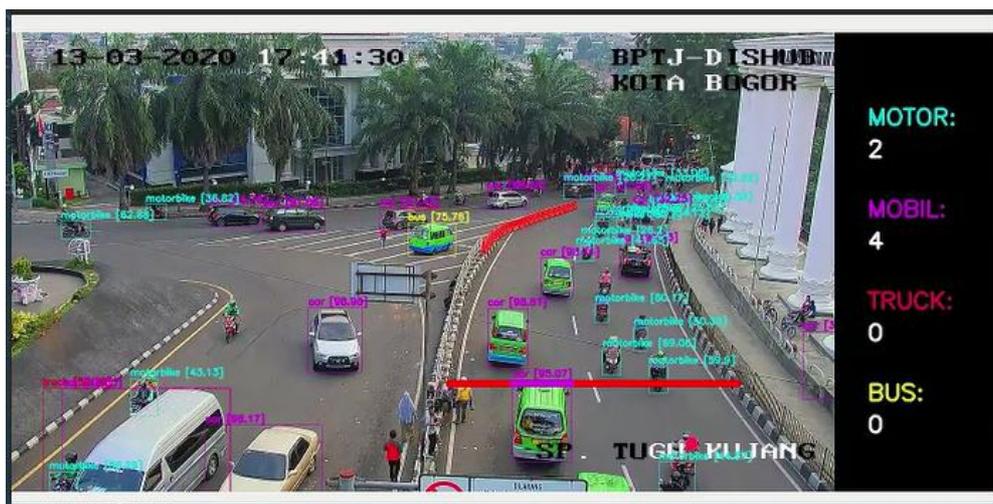
Pada sistem YOLOv4 sudah dilatihkan pada sebuah dataset objek deteksi yang bernama *Coco Dataset*. *Coco Dataset* mengandung 80 kelas objek, beberapa di antara 80 objek tersebut adalah jumlah kendaraan yang terdeteksi berdasarkan jenisnya. Jenis kendaraan yang akan dideteksi yaitu motor, mobil, bus dan truk. Alasan mengapa tidak melakukan pelatihan/pembelajaran ulang terhadap YOLOv4 adalah karena kurangnya jumlah dataset kendaraan dan juga komputasi untuk melakukan pelatihan/pembelajaran terhadap suatu dataset itu sangatlah besar sehingga membutuhkan perangkat komputer dengan spesifikasi yang cukup tinggi. Oleh karena itu diputuskan untuk menggunakan YOLOv4 yang sudah dilakukan pelatihan terhadap *Coco Dataset* yang memuat 80 kelas objek, akan tetapi dari 80 kelas objek tersebut hanya menfilter 4 objek kendaraan saja yang dikeluarkan sebagai outputnya.

Agar dapat di aplikasikan, maka sistem dikemas dalam bentuk website. *Framework* yang digunakan dalam membuat website ini adalah *django web framework*. penggunaan *django* dikarenakan *web framework* ini berbasis bahasa pemrograman *python*, dimana bahasa *django* juga digunakan dalam sistem deteksi objek seperti yang digunakan pada YOLOv4.

Berikut merupakan alur kerja sistem deteksi kendaraan menggunakan metode YOLOv4, yaitu: langkah pertama adalah melakukan ekstraksi pada tiap *frame* dalam video yang akan digunakan, kemudian tiap *frame* atau gambar tersebut akan menjadi input untuk YOLOv4. YOLOv4 akan memberikan *output* berupa objek apa saja yang terdapat pada gambar tersebut serta lokasi atau koordinatnya (berupa kordinat kotak), seperti Gambar 4.

