

Algoritma Interest Point Dalam Segmentasi Citra Objek Kendaraan

Tantri Indrabulan

Program Studi Teknik Informatika
Universitas Patria Artha
Gowa, Indonesia

Tantri.indrabulan@patria-artha.ac.id

Irwan Syarif

Program Studi Manajemen Informatika
Universitas Patria Artha
Gowa, Indonesia

firaysnawri88@gmail.com

Abstrak—Penelitian ini mengumpulkan data berupa gambar dan video yang berisi objek kendaraan di lalu lintas. Data tersebut kemudian akan diproses menggunakan algoritma pengolahan citra dan dikombinasikan dengan algoritma kecerdasan buatan. Penelitian ini akan difokuskan pada pengolahan citra berbasis algoritma hibrid Interest Point jenis Harris yang dapat mengoptimasi segmentasi citra objek. Proses tersebut dilakukan sebab segmentasi citra objek merupakan faktor utama yang mempengaruhi hasil dari sistem. Pada akhirnya sistem akan dirancang untuk menghasilkan informasi baru sesuai dengan alur sistem yang didasarkan pada kebutuhan, antara lain: pengenalan kendaraan, pengklasifikasian kendaraan, perhitungan jumlah kendaraan, dan pergerakan kendaraan.

Kata kunci—*pengolahan citra; kecerdasan buatan; interest point; segmentasi citra; deteksi kendaraan.*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan penelitian tentang pemrosesan video khusus pada kegiatan lalu lintas di jalanan terbagi menjadi beberapa bagian yaitu deteksi objek (kendaraan, jalan, pejalan kaki, dan lain-lain), klasifikasi jenis objek, dan tracking objek. Penelitian-penelitian pada tabel state of the art di bawah ini telah mengadopsi berbagai macam algoritma yang telah disesuaikan dengan kebutuhan penyelesaian masalah. Perancangan dalam penelitian-penelitian tersebut menerapkan algoritma yang telah ada, melakukan modifikasi algoritma, ataupun menerapkan algoritma baru yang diciptakan oleh peneliti.

Penelitian yang dilakukan berhubungan dengan kegiatan survei arus lalu lintas yang terdiri dari beberapa sistem terintegrasi antara lain: sistem deteksi kendaraan, sistem klasifikasi kendaraan, sistem tracking kendaraan, dan sistem counting kendaraan. Berdasarkan kompleksitas sistem tersebut maka algoritma yang akan digunakan yaitu hasil adopsi dari penelitian yang dilakukan oleh Nizar, Anbarsanti, dan Prihatmanto [1]. Akan tetapi klasifikasi jenis kendaraan dituntut untuk lebih spesifik dalam mengklasifikasikan kategori kendaraan motor, mobil, dan truk yang disesuaikan pada MKJI 1997 oleh karena itu metode klasifikasi yang digunakan yaitu Resilient Back-Propagation Neural Network seperti yang digunakan pada penelitian Nguwi dan Lim [2].

Untuk meningkatkan hasil deteksi maka pada penelitian ini digunakan algoritma deteksi HOG yang akan dihibrid dengan algoritma pada penelitian Jaafari et al. [3] dan Khalid, Mazoul, dan Ansari [4] yaitu konsep Sliding Window dan Harris Corner Detection, dengan Harris Corner Detection yang merupakan dasar dari Shi and Tomasi Corner Detection.

Sliding Window sebenarnya merupakan algoritma yang digunakan secara berpasangan dengan HOG walaupun terkadang algoritma tersebut tidak disebutkan secara rinci akan tetapi untuk konsep penelitian ini Sliding Window lebih ditekankan. Hal tersebut dilakukan sebab algoritma Harris akan dihibrid ke dalamnya sebagai inti dari optimasi proses segmentasi. Harris dipilih sebagai algoritma yang akan melakukan segmentasi karena algoritma ini bekerja berdasarkan konsep pencarian corner dalam gambar dan tidak dipengaruhi oleh ukuran piksel sehingga ukuran piksel minimum dalam state of the art yaitu 160 x 120 dapat lebih diperkecil lagi. Hal tersebut berarti dapat mempercepat waktu pemrosesan tanpa mengurangi informasi penting pada objek. Selain itu dengan konsep kerja Harris, diasumsikan bahwa deteksi video yang selama ini dilakukan pada setiap frame dapat diefisienkan hanya pada frame yang mengandung corner objek saja sehingga jumlah frame yang akan diolah akan semakin berkurang.

