

Deteksi Helm pada Video Pengendara Sepeda Motor menggunakan Ekstraksi Ciri Histogram of Oriented Gradients

Febryanti Sthevanie ^{#1}, Anang Kurniawan ^{#2}, Kurniawan Nur Ramadhani ^{#3}

Laboratorium Multimedia, Fakultas Informatika, Universitas Telkom
Jalan Telekomunikasi No. 01, Terusan Buah Batu, Bandung, Indonesia

¹ shevanie@telkomuniversity.ac.id

² anangk@students.telkomuniversity.ac.id

³ kurniawannr@telkomuniversity.ac.id

Abstract

The World Health Organization notes that up to 2015 road accidents have claimed 1.2 million annually. Most motorbike accidents are experienced by motorcycle riders because of the lack of security that protects motorbike riders, and also the low awareness of motorcycle users to use safety devices in accordance with the law. Researches have been conducted including making a helmet detection system for motorcyclists using the HOG, SIFT, LBP feature extraction method that can produce an average performance of 93%, 64%, 64% respectively using the SVM classification method. In this research, we built a system to detect helmets on motorbike riders automatically using Histogram of Oriented Gradient feature extraction. The system built was able to detect drivers using helmets and not using helmets on 100 extracted images from the video with a f-measure value of 90.67% using the HOG feature extraction method with a cell size of 8x8 pixels and a number of 9 bins with 180° angles and SVM classifier with 3rd degree polynomial kernel.

Keywords: helmet detection, motorcycle, accidents, road, histogram of oriented gradient

Abstrak

World Health Organization mencatat sampai tahun 2015 kecelakaan di jalan telah merenggut 1.2 juta jiwa tiap tahunnya. Kecelakaan paling banyak dialami oleh pengendara sepeda motor karena minimnya keamanan yang melindungi pengendara sepeda motor, dan juga rendahnya kesadaran pengguna sepeda motor untuk menggunakan perangkat keselamatan yang sesuai dengan Undang-Undang. Riset-riset telah dilakukan diantaranya membuat sistem pendeteksi helm pada pengendara sepeda motor menggunakan metode ekstraksi fitur HOG, SIFT, LBP yang dapat menghasilkan performansi rata-rata masing masing, 93%, 64%, 64% dengan menggunakan metode klasifikasi SVM. Pada penelitian ini dibuat sebuah sistem yang dapat mendeteksi helm pada pengendara sepeda motor secara otomatis menggunakan ekstraksi fitur Histogram of Oriented Gradient. Sistem yang dibangun telah dapat mendeteksi pengendara yang menggunakan helm dan tidak menggunakan helm pada 100 citra yang diekstrak dari video dengan nilai f-measure sebesar 90.67% menggunakan metode ekstraksi fitur HOG dengan kondisi ukuran cell 8x8 pixels dan jumlah 9 bins dengan sudut 180° serta algoritma klasifikasi SVM dengan kernel polynomial derajat 3.

Kata Kunci: deteksi helm, sepeda motor, kecelakaan, jalan, histogram of oriented gradient

I. PENDAHULUAN

WORLD Health Organization mencatat sampai tahun 2015 kecelakaan di jalan telah merenggut 1.2 juta jiwa tiap tahunnya. Dan menyebabkan kerugian mencapai 3% dari Gross Domestic Product[1]. Lebih dari 1,2 juta orang meninggal setiap tahun di jalan dunia, dengan jutaan lebih menderita luka serius dan hidup dengan konsekuensi kesehatan buruk jangka Panjang. Secara global, kecelakaan lalu lintas adalah penyebab utama kematian pada anak muda berusia 15-29 tahun[1]. Kecelakaan paling banyak dialami oleh pengendara sepeda motor diakibatkan oleh kelalaian manusia, baik kelalaian pengendara motor tersebut, ataupun kelalaian pengendara kendaraan lain[2].

Di Indonesia, angka kecelakaan yang melibatkan sepeda motor terus bertambah. Dikutip dari [3] pada semester 2 tahun 2016 dan semester 1 tahun 2017 terjadi 60 ribu lebih kecelakaan yang melibatkan kendaraan sepeda motor dari total 80 ribu kecelakaan yang terjadi[3]. Karena minimnya keamanan yang melindungi pengendara sepeda motor, mengakibatkan sepeda motor menjadi penyumbang angka kecelakaan terbesar. Dan juga rendahnya kesadaran pengguna sepeda motor untuk menggunakan perangkat keselamatan yang sesuai dengan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang lalu lintas dan angkutan jalan.