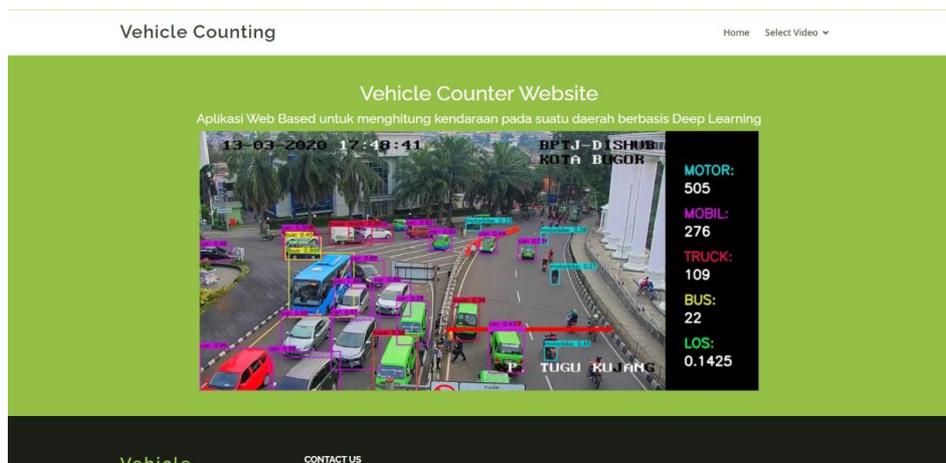


Gambar 4. Deteksi awal objek

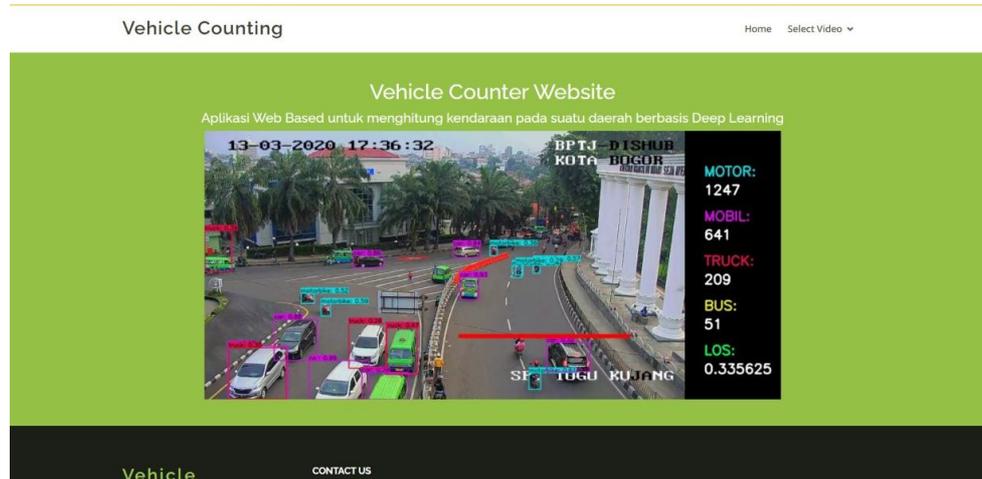


Gambar 5. Deteksi beberapa objek

Lalu setelah itu memfilter hasil dari output yang diberikan, apakah objek tersebut termasuk dalam objek kendaraan yang akan di deteksi atau tidak, jika termasuk maka kemudian disimpan dan jika tidak sesuai maka akan dibuang. Semua output YOLOv4 yang sudah difilter pada poin sebelumnya digambarkan sebagai input, sehingga kita bisa melihat visualisasinya pada tampilan website pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Tampilan Vehicle Counter Website



Gambar 7. Tampilan Nilai LOS

Objek yang sudah tersimpan kemudian dicek koordinatnya, apakah menyentuh atau melewati garis yang sudah dibuat untuk menandai bahwa kendaraan tersebut melewati daerah yang ingin dihitung atau tidak. Jika melewati atau menyentuh kendaraan tersebut maka akan dihitung sebagai kendaraan yang melewati jalan tersebut, jika tidak melewati maka tidak akan dihitung.

Proses terakhir adalah menghitung setiap jumlah kendaraan yang dihasilkan, yang nantinya akan diakumulasi dan di hitung nilai LOS nya, untuk menilai kinerja jalan yang menjadi indikator dari kemacetan dan disimpan pada sebuah file bertipe CSV.

KESIMPULAN

Hasil dari pelatihan dan pengujian menghasilkan nilai MSE dan MAPE sebesar 0.3371 dan 0.405%. Kedua nilai tersebut menunjukkan bahwa proses pelatihan menggunakan algoritma ANFIS dapat memprediksi jumlah atau volume kendaraan dengan baik, sehingga *Fuzzy Inference System* (FIS) yang dihasilkan dapat digunakan untuk melakukan prediksi pada proses pengujian. Pada hasil prediksi dapat diketahui jumlah kendaraan, nilai LOS dan status kemacetan yang terjadi saat itu, diketahui jumlah kendaraan yang melewati jalur SSA mencapai 5.034 dengan kapasitas jalan 6.400. Sehingga status kemacetan yang terjadi berada di level C dengan nilai 0,78. Nilai tersebut menyatakan bahwa tingkat pelayanan memiliki karakteristik arus stabil, tetapi pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih dengan kecepatan sebesar 60 Km/Jam dan kepadatan lalu lintas sedang.

