

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI METODE *FASTEST PEDESTRIAN DETECTOR IN THE WEST (FPDW)* UNTUK DETEKSI OBYEK PEJALAN KAKI PADA APLIKASI MOBILE BERBASIS ANDROID

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF *FASTEST PEDESTRIAN DETECTOR IN THE WEST (FPDW)* METHOD FOR PEDESTRIAN DETECTION ON ANDROID BASED MOBILE APPLICATION

¹Dimas Chaidar
1104110075

²Astri Novianty, S.T, M.T
10800597-1

³Umar Ali Ahmad, S.T, M.T
11850763-1

¹²³Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
Jl. Telekomunikasi, Dayeuh Kolot, Bandung 40257, Indonesia

dimas.chaidar@gmail.com, astrinov@telkomuniversity.ac.id, umar@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Kondisi pengguna jalan, khususnya pejalan kaki, di Indonesia masih rentan kecelakaan. Tingginya tingkat angka kecelakaan pejalan kaki disebabkan oleh faktor *human error* dari pengguna jalan, baik pengemudi kendaraan maupun pejalan kaki sebagai pengguna jalan paling rentan. Untuk meminimalisir kecelakaan terhadap pejalan kaki, dibutuhkan suatu *driver assistant system* disetiap kendaraan bermotor yang praktis serta handal.

Pedestrian Detection atau deteksi obyek pejalan kaki merupakan salah satu teknologi dalam bidang *Computer Vision* khususnya Pengolahan Citra Digital. Metode *FPDW* akan diimplementasikan pada perancangan aplikasi *mobile* berbasis Android untuk deteksi obyek pejalan kaki. Aplikasi dapat mendeteksi obyek pejalan kaki melalui perangkat *smartphone*. Setiap kali obyek pejalan kaki terdeteksi, maka sistem akan mengaktifkan *warning alarm*. *Warning alarm* berfungsi untuk membantu pengemudi agar tetap waspada dalam berkendara.

Sistem deteksi obyek pejalan kaki diimplementasikan pada aplikasi *mobile* berbasis Android dan dilakukan pengujian waktu deteksi serta akurasi deteksi dengan berbagai skenario pengujian. Hasil yang didapatkan metode *FPDW* memiliki kecepatan deteksi mencapai 62 fps, waktu deteksi 160,31 ms, dan nilai akurasi rata-rata dari berbagai kasus pengujian mencapai 55,71%.

Kata Kunci : *computer vision, pedestrian detection, FPDW, pengolahan citra, aplikasi mobile*

ABSTRACT

The condition of road users, especially pedestrians, in Indonesia are still vulnerable from accidents. High number of accidents to pedestrians caused by a factor of human error of road users, both the driver of a vehicle and pedestrian as vulnerable road users. To minimize an accident on a pedestrian, is required a driver assistant system a motor vehicle that practical and reliable.

Pedestrian detection is one of technology in the field of digital image processing. *FPDW* method will be implemented in the design of mobile applications based on android for the detection of the object of pedestrians. Applications can detect objects pedestrians through *smartphone* device. Whenever an object pedestrian is detected, the system will activate an alarm warning. The functions of alarm warning to help drivers to remain vigilant in driving.

The pedestrian detection system is implemented on Android-based mobile application and testing the detection time and detection accuracy with various test scenarios. The results obtained *FPDW* method has the speed detection at 62 fps, the detection time 160.31 ms, and the average value of the accuracy of various test cases reached 55.71%.

Keywords : *computer vision, pedestrian detection, FPDW, image processing, mobile application*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kondisi pengguna jalan, khususnya pejalan kaki, di Indonesia masih rentan kecelakaan. Hal ini didukung data *Global Status Report on Road Safety 2013* yang menyebutkan bahwa korban kecelakaan pejalan kaki di Indonesia mencapai angka 21% dan hanya 30% pengemudi kendaraan bermotor memberi prioritas menyeberang kepada pejalan kaki [16]. Tingginya tingkat angka kecelakaan pejalan kaki tersebut disebabkan oleh beberapa faktor dari tidak tertibnya pengguna jalan, baik itu pejalan kaki yang menyeberang sembarangan maupun pengemudi yang tidak fokus, mengantuk, dan lain-lain. Untuk itu dibutuhkan sebuah upaya dan inovasi teknologi untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna jalan, baik itu pejalan kaki maupun pengemudi kendaraan bermotor.