Riset-riset telah dilakukan dalam rangka memecahkan permasalahan tersebut, diantaranya membuat sebuah sistem yang secara otomatis akan mendeteksi apakah seorang pengendara sepeda motor menggunakan helm atau tidak. Beberapa sistem yang telah dibuat diantaranya menggunakan metode ekstraksi fitur Histogram of Oriented Gradient (HOG), SIFT, Local Binary Pattern yang dapat menghasilkan performansi rata-rata masing masing, 93%, 64%, 64% dengan menggunakan metode klasifikasi Support Vector Machine[4].

Dalam penelitian ini dibangun sebuah sistem untuk mendeteksi pengendara sepeda motor yang menggunakan helm dan tidak menggunakan helm. Sistem dibangun menggunakan metode ekstraksi ciri HOG untuk mengekstraksi ciri bentuk kepala yang menggunakan helm dan tidak menggunakan helm. Untuk meningkatkan akurasi, sistem ini menggunakan algoritma Three Frame Differencing untuk mengekstraksi obyek bergerak dari video, dalam hal ini adalah pengendara sepeda motor.

II. STUDI TERKAIT

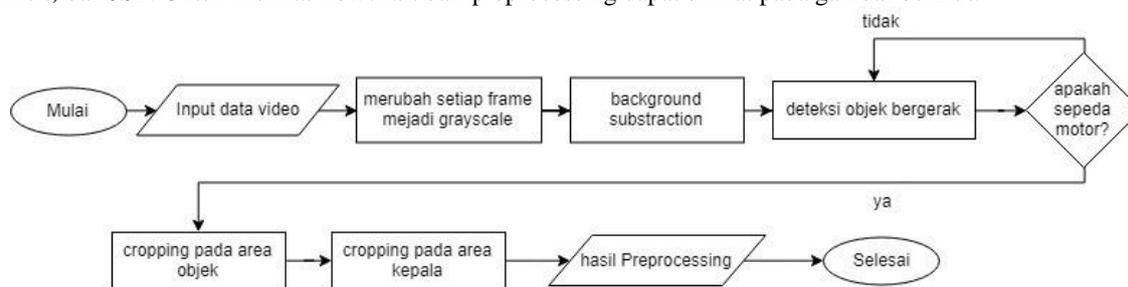
Dalam beberapa penelitian yang dilakukan untuk membuat sistem pendeteksi helm pada pengendara sepeda motor, digunakan dataset berupa *video* lalu-lintas. karena memang pada praktiknya untuk melakukan pengawasan terhadap lalu lintas di berbagai negara menggunakan *video* dengan kamera yang statis atau tidak bergerak [2][4][5][6]. Dalam penelitian [4] dijelaskan bahwa untuk membuat sistem pendeteksi helm pada pengendara sepeda motor dapat dilakukan melalui dua tahap, pertama adalah mendeteksi sepeda motor pada *frame video* dan deteksi helm pada pengendara sepeda motor tersebut. Namun dalam penelitian tersebut proses mendeteksi sepeda motor pada *frame video* dilakukan dengan proses ekstraksi fitur menggunakan *HOG*, *LBP* dan *SIFT*. Kelemahan dari metode tersebut adalah bahwa metode tersebut menggunakan proses komputasi yang besar, dan sebenarnya untuk mendeteksi apakah objek tersebut merupakan sepeda motor atau bukan dapat dilakukan dengan membandingkan rasio ukuran objek tersebut. Karena objek sepeda motor, manusia, dan mobil memiliki perbandingan rasio ukuran yang jauh berbeda. Pada penelitian tersebut metode yang digunakan untuk mengekstraksi fitur dari citra adalah *HOG*, *LBP* dan *SIFT*, dan metode untuk mengklasifikasikan objek helm dan bukan helm adalah menggunakan metode *SVM* dari metode tersebut didapatkan hasil tertinggi adalah menggunakan ekstraksi fitur *HOG* dan *SVM* dengan performansi sebesar 93%.

Dalam penelitian [5] dikatakan bahwa untuk mengurangi komputasi dari sistem yang dibuat, dibuat sebuah garis yang berada ditengah *frame*, agar objek yang diproses hanya objek yang melewati garis tersebut. Dan juga untuk mendapatkan *region of interest* yaitu area kepala dari objek sepeda motor digunakan proses *cropping* pada 1/5 atau 20% bagian atas citra, sehingga proses komputasi menjadi lebih sederhana. Namun kekurangan yang dikatakan dalam penelitian tersebut adalah ukuran citra dan jumlah *fps* yang harus diperbaiki. Dalam penelitian tersebut ukuran citra adalah 720x1280 *pixel* dengan jumlah 25 *frame* per detik. Jika dilihat, sebenarnya ukuran 720x1280 *pixel* sebenarnya sudah cukup besar untuk menangkap fitur dari objek, namun karena dalam penelitian tersebut jarak dari kamera dan objek yang cukup jauh, mengakibatkan objek terlihat kecil dan fitur dari objek menjadi kurang jelas. Dalam penelitian tersebut menggunakan metode ekstraksi fitur *Circular Hough Transform* dan *HOG*, dan untuk metode klasifikasi menggunakan *Naïve Bayes*, *Random Forest* dan *SVM*. Dengan hasil tertinggi menggunakan metode *HOG* dan *SVM* dengan performansi sebesar 94%.