Selain itu penelitian ini juga didasarkan pada hasil preliminary research yang mengacu pada hasil penelitian yang berjudul “A Hybrid Recognition Method through Video Surveillance using Combined Harris-Edge” [5] dan “Optimasi Window pada Deskriptor HOG dan SVM untuk Klasifikasi Kendaraan dalam Survei Arus Lalu Lintas” [6]. Dari kedua penelitian tersebut maka dilakukan pengembangan penelitian dengan tujuan peningkatan hasil deteksi dan perhitungan jumlah kendaraan.

II. TEORI DASAR

Terdapat beberapa algoritma pengenalan objek yang termasuk dalam pendekatan interest point antara lain: FAST, Harris, SURF, MSER, dan lain-lain. Algoritma-algoritma ini bekerja berdasarkan ciri khusus pada objek contohnya algoritma Harris yang melihat adanya titik-titik sudut dalam gambar objek. Titik sudut dalam gambar dapat diketahui dengan membandingkan gradien warna pada 2 buah piksel

yang tersusun secara diagonal atau 2 buah garis miring yang saling bertemu. Oleh karena itu titik sudut tidak akan dapat didefinisikan pada piksel tunggal sebab hanya ada satu gradien per titik. Model gradien diperoleh dengan mencuplik sebuah window. Jika terjadi perubahan kecerahan yang kuat pada window dalam arah ortogonal maka window tersebut mengandung sebuah sudut. Harris merupakan sebuah detektor sudut yang umum digunakan sebab tidak terpengaruh oleh adanya perubahan geometrik seperti rotasi dan skala, variasi pencahayaan maupun noise pada gambar. Pencarian titik sudut pada metode Harris menggunakan nilai intensitas piksel pada window yang bergeser ke segala arah sehingga didapatkan perbedaan intensitas yang besar

Pendekatan untuk deteksi objek dapat dilakukan melalui pergeseran window. Window merupakan sebuah jendela yang memiliki ukuran piksel lebar dan tinggi tertentu dengan asumsi bahwa ukuran tersebut mewakili ukuran objek dalam sebuah gambar. Ukuran window dapat bervariasi dalam mendeteksi objek berdasarkan skala gambar yang berbeda, namun aspek rasionya akan tetap sama. Window bergeser dari sudut kiri atas ke arah kanan gambar kemudian turun ke bawah dan bergeser kembali ke kanan, begitu seterusnya hingga ke sudut kanan bawah sehingga menyerupai huruf Z yang berulang. Pergeseran ini diatur menggunakan nilai yang diperoleh dari hasil pengurangan ukuran piksel window dengan overlap antar window, semakin besar nilai pergeseran maka semakin sedikit jumlah window yang dihasilkan.

Algoritma klasifikasi yang digunakan ialah SVM dengan metode onevsone dengan konsep mencocokkan window pada kelas objek yang telah di training dalam database. Apabila sebuah window telah dinyatakan masuk ke dalam klasifikasi sebuah kelas maka selanjutnya dilakukan overlap window sebab satu objek kendaraan pada frame dapat dikenali oleh beberapa window. Nilai overlap diperoleh dari hasil trial-error dengan ambang batas minimum ialah setengah dari ukuran window objek kendaraan.

KLT merupakan algoritma yang digunakan untuk melakukan tracking terhadap area bounding box dari hasil pendeteksian algoritma Harris. Konsep tracking ini yaitu membandingkan nilai fitur pada setiap frame dengan memberikan skor pada masing-masing bounding box. Apabila nilai skor bounding box pada frame acuan hingga frame n termasuk dalam nilai ambang batas sebuah objek maka bounding box tersebut merupakan satu buah objek yang sama. Selain membandingkan nilai skor, tracking yang digunakan ini bersifat multiple objek sehingga penentuan overlap dan arah perpindahan bounding box pada setiap frame juga akan diperhatikan. Nilai overlap dan arah pada algoritma KLT ini diperoleh dari hasil trial-error. Proses perhitungan jumlah kendaraan pada blok hitung kendaraan ini dilakukan berdasarkan jumlah objek yang telah dikenali pada tahapan tracking ini. Oleh karena itu keakuratan jumlah kendaraan sangat bergantung pada hasil tracking-nya

