

A HYBRID RECOGNITION METHOD THROUGH VIDEO SURVEILLANCE USING COMBINED HARRIS-EDGE

Tantri Indrabulan

Faculty Of Engineering And Informatics, Patria Artha University

tantri.indrabulan@patria-artha.ac.id

Submitted : 26 Maret 2018 | Accepted : 31 Maret 2018

Abstract

This paper discuss Intelligent Transportation System (ITS) which is incorporated with computer vision techniques in recognition of vehicles for typical fast growth cities in development countries. Two algorithm are combined i.e. Harris and Edge Prewitt to increase accuration of vehicles' detection. Verification is conducted using Support Vector Machine (SVM) and Histograms of Oriented Gradiens (HOG) as its descriptor. Six pieces of experimental videos from a wide variety of road conditions are used for processing. It shows that percentage average for sensitivity is 75.73%, specificity 90.1% precision 56.0% and with accuration of 77.73%.

Keywords— Intelligent Transportation System (ITS), vehicles' detection, interest point, Harris, Edge Prewitt, HOG, SVM

PENDAHULUAN

Kondisi jalan dan kepadatannya merupakan salah satu tolak ukur bahwa sarana serta prasarana transportasi mampu mendukung arus mobilitas yang mampu meningkatkan perkembangan suatu kota [1]. Di negara Indonesia telah ditetapkan sebuah aturan perundang-undangan dalam PP RI nomor 32 tahun 2011 tentang manajemen dan rekayasa, analisis dampak, serta manajemen kebutuhan lalu lintas [2]. Khusus pada kegiatan rekayasa lalu lintas dibutuhkan survei arus lalu lintas meliputi perhitungan volume dan komposisi. Ahmad Syukri [3] dalam penelitiannya menyatakan bahwa survei volume lalu lintas masih dilakukan secara manual dengan menghitung jumlah kendaraan per satuan waktu dan menggunakan metode manual untuk mengelompokkan kendaraan berdasarkan kelas-kelasnya. Hasil survei tersebut dijadikan acuan untuk desain geometrik jalan, desain struktur konstruksi perkerasan jalan dan jembatan, manajemen lingkungan dan angkutan, serta untuk perhitungan ekonomi.

Penerapan Intelligent Transport System (ITS) dalam perencanaan,

perancangan, dan pengembangan rekayasa lalu lintas akan dapat mengefisienkan waktu survei arus lalu lintas. ITS adalah integrasi antar sistem informasi dan teknologi komunikasi dengan infrastruktur transportasi, kendaraan dan pengguna jalan. Melalui sistem ini, pemerintah memberikan solusi dengan mengintegrasikan pengguna jalan, sistem transportasi, dan kendaraan menggunakan sistem informasi dan teknologi komunikasi. Perangkat utama yang digunakan dalam infrastruktur ITS yaitu kamera yang bersifat computer vision. Computer vision merupakan sistem yang bekerja dengan memanfaatkan data video. Data tersebut kemudian akan diproses menggunakan algoritma pengolahan citra dan dikombinasikan dengan algoritma kecerdasan buatan untuk mengenali objek tertentu sehingga mampu menghasilkan sebuah keputusan. Berdasarkan konsep tersebut maka dapat dilakukan penelitian untuk mengenali mobil menggunakan data dari kamera computer vision.

Sochor [4] dan Basri dkk [5] telah melakukan penelitian untuk mendeteksi mobil menggunakan algoritma Gaussian Mixture Models. Konsep dalam penelitian ini yaitu

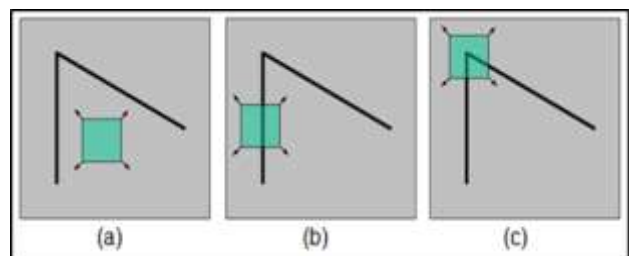
mendeteksi objek bergerak berdasarkan pemisahan area background dan foreground. Akan tetapi jika objek tersebut tidak mengalami pergerakan maka objek tersebut tidak akan terdeteksi. Sedangkan diketahui bahwa umumnya jalan-jalan perkotaan akan mengalami antrian kendaraan pada jam-jam sibuk dan khususnya di persimpangan lampu lalu lintas. Oleh karena itu sistem deteksi mobil mulai dikembangkan ke arah fitur-fitur khas dari objek.