Dalam penelitian [6] juga dilakukan pembuatan sistem yang dapat mendeteksi helm pada pengendara sepeda motor dengan dua tahapan, pertama mendeteksi pengendara sepeda motor dan kedua mendeteksi helm pada pengendara tersebut. Namun pada penelitian tersebut dalam menentukan *ROI* atau *region of interest* yaitu area kepala dari pengendara sepeda motor, menggunakan *circular hough transform* yang dikatakan dalam penelitian tersebut bahwa dapat mendeteksi area kepala pada pengendara sepeda motor dengan lebih akurat, namun hal tersebut memerlukan komputasi yang besar, bila dibandingkan dengan melakukan *cropping* pada 20% area atas citra dan mengurangi citra hasil *cropping* tersebut dengan *background* dan melakukan *cropping* kembali pada area yang tersisa, sehingga didapatkan area kepala yang diinginkan. Dalam penelitian ini menggunakan metode ekstraksi fitur *HOG*, *LBP* dan *wafelet transform* dengan metode klasifikasi *SVM*, *MLP* dan *KNN*. Dengan hasil tertinggi menggunakan metode *HOG* dan *SVM* dengan performansi sebesar 91%.

III. RANCANGAN SISTEM

Sistem dibangun menggunakan bahasa pemrograman Matlab, dataset yang digunakan merupakan citra yang berasal dari *video* yang diambil dari sisi jalan menggunakan kamera dengan resolusi 720x1280 piksel dengan jumlah 50 *frame* per detik. Ukuran *frame* 720x1280 dinilai cukup untuk menangkap fitur yang dibutuhkan. Dan jumlah 50 *frame* per detik dipilih untuk memperbaiki penelitian sebelumnya yaitu dengan ukuran 25 *frame* perdetik. Kamera dibuat statis atau tidak bergerak dikarenakan untuk memudahkan proses *background subtraction* pada *preprocessing*, juga menyesuaikan keadaan sebenarnya dari kamera yang ada untuk memantau kondisi lalu lintas. Data yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 300 citra yang diekstrak dari video, dan dilakukan *preprocessing* pada setiap data. 300 citra tersebut terbagi ke dalam 200 data *train* dan 100 data *test*. Dari 200 data *train*, terbagi lagi menjadi 137 data positif atau "menggunakan helm" dan 63 data negatif atau "tidak menggunakan helm". data negatif pada data *train* terdiri dari 9 data menggunakan topi, 51 data menggunakan hijab, dan 3 data tidak menggunakan apa apa. Sedangkan dari 100 data *test* terbagi menjadi 71 data positif dan 29 data negatif. dari 29 data negatif tersebut seluruhnya menggunakan hijab. Alur dari sistem ini diawali dengan *preprocessing* yang kemudian dilanjutkan dengan ekstraksi fitur menggunakan metode *HOG* dan diujikan menggunakan tiga metode klasifikasi, yaitu *SVM*, *KNN*, dan *JST*. Untuk melihat flowchart dari *preprocessing* dapat dilihat pada gambar berikut.



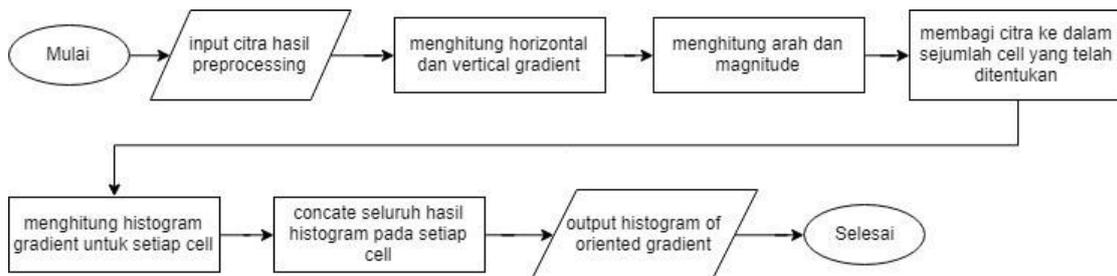
Gambar 1. Alur preprocessing sistem deteksi helm pada video