Analisis hasil deteksi kendaraan dapat ditinjau dari time process yaitu dengan menggunakan profiler sistem ketika program sedang dijalankan. Sedangkan hasil deteksi dan klasifikasi SVM dapat divalidasi menggunakan nilai persentasi sensitivity, specificity, precision, dan accuracy yang dirumuskan sebagai berikut [7].

$$\text{Sensitivity} = \frac{tp}{tp+fn} \quad (1)$$

$$\text{Specificity} = \frac{tn}{tn+fp} \quad (2)$$

$$\text{Precision} = \frac{tp}{tp+fp} \quad (3)$$

$$\text{Accuracy} = \frac{(tp+tn)}{(tp+tn+fp+fn)} \quad (4)$$

Apabila hasil perancangan sistem berupa rekaman video maka jumlah tn tidak dapat didefinisikan sehingga penentuan besarnya nilai ini diperoleh dari hasil pengurangan jumlah total objek negatif dengan fp dan untuk total objek negatif itu sendiri diperoleh dari kelipatan jumlah sampel negatif dengan batas mendekati nilai fp. Konsep jumlah tn ini dapat diberlakukan pada masing-masing video yang digunakan

III. METODOLOGI

Tahapan awal dari perancangan sistem dalam penelitian ini yaitu pembuatan database. Database dibagi menjadi 3 bagian berdasarkan jenis kendaraan yang akan diklasifikasi antara lain: database motor, database mobil dan database truk. Masing-masing database di-training menggunakan objek positif dan negatif yang diperoleh dari pengolahan data gambar. Algoritma ekstraksi fitur yang digunakan untuk mengenali objek kendaraan ialah HOG. Dari hasil pembuatan database diketahui bahwa jumlah fitur untuk masing-masing kendaraan yaitu 144 fitur. Berikut ini merupakan salah satu contoh spesifikasi database untuk motor.

Property ▲	Value
BinaryY	166x3 double
CodingName	'onevsone'
Y	166x1 double
X	166x144 double
RowsUsed	[]
W	166x1 double
ModelParameters	1x1 ECOParams
NumObservations	166
HyperparameterOptimizationResults	[]
PredictorNames	1x144 cell
CategoricalPredictors	[]
ResponseName	'Y'
ExpandedPredictorNames	1x144 cell
ClassNames	[1;2;3]
Prior	[0.8614,0.0843,0.0542]
Cost	[0,1,1;1,0,1;1,1,0]
ScoreTransform	'none'
BinaryLearners	3x1 cell
BinaryLoss	'hinge'
CodingMatrix	[1,1,0;-1,0,1;0,-1,-1]
LearnerWeights	[0.9458,0.9157,0.1386]

Gambar 1. Spesifikasi database motor

Algoritma Interest Point Dalam Segmentasi Citra Objek Kendaraan

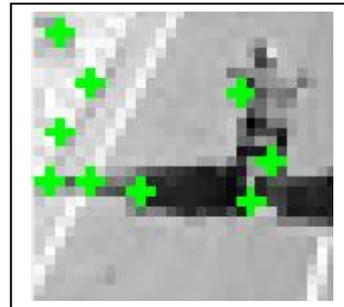
Tahapan selanjutnya yaitu pengolahan data video. Kondisi objek kendaraan pada video pengolahan divariasikan ke dalam 6 buah kategori antara lain:

- Video kategori 1 (V1): terdapat bayangan objek kendaraan berwarna hitam di jalan yang dihasilkan oleh pengaruh cahaya matahari.
- Video kategori 2 (V2): objek kendaraan tidak memiliki bayangan. Kondisi ini dapat tercipta ketika cuaca mendung.
- Video kategori 3 (V3): terdapat bayangan objek kendaraan berupa pantulan cermin di jalan yang dihasilkan oleh pengaruh adanya air hujan di jalan.
- Video kategori 4 (V4): kendaraan bergerak dengan kecepatan sedang. Hal tersebut dapat memberikan efek blur. Hanya pada video ini yang jalannya boleh dilalui oleh truk.
- Video kategori 5 (V5): kendaraan bergerak dengan kecepatan tinggi di jalan tol. Hal tersebut dapat memberikan efek blur yang lebih tinggi.
- Video kategori 6 (V6): kendaraan bergerak dengan kecepatan sedang namun penampakan objek saling tumpang tindih. Hal tersebut dapat terlihat pada trafik antrian dipersimpangan lampu lalu lintas

Masing-masing kategori diwakili oleh 1 video sehingga total video yang digunakan yaitu 6 buah dengan spesifikasi ukuran 1920 x 1080 piksel, format .MOV, dan berdurasi 2 menit. Resolusi video nantinya akan diturunkan hingga ukuran minimum 94 x 56 piksel. Sedangkan format video .MOV dari hasil perekaman akan diubah menjadi .AVI.