Sistem pendeteksi jumlah kendaraan yang menggunakan metode YOLOv4 pada penelitian ini menghasilkan jumlah kendaraan yang akan diakumulasi dan di hitung nilai LOS nya, untuk menilai kinerja jalan yang menjadi indikator dari kemacetan. Sistem tersebut akan digunakan oleh petugas yang mengawasi kemacetan di jalur Sistem Satu Arah kota Bogor. Sistem pendeteksi ini diharapkan akan membantu petugas ITC (Information Traffic Centre) dalam mengelola traffic light yang akan meminimalisir kemacetan yang berasal dari berbagai simpangan jalan yang menuju jalan Otista.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam kesempatan ini peneliti mengucapkan Terima kasih kepada Pihak Dana Hibah Penelitian Kemristek Dikti Tahun 2020 yang telah memberikan dana penelitian hingga penelitian ini bisa terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Herdianto, 2013. “Prediksi Kerusakan Motor Induksi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation, p.8., Medan, Universitas Sumatera Utara
- [2] Jang, YJ. Architecture of Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System, 1997.
- [3] Noor Azizah, 2016. Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (Anfis) Untuk Prediksi Tingkat Layanan Jalan. Jurnal Disprotek, Vol. 7.
- [4] Candra Dwi, M. Muslikh., “Perbandingan Akurasi Backpropagation Neural Network Dan ANFIS Untuk Memprediksi Cuaca”, Journal of Scientific Modelling and Computation, vol.1, no. 1, 2013.
- [5] Irmaya Citra Harwendhani., Ika Purwanti Ningrum., Muh. Ihsan Sarita., “Sistem Pendeteksi Jumlah Mobil Dalam Intelligent Transport System (ITS) Menggunakan Metode Viola-Jones”, Jurnal semanTIK., Vol.2, No.1, pp. 279-288, Jan-Jun 2016.
- [6] Ata, R and Y. Kocygit. 2010. Expert Systems with Applications An adaptive neuro-fuzzy inference system approach for prediction of tip speed ratio in wind turbines. Expert Syst. Appl., Vol. 37, no. 7, pp 5454-5460
- [7] Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997.
- [8] Riyadi Suhandi., Budi Arief., Andi Rahmah., “Evaluasi Kinerja Jalan Pada Penerapan Sistem Satu Arah Di Kota Bogor”, Program Studi Teknik Sipil Universitas Pakuan, Bogor, 2017
- [9] Departemen Perhubungan, 2019, Evaluasi dan Kinerja Jaringan Jalan dan Simpang di Wilayah Kota Bogor Tahun 2019, Dishub Kota Bogor, 2019
- [10] Departemen Pekerjaan Umum, 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) No.036/T/BM/1997, Jakarta
- [11] Departemen Pekerjaan Umum, 2007, Survey Lalu Lintas, Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Bina Teknik, Jakarta
- [12] Laporan Akhir Evaluasi Kinerja Jaringan Jalan dan Simpang Wilayah Kota Bogor, Tahun Anggaran 2019, Dinas Perhubungan Kota Bogor.
- [13] L. Chen, F. Ye, Y. Ruan, H. Fan, and Q. Chen, “An algorithm for highway vehicle detection based on convolutional neural network,” *Eurasip J. Image Video Process.*, vol. 2018, no. 1, pp. 1–7, 2018.
- [14] M. S. Chauhan, A. Singh, M. Khemka, A. Prateek, and R. Sen, “Embedded CNN based vehicle classification and counting in non-laned road traffic,” 2019.
- [15] Unsky. 2017. yolo-for-windows-v2. *GitHub*. <https://github.com/unsky/yolo-for-windows-v2>. Web. diakses 30 April 2018.
- [16] J. Sang *et al.*, “An improved YOLOv2 for vehicle detection,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 18, no. 12, 2018.