Preprocessing dimulai dengan proses merubah setiap *frame* menjadi *grayscale* dengan rumus:

$$\text{CitraGrayscale} = 0.2989 * R + 0.5870 * G + 0.1140 * B \quad (1)$$

Kemudian dilanjutkan dengan proses *background subtraction* dengan menjumlahkan seluruh *frame* dan kemudian dirata-ratakan, untuk mendapatkan citra yang berisi *background* dari *video input*. Kemudian dilakukan proses mendeteksi objek bergerak dengan cara mengurangi setiap *frame* dari *video input* dengan *background* dari hasil *background subtraction*. Sebelumnya telah dipasang garis yang berada pada tengah *frame*, agar mengurangi proses komputasi karena proses mendeteksi objek bergerak hanya dilakukan pada objek yang melewati garis tersebut. Hasil dari pengurangan *frame* tersebut dipotong hanya pada objek yang bergerak saja, sehingga didapatkan citra yang berisi objek bergerak dari video tersebut. Kemudian citra hasil deteksi objek bergerak tersebut dilakukan pengecekan apakah citra tersebut merupakan sepeda motor atau bukan dengan melihat ukuran objek. Setelah didapatkan objek sepeda motor, kemudian dilakukan kembali

proses *cropping* pada 25% area atas citra untuk mendapatkan area kepala, dan kemudian dilakukan proses menghilangkan *background* pada area objek tersebut dengan mengurangi area tersebut dengan *background*. Kemudian dilanjutkan dengan merubah ukuran citra menjadi 64x96 pixels agar dimensi dari hasil ekstraksi fitur *HOG* berjumlah sama untuk semua citra inputan. Setelah melewati *preprocessing output* dari proses tersebut dijadikan *input* untuk proses ekstraksi fitur *HOG*. *Flowchart* untuk metode ekstraksi fitur *HOG* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Ekstraksi fitur Histogram of Oriented Gradient

Metode ekstraksi fitur *HOG* dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu pertama menghitung *horizontal gradient* dan *vertical gradient* dari citra masukan menggunakan kernel [7][8][9].



Gambar 3. Kernel horizontal dan vertical

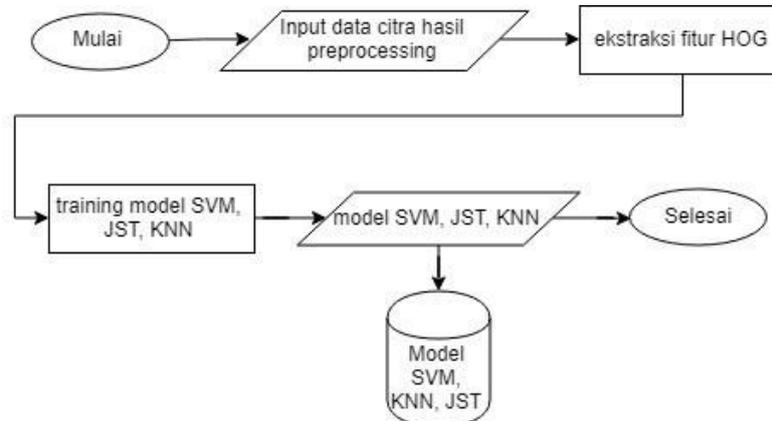
Kemudian menghitung *magnitude* dan arah dari *gradient* citra menggunakan rumus (2) dan (3).