Pengambilan data dilakukan di tempat penyeberangan orang TPO dengan menempatkan kamera di atas tripod. Ruas jalan yang di-capture yaitu dipilih hanya untuk salah satu arah laju kendaraan saja. Jika dalam satu arah terdapat 2 jalur maka yang diambil hanya 1 jalur saja. Kondisi jalan 1 arah 1 jalur pada lokasi penelitian memiliki jumlah lajur yang berbeda (2 lajur atau 3 lajur) akan tetapi hal ini diabaikan dan video akan tetap meng-capture 1 jalur tersebut. Pengambilan data pada penelitian ini akan dilakukan dari sudut pandang tampak belakang kendaraan sehingga kendaraan bergerak menjauhi kamera. Hal ini dilakukan sebab berdasarkan hasil preliminary research kendaraan yang di-capture dari arah belakang memiliki fitur tepi objek yang cukup seragam sehingga memudahkan proses pengenalan objek ketika menggunakan algoritma berbasis tepi dan sudut. Data pemrosesan berupa video kemudian diambil berdasarkan karakteristik data sesuai dengan kebutuhan survei arus lalu lintas yaitu 3 lokasi jalan di Kota Makassar, Sulawesi Selatan, antara lain: Jalan A. P. Pettarani dengan laju kecepatan kendaraan sedang, Jalan Tol Reformasi dengan laju kecepatan kendaraan tinggi, dan Jalan Jend. Sudirman dengan kondisi trafik antrian lampu lalu lintas.

Prosedur pertama dalam perancangan sistem ialah mengeliminasi frame menggunakan Harris dengan parameter jumlah corner dengan ketentuan motor dan mobil di atas 20 buah serta truk di atas 50 buah. Setelah frame dinyatakan mengandung objek maka langkah selanjutnya yaitu melakukan sliding window dengan parameter ukuran window yaitu 24 x 24 piksel untuk motor, 30 x 30 piksel untuk mobil, dan 50 x 50 piksel untuk truk. Jarak overlap pada sliding yang digunakan yaitu 5 piksel. Tahapan selanjutnya ialah mencuplik window kemudian melakukan ekstraksi fitur HOG dengan tambahan proses deteksi corner Harris sebelum ekstraksi fitur dilakukan.



Gambar 2. Corner yang terdeteksi dalam window

Kekurangan dari preliminary research pada penelitian awal yaitu keseluruhan window dalam frame harus diproses sehingga pada penelitian ini dirancang untuk mengeliminasi window yang dianggap tidak mengandung objek dengan mengacu pada jumlah marker. Gambar 4 memperlihatkan marker hasil deteksi corner pada sebuah window. Eliminasi dilakukan dengan memberikan standar jumlah piksel marker dan diketahui bahwa setiap marker terdiri dari 5 buah piksel. Dari hasil pengamatan jumlah marker pada jenis kendaraan maka ditentukan jumlah piksel acuan yaitu 30 piksel untuk motor, 40 piksel untuk mobil, dan 70 piksel untuk truk. Apabila jumlah piksel marker dalam sebuah window berada di atas nilai acuan maka window tersebut akan dicuplik dan melanjutkan proses deskripsi fitur sedangkan window yang berada di bawah nilai acuan akan diabaikan. Dengan melakukan hal tersebut maka waktu komputasi untuk melakukan deteksi kendaraan akan semakin berkurang.

Algoritma SVM bekerja dengan melakukan prediksi kelas pada fitur pengujian berdasarkan model yang telah di training sebelumnya. SVM yang digunakan pada perancangan ini yaitu multiclass SVM sehingga jumlah kelas tergantung dari jumlah objek yang akan diklasifikasikan dan ditambah dengan kelas untuk objek negatifnya. Jumlah sampel data yang digunakan untuk masing-masing kelas berbeda-beda oleh karena itu berikut ini akan dideskripsikan jumlah sampel berdasarkan jenis kendaraan dan kelas-kelas training-nya.