Penelitian yang dilakukan oleh Dewiani Djamaluddin dkk [6] melakukan pendeteksian mobil berdasarkan fitur khas objek menggunakan metode Viola-Jones. Metode ini telah mampu mengenali objek mobil namun objek yang memiliki fitur haar menyerupai mobil juga ikut terdeteksi. Oleh karena itu dibutuhkan lebih banyak data latih dan penyesuaian parameter. Metode Shi and Tomasi Corner Detector dapat digunakan untuk mendeteksi mobil dengan menggunakan pendekatan interest point [7]. Dengan menerapkan algoritma berbasis corner maka mobil akan dapat terdeteksi walaupun objek tersebut tidak mengalami perpindahan posisi piksel dalam video. Penelitian tersebut juga dikombinasikan dengan Edge Canny sehingga point-point corner akan saling terhubung sehingga bentuk mobil dapat terdefiniskan. Berdasarkan penelitian tersebut maka penelitian ini akan merancang sebuah sistem pendeteksi mobil dengan menggunakan algoritma Harris Corner Detector yang merupakan dasar dari Shi and Tomasi Corner Detector. Selain itu sebagai penghubung corner maka digunakan metode Edge Prewitt sebab Canny sangat sensitif terhadap perubahan nilai piksel sehingga dapat menghasilkan banyak noise. Sedangkan untuk memaksimalkan hasil deteksi mobil maka ditambahkan pula verifikator berupa algoritma pengklasifikasi SVM dengan deskriptor HOG agar sistem mampu mendeteksi mobil dengan tepat. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sebuah sistem yang mampu mendeteksi mobil untuk kegiatan survei volume lalu lintas walaupun berada di jalan dalam kondisi antrian.

TEORI

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.



Gambar 1. Windowing untuk mencari sudut [8]

Gambar 1 merupakan perbandingan windowing untuk mengetahui keberadaan sudut dalam sebuah gambar. Gambar 1(a) menunjukkan window yang konstan (flat) sebab tidak terjadi perubahan pada semua arah. Window tepi/garis (edge) seperti yang terlihat pada gambar 1(b) juga tidak terjadi perubahan di sepanjang arah garis. Sedangkan gambar 1(c) menampilkan perubahan yang signifikan dalam window di segala arahnya, bahkan perubahan yang minimum juga termasuk, sehingga window ini mengandung sudut. Perubahan dalam window dinyatakan dalam $E(u,v)$ yang merupakan penjumlahan dari fungsi windowing (x,y) di setiap kuadrat

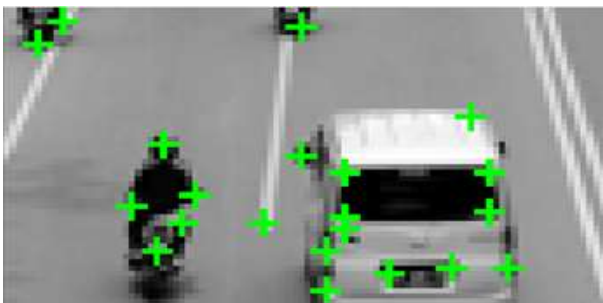
hasil pengurangan intensitas shifted piksel $(x+u,y+v)$ dengan intensitas piksel (x,y) seperti ditunjukkan pada persamaan 2 berikut.

$$E(u,v) = \sum_{(x,y)} [w(x,y) [I(x+u,y+v) - I(x,y)]^2]$$

Intensitas shifted dan intensitas pada window konstan akan bernilai kecil, sedangkan yang mengandung sudut akan bernilai besar sehingga nilai $E(u,v)$ juga akan besar.

METODE PENELITIAN

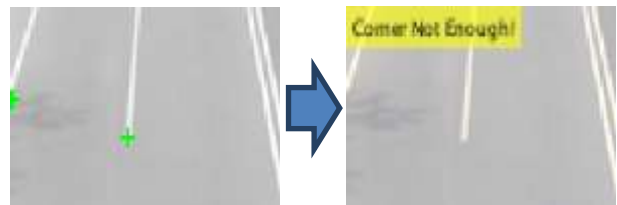
Konsep penelitian ini yaitu melakukan penentuan secara langsung posisi window yang akan dicuplik menggunakan algoritma hibrid Harris dan edge. Tidak hanya pada penentuan posisi tetapi algoritma Harris juga akan dimanfaatkan untuk mengeliminasi frame yang akan diproses. Langkah pertama dalam proses deteksi mobil ini yaitu mendeteksi keberadaan corner pada frame menggunakan algoritma Harris. Corner yang akan ditampilkan merupakan jumlah keseluruhan dari corner yang terdeteksi. Gambar 2 memperlihatkan marker plus berwarna hijau pada frame grayscale. Marker ini mewakili posisi titik-titik corner yang terdeteksi. Dapat terlihat bahwa umumnya posisi marker berada ditepian objek seperti bagian pinggir badan mobil, kepala pengendara motor, dan sebagainya.