$$m(x, y) = \sqrt{g(x)^2 + g(y)^2} \tag{2}$$

$$\theta(x, y) = \arctan \left(\frac{g(y)}{g(x)} \right) \tag{3}$$

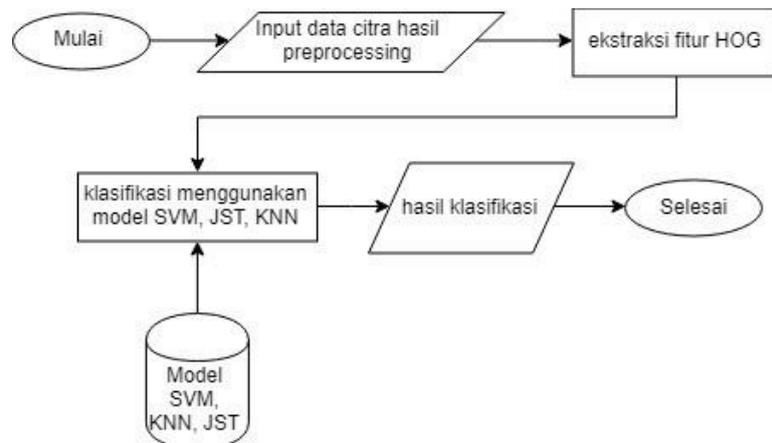
Setelah didapatkan nilai *magnitude* dan arah dari *gradient* citra, kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan *histogram* dari *gradient*. Untuk menghitung *histogram gradient*, pertama tentukan ukuran *cell*. Dalam penelitian ini digunakan ukuran *cell* 8x8 dan 16x16 *pixels*. Kemudian tentukan sudut yang akan digunakan dan akan dibagi ke dalam berapa *bins* dalam penelitian ini derajat yang digunakan adalah 180 dan 360 derajat, dan dibagi ke dalam 9 dan 18 *bins*. Setelah ditentukan ukuran *cell*, sudut yang digunakan dan dibagi ke dalam berapa *bins*, selanjutnya dilakukan *voting* terhadap arah *gradient* untuk menentukan nilai *magnitude* tersebut akan dimasukkan ke dalam *histogram* dengan sudut tertentu sesuai dengan hasil *voting*.

Setelah mendapatkan fitur, proses selanjutnya adalah melakukan *training* terhadap fitur tersebut. Data yang menjadi inputan untuk proses *training* sebanyak 200 citra yang telah melalui *preprocessing* dan ekstraksi fitur. Untuk melihat *flowchart* proses *training* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. Alur proses training sistem deteksi helm pada video

Proses *training* menghasilkan *classifier* model yang nantinya akan digunakan dalam proses *testing*. *Classifier* yang dilatih adalah SVM, KNN dan JST. Untuk SVM digunakan kernel *linear*, *RBF* dan *polynomial*. Untuk KNN menggunakan K=1, K=3 dan K=5. Dan untuk JST menggunakan *hidden layer* 1,3 dan 5. Masing-masing *classifier* tersebut akan dilatih menggunakan data hasil ekstraksi fitur HOG dengan jumlah *bins* 9 dan 18 untuk masing- masing sudut 180 dan 360 derajat. Dan ukuran *cell* yang digunakan adalah 8x8 dan 16x16 piksel. *Classifier model* yang dihasilkan oleh proses *training* selanjutnya dilakukan proses *testing*. Untuk melihat flowchart proses *testing* silahkan lihat pada gambar 5.



Gambar 5. Alur proses testing sistem deteksi helm pada video

Proses *testing* dilakukan menggunakan 100 citra yang telah melalui *preprocessing* dan proses ekstraksi fitur untuk mengetahui bagaimana performansi dari *classifier model* tersebut. Parameter pengukuran yang digunakan dalam proses *testing* adalah presisi, *recall* dan *f-measure*. *f-measure* dipilih sebagai parameter perbandingan dikarenakan *f-measure* merupakan nilai *harmonic mean* dari presisi dan *recall*. presisi *recall* dan *f-measure* dapat dihitung menggunakan rumus (4) hingga rumus (6) [10] [11] [12].

$$Precision = \sum_{i=1}^N \frac{TP_i}{TP_i + FP_i} \tag{4}$$

$$Recall = \sum_{i=1}^N \frac{TP_i}{TP_i + FN_i} \tag{5}$$

$$F - measure = \frac{2 \times Precision \times Recall}{Precision + Recall} \tag{6}$$

Untuk menentukan nilai TP, TN, FP dan FN dapat dilihat pada tabel I.

Tabel 1. Deskripsi TP, TN, FP dan FN

Label	Prediksi		
		Menggunakan Helm	Tidak Menggunakan Helm
	Menggunakan Helm	TP	FN
	Tidak Menggunakan Helm	FP	TN

Kolom menunjukkan label data prediksi, dan baris menunjukkan label data sesungguhnya.

IV. PENGUJIAN SISTEM

Pengujian sistem dilakukan untuk mendapatkan performansi dari sistem yang telah dibangun. Agar nantinya dapat disimpulkan apakah sistem yang dibangun telah memenuhi tujuan penelitian dan menjawab rumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya. Juga untuk mengetahui apa saja yang harus dilakukan pada penelitian selanjutnya untuk dapat mendapatkan sistem yang lebih baik.

A. Skenario Pengujian

Pada penelitian ini dilakukan proses evaluasi menggunakan 100 citra yang diekstrak dari sebuah *video* seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Dan menggunakan *classifier model* hasil dari proses *training*.