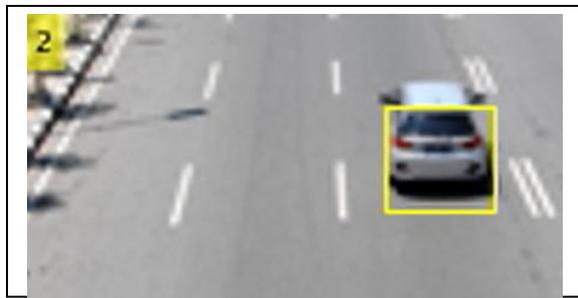
- 3 kelas untuk jenis kendaraan motor yang terdiri dari 143 buah gambar negatif selain

motor, 14 buah gambar motor yang tampak belakang, dan 9 buah gambar negatif khusus untuk kaca spion mobil.

- 2 kelas untuk jenis kendaraan mobil yang terdiri dari 298 buah gambar negatif selain mobil dan 312 buah gambar mobil dengan jenis mobil yang variatif.
- 2 kelas untuk jenis kendaraan truk yang terdiri dari 7 buah gambar negatif selain truk dan 26 buah gambar truk dan bis dengan jenis yang variatif.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Output dari perancangan sistem deteksi kendaraan ini yaitu sebuah rekaman video yang tersusun dari frame-frame hasil deteksi dengan tipe data RGB sesuai input video. Setiap frame akan dilengkapi dengan angka penghitung jumlah kendaraan di sudut kiri atas. Nilai tersebut akan berubah sesuai dengan angka yang ada dalam blok hitung kendaraan berdasarkan jumlah kendaraan yang bergerak dan telah lewat seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 3. Tampilan video hasil pengujian

Hasil dari blok bounding box berupa kotak persegi berwarna kuning juga akan ditampilkan pada output. Untuk memudahkan proses analisis kinerja sistem maka output video akan dibagi berdasarkan tolak ukur antara lain: jenis pengambilan data video yang terdiri dari 6 buah kategori video dan klasifikasi jenis kendaraan yang terdiri motor, mobil dan truk.

Analisis hasil deteksi kendaraan yaitu ditinjau dari time process dalam satuan detik pada tabel di bawah ini diperoleh dari tampilan profiler Matlab saat sistem dijalankan.

TABEL I. TIME PROCESS

Waktu	Jenis Kendaraan		
	Motor	Mobil	Truk
V1	271,93	126,58	-
V2	369,00	144,41	-
V3	337,95	130,79	-
V4	365,55	237,22	103,50
V5	-	115,26	-
V6	238,91	352,82	-
Rata-Rata (S)	316,67	184,51	103,50

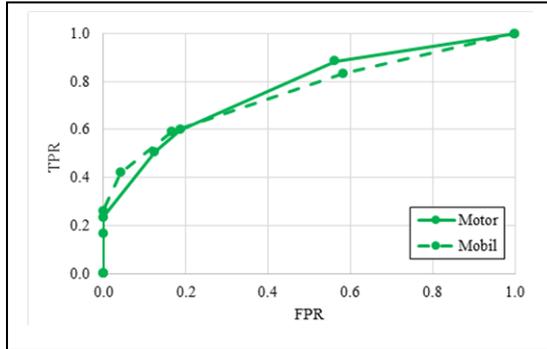
Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa rata-rata waktu pemrosesan terendah terjadi saat pendeteksian jenis kendaraan truk. Sedangkan motor memiliki rata-rata waktu pemrosesan yang tinggi. Hal tersebut terjadi karena adanya pengaruh dari ukuran window yang mencuplik objek. Window yang digunakan pada motor yaitu 24 x 24 piksel, 30 x 30 piksel untuk mobil, dan ukuran 50 x 50 piksel pada truk. Ukuran window pada motor lebih kecil dibandingkan mobil dan truk. Ini berarti jumlah window akan semakin banyak sehingga pemrosesan pun membutuhkan waktu yang lebih banyak juga.