Gambar 2. Corner yang terdeteksi dalam frame

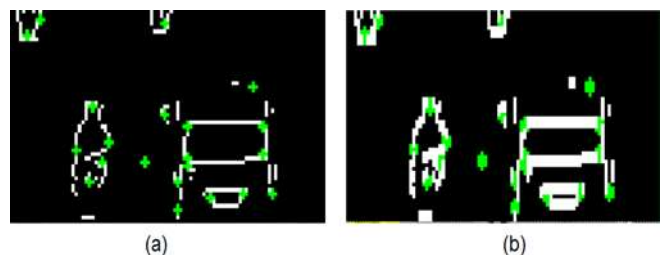
Dengan melihat bahwa marker mampu menunjukkan keberadaan kendaraan maka frame yang tidak memiliki cukup marker dapat dieliminasi dan sistem akan melanjutkan proses pendeteksian corner di frame berikutnya. Dari hasil pengamatan data video maka ditentukan jumlah corner untuk mobil

yaitu di atas 20 buah. Apabila jumlah corner pada blok deteksi kendaraan ini tidak terpenuhi maka proses akan langsung menuju ke blok output display dan menampilkan frame dengan keterangan “Corner Not Enough!” seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Frame dengan corner yang tidak mencukupi

Walaupun marker mampu menunjukkan posisi suatu kendaraan akan tetapi area objek tidak dapat didefinisikan oleh karena itu dibutuhkan sebuah algoritma yang mampu menghubungkan marker berdasarkan bentuk objek sesungguhnya. Dalam perancangan sistem ini, algoritma yang digunakan sebagai tambahan untuk menghubungkan marker-marker objek adalah edge dengan jenis Prewitt. Yang harus diperhatikan pada tahapan ini yaitu bahwa proses pengolahan corner dari hasil deteksi hanya dapat dilakukan pada masking frame. Masking frame merupakan sebuah frame bayangan yang hanya menampilkan piksel tertentu tanpa mempengaruhi nilai-nilai piksel dari frame asal. Penggabungan corner dari gambar 4 dengan hasil deteksi edge yang berupa piksel berwarna putih dapat dilihat pada masking frame di gambar 4(a).

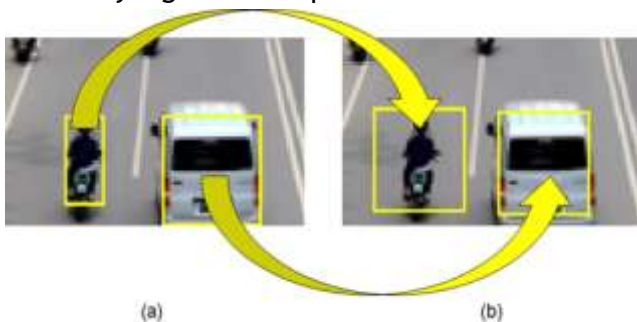


Gambar 4. Masking frame untuk (a) penggabungan corner dan edge serta (b) hasil filter morfologi

Gambar 4(b) menunjukkan masking frame yang telah di filter menggunakan metode

morfologi. Tahap ini bertujuan untuk menghubungkan piksel bertetangga agar area blob dapat terbentuk. Selanjutnya digunakan filter morfologi dimulai dari dilation dan diikuti oleh erosi menggunakan struktur line. Struktur line itu sendiri diinisialisasi dengan 2 parameter yaitu ukuran panjang dan arah garis berdasarkan sudut. Untuk mendeteksi mobil, parameter panjang line yang digunakan pada metode dilation ialah 3 piksel dengan sudut 90 derajat sedangkan erosi menggunakan panjang line 1 piksel dengan sudut 0 derajat.

Setelah corner dan edge saling terhubung maka area blob dapat diketahui dengan menghitung luasan piksel. Standar minimum area blob yang ditentukan ialah 100 piksel dengan asumsi bahwa area blob di bawah standar merupakan noise yang harus dieliminasi. Blob yang memenuhi standar kemudian akan ditandai dengan membentuk kotak persegi berwarna kuning di sekeliling blob seperti terlihat pada gambar 5(a). Hal ini merupakan tahapan untuk menentukan posisi window yang akan dicuplik.