Pengujian dilakukan secara *bruteforce* atau dengan kata lain, mencoba semua kemungkinan. Dalam penelitian ini, percobaan dilakukan dengan mengkombinasikan metode ekstraksi fitur *HOG* dengan ukuran *cell* 8x8 dan 16x16 *pixels*, dengan menggunakan sudut 180 dan 360 derajat yang kemudian dibagi ke dalam 9 dan 18 *bins*. Kemudian diujikan menggunakan metode klasifikasi *SVM* dengan kernel *linear*, *RBF* dan *polynomial* dengan nilai *bias* yang ditentukan secara *default* oleh proses *training*, *KNN* dengan *K* sama dengan 1,3 dan 5 dan *JST* dengan *hidden layer* 1,3 dan 5.

Pengujian dilakukan dengan melakukan prediksi oleh *classifier model* pada setiap citra yang diinputkan. Hasil prediksi kemudian dicocokkan dengan label data yang telah disiapkan. Kemudian dilakukan perhitungan *TP*, *TN*, *FP* dan *FN*. Setelah didapatkan data *TP*, *TN*, *FP* dan *FN* selanjutnya dilakukan proses perhitungan presisi, *recall* dan *f-measure*.

B. Hasil Pengujian

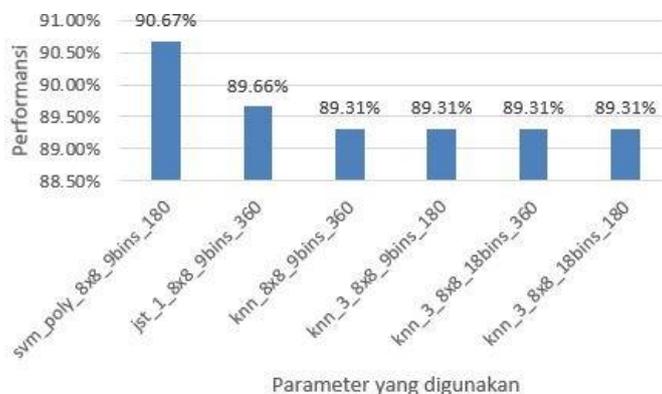
Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel II. Kolom paling kiri menyatakan konfigurasi algoritma ekstraksi ciri *HOG* berupa ukuran *cell* (16x16 dan 8x8), jumlah *bin* (18 dan 9) serta derajat dari *HOG* (180 dan 360). Kolom *SVM* menyatakan jenis kernel yang digunakan (*linear*, *RBF* dan *polynomial*). Kolom *JST* menyatakan jumlah *hidden layer* (*HL*=1, *HL*=3 dan *HL*=5). Kolom *KNN* menyatakan nilai dari parameter *K* (*K*=1, *K*=3 dan *K*=5).

Tabel II. Hasil pengujian sistem deteksi helm

Konfigurasi HOG	F-Measure (dalam %)								
	SVM			JST			KNN		
	linear	RBF	polinomial	HL = 1	HL = 3	HL = 5	K = 1	K = 3	K = 5
16x16 18 bins 180	87,18	87,34	87,5	85,89	84,52	74,63	87,18	86,42	86,96

16x16 18 bins 360	86,62	88,46	87,25	85,53	83,04	87,12	88,05	86,96	86,42
16x16 9 bins 180	87,74	88,46	89,04	84,29	89,61	81,16	88,61	86,96	86,42
16x16 9 bins 360	85,9	87	88,89	83,04	84,77	83,33	89,03	86,62	87,65
8x8 18 bins 180	89,31	88,75	88	86,49	87,67	88	89,17	89,31	89
8x8 18 bins 360	88,75	88,75	89,93	86,3	84,77	87,01	88,46	89,31	86,59
8x8 9 bins 180	88,75	88,75	90,67	89,19	82,35	83,53	88,05	89,31	87,65
8x8 9 bins 360	88,75	89,31	89,19	89,66	78,67	75,34	86,08	89,31	87,65