TABEL II. ANALISIS KINERJA SISTEM DENGAN METODE VALIDASI SENSITIVITY, SPECIFICITY, PRECISION, DAN ACCURACY

Metode Validasi	Data	Jenis Kendaraan		
		Motor	Mobil	Truk
Sensitivity	V1	95	92,86	-
	V2	96,08	100	-
	V3	82,61	88,24	-
	V4	95,24	90,48	20
	V5	-	92,86	-
	V6	88,89	93,1	-
Rata-rata (%)		91,56	92,92	20,00
Specificity	V1	98,89	88,1	-
	V2	100	98	-
	V3	97,83	100	-
	V4	98,94	97,35	93,33
	V5	-	100	-
	V6	93,52	97,41	-
Rata-rata (%)		97,84	96,81	93,33
Precision	V1	96,61	72,22	-
	V2	100	96,15	-
	V3	95	100	-
	V4	90,91	79,17	25
	V5	-	100	-
	V6	77,42	90	-
Rata-rata (%)		91,99	89,59	25,00
Accuracy	V1	97,92	89,29	-
	V2	98,69	98,67	-
	V3	92,75	96,08	-
	V4	98,57	96,67	86
	V5	-	96,43	-
	V6	92,59	96,55	-
Rata-rata (%)		96,10	95,62	86,00

Untuk mengetahui kinerja sistem maka digunakan metode Receiver Operating Characteristic (ROC) yang akan membandingkan nilai kesalahan dan nilai kesuksesan sistem dalam mendeteksi objek. ROC merupakan sebuah kurva perbandingan sensitivity (tp

rate (TPR)) pada sumbu vertikal dan specificity (fp rate (FPR)) pada sumbu horisontal. Kinerja sistem tersebut dapat diukur melalui perhitungan daerah dibawah kurva ROC yang disebut dengan Area Under the Receiver Operating Characteristics Curve (AUC). Karena AUC merupakan luasan area dari kurva ROC yang berbentuk persegi empat, maka nilainya berada pada rentang 0 hingga 1.



Gambar 4. Grafik ROC untuk mendeteksi motor dan mobil

Grafik ROC pada gambar 4 didasarkan pada nilai TPR dan FPR hanya untuk kendaraan jenis motor dan mobil, sedangkan truk tidak dapat dihitung sebab jumlah variabel video deteksinya tidak memenuhi. Berdasarkan kurva ROC dengan garis solid (motor) pada gambar di atas diketahui bahwa penelitian ini memiliki nilai AUC sebesar 0,870215. Berdasarkan nilai kinerja sistem maka termasuk dalam kategori Good. Kurva ROC untuk deteksi mobil dapat dilihat pada garis putus-putus dengan nilai AUC 0,855892 yang juga termasuk dalam kategori Good.

V. KESIMPULAN

Algoritma interest point jenis Harris yang dihibrid dengan sliding window serta dikombinasikan dengan deksriptor HOG serta SVM sebagai pengklasifikasi dapat mendeteksi kendaraan pada video beresolusi 94 x 56 piksel. Hasil deteksi menunjukkan persentasi rata-rata accuracy tertinggi yaitu 96,10% untuk motor, 95,62% untuk mobil, dan 86,00% untuk truk. Selain itu dengan penggunaan algoritma interest point maka jumlah pemrosesan frame dalam video menjadi lebih sedikit sebab algoritma ini dapat mereduksi frame yang tidak mengandung objek kendaraan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana dengan adanya bantuan pendanaan penelitian dari Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. N. Nizar, N. Anbarsanti, and A. S. Prihatmanto, "Multi-object tracking and detection system based on feature detection of the intelligent transportation system," in *2014 IEEE 4th International Conference on System Engineering and Technology (ICSET)*, 2014, vol. 4, pp. 1–6.
- [2] Y. Y. Nguwi and W. J. Lim, "Number Plate Recognition in Noisy Image," *8th IEEE Int. Congr. Image Signal Process.*, no. Cisp, pp. 476–480, 2015.
- [3] I. EL Jaafari, M. EL Ansari, L. Koutti, A. Ellahyani, and S. Charfi, "A Novel Approach for On-road Vehicle Detection and Tracking," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 7, no. 1, 2016.
- [4] Z. Khalid, A. Mazoul, and M. El Ansari, "A new vehicle detection method," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 1, no. 3, 2011.
- [5] T. Indrabulan, "A Hybrid Recognition Method Through Video Surveillance Using Combined Harris-Edge," *Patria Artha Technol. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 61–66, 2018.
- [6] T. Indrabulan and R. Aminuddin, "Optimasi Window pada Deskriptor HOG dan SVM untuk Klasifikasi Kendaraan dalam Survei Arus Lalu Lintas," *J. INSTEK (Informatika Sains dan Teknol.*, vol. 3, no. 1, pp. 61–70, 2018.
- [7] I. Nurtanio, "Classifying Cyst and Tumor Lesion Using Support Vector Machine Based on Dental Panoramic Images Texture Features," Feb. 2013.