Gambar 5. Posisi window objek terdeteksi dalam frame

Algoritma untuk mendeskripsikan fitur yang digunakan yaitu HOG. Parameter ukuran sel HOG yang digunakan ialah 8 x 8 piksel. Parameter ukuran window yang digunakan ialah 30 x 30 piksel. Mengingat bahwa sifat HOG yang sensitif terhadap jumlah fitur atau dengan kata lain area window yang diperoleh harus memiliki ukuran yang sama dengan inisialisasi, maka variasi window di tahapan gambar 5(a) akan diseragamkan sesuai ukuran mobil. Gambar 5(b) merupakan hasil

perubahan window pada jenis kendaraan mobil yang berukuran 30 x 30 piksel. Hasil ini diperoleh setelah melalui beberapa tahapan proses antara lain: pencarian centroid, pembentukan kotak persegi baru, pencuplikan window, dan pengisian area apabila berada di bawah ukuran inisialisasi. Pencarian centroid merupakan proses penentuan titik tengah atau setengah bagian dari kotak persegi. Centroid berupa titik piksel dengan nilai posisi sumbu X dan Y. Centroid yang diperoleh kemudian akan menjadi acuan untuk membentuk kotak persegi baru dengan menambahkan setengah ukuran window pada masing-masing keempat sisi centroid. Langkah selanjutnya ialah mencuplik window yang nantinya akan dideskripsikan menggunakan ekstraksi fitur HOG. Beberapa kegagalan sistem ditemui pada saat proses ekstraksi fitur sebab ukuran window yang dicuplik tidak sesuai dengan inisialisasi. Hal tersebut terjadi karena posisi centroid terkadang berada dekat dengan sisi frame oleh karena itu dilakukan penambahan piksel dengan mengisi area persegi hingga ukuran inisialisasi terpenuhi. Penambahan piksel ini dilakukan pada sisi kanan dan sisi bawah kotak persegi asli. Jumlah piksel tambahan diperoleh dari hasil pengurangan ukuran window inisialisasi dan window hasil blob yang diterapkan pada masing-masing panjang dan lebar persegi window hasil blob.

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. Klasifikasi mobil terdiri dari 2 kelas. Kelas 1 berisi 298 buah gambar negatif yang terdiri dari objek-objek selain mobil dan gambar sebagian badan mobil juga termasuk dalam kelas ini seperti pada gambar 6(a). Kelas 2 berisi 312 buah gambar mobil dengan bentuk yang bervariasi seperti pada gambar 6(b).



Gambar 6. Sampel training mobil

Jenis pembelajaran SVM yang digunakan yaitu onevsone. Hal tersebut berarti setiap pengujian window akan dipasang pada 2 buah kelas dan window akan dikategorikan ke salah satu kelas yang paling terdekat berdasarkan nilai fiturnya. Sisa kelas yang tidak dipasang akan diistirahatkan hingga mendapat giliran. Jumlah pembelajaran untuk setiap window yaitu $K(K - 1)/2$ dengan K adalah jumlah kelas dalam training.

Ketika sebuah window telah terklasifikasi maka yang menjadi tantangan selanjutnya yaitu proses untuk menggabungkan window sebab sebuah objek dalam frame dapat terdiri oleh beberapa window. Berdasarkan hal tersebut maka digunakan konsep overlap window dengan nilai tertentu dan diasumsikan bahwa window yang saling menindih merupakan window pada objek yang sama. Nilai overlap diperoleh dari hasil trial-error dengan batas minimum setengah dari ukuran window.

HASIL

Penelitian ini menggunakan 6 buah video beresolusi 96 x 54 piksel yang divariasikan sebagai berikut:

- Cuaca cerah, terdapat bayangan hitam dari kendaraan di jalan;
- Cuaca mendung, tanpa bayangan kendaraan;
- Cuaca hujan, bayangan kendaraan seperti pantulan cermin dengan warna yang lebih blur;
- Lokasi Jalan A. P. Pettarani, laju kecepatan kendaraan adalah sedang;
- Lokasi Jalan Tol Reformasi, laju kecepatan kendaraan adalah tinggi;
- Trafik antrian lampu lalu lintas.