Dari data hasil pengujian, dapat dilihat bahwa pada metode klasifikasi *SVM* menghasilkan performansi terbaik menggunakan kernel *polynomial* derajat 3 dengan nilai *bias* sebesar -0.8633 dan metode *HOG* dengan ukuran *cell* 8x8 *pixel*, menggunakan sudut 180° yang dibagi ke dalam 9 bins dengan nilai *f-measure* sebesar 90.67% dan hasil terendah menggunakan kernel *linear* dengan nilai *bias* sebesar -0.7872 dan metode *HOG* dengan ukuran *cell* 16x16 *pixel* menggunakan sudut 360° yang dibagi ke dalam 9 bins dengan nilai *f-measure* sebesar 85.9%. Untuk metode klasifikasi *JST* menghasilkan performansi tertinggi menggunakan jumlah *hidden layer* 1 dan metode *HOG* dengan ukuran *cell* 8x8 menggunakan sudut 360° yang dibagi ke dalam 9 bins dengan nilai *f-measure* sebesar 89.66% dan hasil terendah menggunakan 3 *hidden layer* dan Metode *HOG* dengan ukuran *cell* 16x16 *pixel* menggunakan sudut 180° yang dibagi ke dalam 18 bins dengan nilai *f-measure* sebesar 74.63%. Untuk metode klasifikasi *KNN* mendapatkan performansi tertinggi dengan ukuran *K* sama dengan 3 dan metode *HOG* dengan ukuran *cell* 8x8 *pixel* menggunakan sudut 180° dan 360° yang dibagi ke dalam 9 dan 18 bins dengan nilai *f-measure* sebesar 89.31%. Hasil terendah pada metode klasifikasi *KNN* adalah saat menggunakan *K* sama dengan 1 dan metode *HOG* dengan ukuran *cell* 8x8 menggunakan sudut 360° yang dibagi ke dalam 9 bins dengan nilai *f-measure* sebesar 86.08%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 8. Grafik perbandingan nilai f-measure tertinggi pada setiap classifier

Dari grafik perbandingan nilai *f-measure* pada gambar 8, dapat dilihat bahwa hasil terbaik diperoleh menggunakan metode ekstraksi fitur *HOG* dengan ukuran *cell* 8x8 dan menggunakan sudut 180 derajat yang dibagi ke dalam 9 bins, dan *SVM* dengan menggunakan kernel *polynomial*. Untuk melihat bagaimana nilai *TP*, *TN*, *FP* dan *FN* sehingga menghasilkan nilai *f-measure* sebesar 90.67 persen, silahkan lihat pada tabel berikut.

Tabel III. hasil perhitungan TP, FP, TN dan FN untuk hasil performansi tertinggi

TP	TN	FP	FN
68	18	11	3

Dari tabel di atas, nilai *true* menunjukkan bahwa hasil prediksi memberikan hasil yang sama dengan kelas sebenarnya, dan nilai *false* menunjukkan bahwa hasil prediksi memberikan hasil yang berbeda dengan kelas

sebenarnya. Nilai positif atau negatif ditentukan oleh hasil prediksi, jika prediksi memberikan hasil "menggunakan helm" maka bernilai positif dan sebaliknya jika prediksi memberikan hasil "tidak menggunakan helm" maka bernilai negatif. Tabel di atas, menunjukkan bahwa nilai kesalahan prediksi yang terjadi pada data positif sangat rendah, dapat dilihat pada nilai *FN* yang bernilai 3, menunjukkan bahwa sistem dapat dengan baik mengenali data positif atau "menggunakan helm" dan kemungkinan munculnya peringatan terhadap pengendara motor yang menggunakan helm dan diprediksi tidak menggunakan helm sangat kecil. Sebaliknya pada data negatif atau "tidak menggunakan helm" nilai *true* dan *false* memiliki selisih yang tidak terpaut jauh, menunjukkan bahwa kemungkinan membiarkan pengendara sepeda motor yang tidak menggunakan helm tetap berkendara masih cukup tinggi dan perlu adanya perbaikan terhadap sistem yang dibangun.

C. Analisis Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian di atas, hasil terbaik yang didapatkan adalah nilai *f-measure* sebesar 90.67%. Hasil tersebut didapatkan dengan konfigurasi *HOG* dengan ukuran *cell 8x8 pixels* dan sudut 180 derajat yang dibagi ke dalam 9 *bins* dan algoritma klasifikasi *SVM* dengan kernel *polynomial* derajat 3. Penggunaan *SVM* dengan kernel *polynomial* derajat 3 menunjukkan bahwa untuk memisahkan data vektor ciri *HOG* antara citra kepala pengguna helm dan citra kepala yang tidak menggunakan helm harus ditransformasikan ke dalam ruang *polynomial* derajat 3. Dari hasil pengujian juga dapat dilihat bahwa performansi mencapai nilai tertinggi saat menggunakan *HOG* dengan ukuran *cell 8x8 pixel*. Hal tersebut menunjukkan bahwa ukuran *cell 8x8 pixel* merupakan ukuran paling ideal untuk mengekstraksi ciri pada penelitian ini. Selain itu penggunaan sudut 180° dan 360° dan pembagian sudut menjadi 9 atau 18 *bins* tidak terlalu memberikan perbedaan yang signifikan terhadap hasil pengujian.

Dari seluruh data pengujian didapatkan hasil nilai *f-measure* yang stabil dengan nilai terendah adalah 74,63% dan nilai tertinggi adalah 90,67%. Hal ini menunjukkan bahwa ekstraksi ciri *HOG* yang digunakan mampu memberikan data ciri yang stabil digunakan apapun karakteristik dari algoritma klasifikasi yang digunakan.

Dari hasil yang didapatkan, kesalahan prediksi pada data positif atau "menggunakan helm" sangat rendah terlihat dari perbandingan nilai *TP* sebesar 68 dan nilai *FN* sebesar 3, menunjukkan bahwa kemungkinan kesalahan memberikan alarm pada pengendara yang menggunakan helm sangat rendah. Namun kesalahan pada data negatif berbanding terbalik dengan kesalahan pada data positif. Terlihat pada nilai *TN* sebesar 18 dan nilai *FP* sebesar 11 menunjukkan kemungkinan tidak memberikan alarm pada pengendara yang tidak menggunakan helm juga semakin besar. Kesalahan tersebut terjadi karena data negatif yang butuh penambahan jumlah data agar sistem dapat mengenali data tersebut dengan baik.

V. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini telah dibangun sistem yang mendeteksi pengendara motor yang menggunakan helm dan tidak menggunakan helm dari video. Sistem yang dibangun menggunakan algoritma Histogram of Oriented Gradient (*HOG*) untuk mengekstrak ciri bentuk kepala pengguna helm dan kepala yang tidak menggunakan helm. Pengujian sistem menggunakan 100 citra yang diekstrak dari video dengan ukuran 720x1280 *pixel* dengan jumlah 50 *frames* per detik. Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibangun berhasil mendeteksi helm pada pengendara sepeda motor secara otomatis dari video dengan performansi nilai *f-measure* sebesar 90.67%. Sistem yang dibangun menunjukkan performansi yang cukup baik, karena dari ketiga metode klasifikasi yang digunakan ketiganya menunjukkan hasil yang konsisten dengan selisih performansi tertinggi dan terendah yang tidak terpaut jauh. Untuk hasil performansi tertinggi dengan hasil *f-measure* sebesar 90.67%, diperoleh dengan konfigurasi *HOG* ukuran *cell 8x8 pixels* dan jumlah 9 *bins* dengan sudut 180°. Algoritma klasifikasi yang digunakan adalah *SVM* dengan kernel *polynomial* derajat 3.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] World Health Organization. *Global status report on road safety 2015*. Geneva, Switzerland, 2015.

- [2] M A Mat Nong, R Osman, M Sidek, R Juraina. *Motorcycle Image Tracking and Edge Detections Based on Simulink Software* 6th International Conference on Intelligent and Advanced Systems (ICIAS), 2016
- [3] Beritagar.id *Jumlah kecelakaan lalu lintas darat berdasarkan jenis kendaraan* Indonesia, 2017
- [4] Dahiya Kunal, Singh Dinesh, Mohan C. Krishna. *Automatic Detection of Bike-riders without Helmet using Surveillance Videos in Real-time* International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 2016
- [5] Silva Romuere, Aires Kelson, Santos Thiago, Abdala Kalyf, Veras Rodrigo, Soares Andre' *Automatic detection of motorcyclists without helmet* Latin America Computing Conference, 2013
- [6] Romuere Silva, Kelson Aires, Rodrigo Veras *Helmet Detection on Motorcyclists Using Image Descriptors and Classifiers* 27th SIBGRAPI Conference on Graphics, Patterns and Images, 2014
- [7] Ramadhani, Kurniawan Nur, Ade Saepul Mugni, and Mohamad Syahrul Mubarak. "Deteksi dan Tracking Pemain Sepakbola menggunakan Histogram of Oriented Gradients (HOG) dan Kalman Filter." *Indonesian Journal on Computing (Indo-JC)* 3.1 (2018): 33-44
- [8] Ramadhani, Kurniawan Nur, M. Syahrul Mubarak, and Agnes Dirgahayu Palit. "DETEKSI DAN REKOGNISI RAMBU-RAMBU LALU LINTAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE." *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan* 3.2 (2017).
- [9] Carcagnì, Pierluigi, et al. "Facial expression recognition and histograms of oriented gradients: a comprehensive study." *SpringerPlus* 4.1 (2015): 645.
- [10] Powers, David Martin. "Evaluation: from precision, recall and F-measure to ROC, informedness, markedness and correlation." (2011).
- [11] Melamed, I. Dan, Ryan Green, and Joseph P. Turian. "Precision and recall of machine translation." *Companion Volume of the Proceedings of HLT-NAACL 2003-Short Papers*. 2003.
- [12] Landgrebe, Thomas CW, Pavel Paclik, and Robert PW Duin. "Precision-recall operating characteristic (P-ROC) curves in imprecise environments." *null*. IEEE, 2006.