Hasil dari uji coba sistem berdasarkan tabel confusion matrix ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Klasifikasi Fitur HOG

VIDEO	TP	FP	TN	FN
1	12	35	49	16
2	23	1	49	2
3	14	1	33	3
4	32	6	372	10
5	19	0	28	9
6	27	13	103	2

Dari tabel di atas dapat dihitung persentasi sensitivity, specificity, precision, dan accuracy yang dirumuskan sebagai berikut.

$$sensitivity = \frac{tp}{tp + fn}$$

$$specificity = \frac{tn}{tn + fp}$$

$$precision = \frac{tp}{tp + fp}$$

$$accuracy = \frac{tp + tn + fp + fn}{tp + tn + fp + fn}$$

Nilai persentasi sensitivity, specificity, precision, dan accuracy untuk masing-masing data video disajikan sebagai berikut.

TABEL 2. Hasil validasi rata-rata persentasi

VIDEO	SENSITIVITY	SPECIFICITY	PRECISION	ACCURATION
1	42.86	58.33	54.46	25.53
2	92	98	96	95.83
3	82.35	97.06	92.16	93.33
4	76.19	98.41	96.19	84.21
5	67.86	100	83.93	100
6	93.1	88.79	89.66	67.5
Rata-rata	75.73	90.1	85.4	77.73

Dari tabel di atas terlihat bahwa nilai rata-rata sensitivity sebesar 75.73% ini menunjukkan bahwa metode hibrid Harris-Edge masih kurang mampu mendeteksi objek mobil dari keseluruhan mobil yang ada dengan baik akan tetapi dengan nilai rata-rata specificity 90.1% membuktikan bahwa metode ini dapat mengurangi besarnya kesalahan deteksi. Precision merupakan persentasi yang menunjukkan kemampuan sistem dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan objek. Nilai rata-rata precision sistem ini cukup baik

yaitu 85.4% namun tidak diimbangi dengan nilai rata-rata accuracy yang meninjau sistem secara keseluruhan sebesar 77.73%.

Apabila dianalisis secara lebih spesifik pada masing-masing video, sesungguhnya metode hibrid Harris-Edge merupakan metode yang sangat baik untuk kondisi video tanpa bayangan hitam kendaraan sebab bayangan hitam akan dikenali sebagai objek oleh Prewitt dan kondisi ini lebih menurunkan nilai accuracy dibandingkan kondisi antrian kendaraan. khusus pada laju kecepatan mobil, parameter ini tidak mempengaruhi kinerja algoritma dalam sistem.

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat dilakukan penelitian lanjutan yang mampu menggantikan edge sebagai penghubung corner sebab corner itu sendiri telah dapat mengenali objek dengan sangat baik bahkan pada resolusi video yang sangat rendah. Metode dalam penelitian lanjutan juga diupayakan agar dapat bekerja pada kondisi yang tidak dipengaruhi oleh bayangan kendaraan maupun antrian kendaraan.

KESIMPULAN

Metode hibrid Harris-Edge yang diterapkan pada 6 buah variasi video dapat bekerja dengan baik kecuali pada video yang memiliki bayangan kendaraan disebabkan oleh penggunaan metode Prewitt namun khusus untuk algoritma Harris itu sendiri mampu mengenali posisi objek mobil yang handal pada kondisi apapun

REFERENSI

- [1] Ismiyati, "Mobilitas Transportasi Dikaitkan Dengan Pemilihan Tempat Tinggal Di Kawasan Pinggiran Kota Semarang Ujian Promosi Doktor," Disertasi, Program Doktor Teknik Arsitektur dan Perkotaan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang, 2011.
- [2] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, Manajemen Dan Rekayasa, Analisis Dampak, Serta Manajemen Kebutuhan Lalu Lintas. 2011.
- [3] A. Syukri, "Studi Volume Lalu Lintas Di Jalan Raya Narogong Cileungsi, Kabupaten Bogor, Periode Agustus 2011," Majalah Ilmiah Widya Kopertis Wilayah 3, 2013.

- [4] J. Sochor, "Fully Automated Real-Time Vehicles Detection and Tracking with Lanes Analysis," in Proceedings of CESC 2014, 2014, pp. 59--66.
- [5] A. Achmad, "Gaussian Mixture Models optimization for counting the numbers of vehicle by adjusting the Region of Interest under heavy traffic condition," in 2015 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA), 2015, pp. 245-250.
- [6] D. Djameluddin, T. Indrabulan, Andani, Indrabayu, and S. W. Sidehabi, "The simulation of vehicle counting system for traffic surveillance using Viola Jones method," in Proceeding - 2014 Makassar International Conference on Electrical Engineering and Informatics, MICEEI 2014, 2014.
- [7] Z. Khalid, A. Mazoul, and M. El Ansari, "A new vehicle detection method," Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl., vol. 1, no. 3, 2011.
- [8] D. Frolova and D. Simakov, "Matching with Invariant Features," 2004.