Saat ini bidang Teknologi, khususnya *Computer Vision* telah banyak dikembangkan untuk menemukan solusi dari berbagai permasalahan yang ada. Salah satu fokus pengembangan penelitian teknologi *Computer Vision* belakangan ini adalah *Pedestrian Detection* atau deteksi obyek pejalan kaki. Hasil penelitian banyak dimanfaatkan dalam banyak aplikasi seperti untuk keamanan dan pengawasan (*surveillance*) [1], keamanan dalam lalu lintas (*advanced driver assistance systems*) [4], *intelligent transportation systems* [3].

Deteksi obyek pejalan kaki dapat diimplementasikan untuk membantu mengatasi masalah-masalah yang selama ini menyebabkan kecelakaan di jalan raya, terutama untuk meningkatkan kewaspadaan pengemudi kendaraan bermotor terhadap pejalan kaki sebagai pengguna jalan paling rentan. Oleh karena itu dalam penelitian Tugas Akhir ini, metode *Fastest Pedestrian Detector In The West (FPDW)* [8] diimplementasikan pada aplikasi mobile berbasis Android untuk melakukan deteksi obyek pejalan kaki. *Driver assistance system* dengan menggunakan perangkat *smartphone* memiliki keunggulan karena praktis untuk diintegrasikan dengan setiap kendaraan.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah membuat *Driver Assistance System (DAS)* dengan mengimplementasikan metode *FPDW* untuk deteksi obyek pejalan kaki pada aplikasi mobile berbasis Android. Serta memahami waktu deteksi dan akurasi metode *FPDW* untuk mendeteksi obyek pejalan kaki pada aplikasi yang dikembangkan.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara kerja metode *FPDW* untuk mendeteksi obyek pejalan kaki dan implementasinya pada aplikasi mobile berbasis Android ?
2. Bagaimana waktu deteksi dan akurasi metode *FPDW* untuk mendeteksi obyek pejalan kaki pada aplikasi yang dikembangkan diperangkat dengan sistem operasi mobile berbasis Android ?

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian Tugas Akhir ini telah ditentukan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. *Driver Assistance System* yang dibangun difokuskan untuk membantu pengemudi menghindari halangan berupa obyek pejalan kaki.
2. Aplikasi berjalan pada sistem operasi *mobile* berbasis Android dengan perangkat yang memiliki kamera *built-in*.
3. Deteksi obyek pejalan kaki dilakukan saat cuaca cerah dan tidak pada malam hari.
4. Obyek pejalan kaki didefinisikan sebagai manusia dan posisi berada diatas jalan / dataran lainnya dalam pose tegak dari ujung kepala hingga ujung kaki. Tidak melakukan pose selain berdiri, berjalan, dan berlari.
5. Sistem deteksi untuk *learning* menggunakan 2000 data positif (gambar manusia) dan 2000 data negatif (gambar bukan manusia) dari *INRIA Person Dataset* [13]. Setiap data gambar berukuran 64 x 128 piksel.
6. Obyek pejalan kaki minimal mempunyai tinggi 128 piksel dari ukuran resolusi *viewfinder* kamera.

2. DASAR TEORI

2.1 Computer Vision

Computer Vision merupakan suatu disiplin ilmu yang mempelajari bagaimana merekonstruksi, menginterpretasikan, dan memahami suatu tampilan 3 dimensi dalam tampilan 2 dimensinya dalam hal sifat dari struktur tampilan tersebut. *Computer Vision* lebih mempelajari bagaimana komputer dapat mengenali obyek yang diamati. Namun visualisasi data lebih ke arah pemanipulasian gambar (*visual*) secara digital.

Bentuk sederhana dari visualisasi data yaitu Pengolahan Citra (*image processing*) dan Pengenalan Pola (*pattern recognition*).

Pengolahan Citra merupakan bidang yang berhubungan dengan proses transformasi citra atau gambar. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan kualitas citra yang lebih baik. Sedangkan Pengenalan Pola berhubungan dengan proses identifikasi obyek pada citra atau interpretasi citra. Proses ini bertujuan untuk mengekstrak informasi atau pesa yang disampaikan oleh gambar atau citra.

2.2 Metode Fastest Pedestrian Detector in The West (FPDW)

Pada pengolahan citra untuk aplikasi *computer vision*, dibutuhkan sebuah metode untuk membantu cara kerja pengolahan citra dalam mendeteksi obyek, khususnya obyek pejalan kaki. Dalam sepuluh tahun pengembangan deteksi obyek pejalan kaki, terdapat hingga empat puluh lebih metode deteksi. Metode-metode ini memiliki empat pola dasar utama, yaitu *Viola & Jones*, *Histograms of Oriented Gradients*, *Deformable Part Detectors (DPM)*, dan *Convolutional Neural Networks (ConvNets)* [9] [11].

Salah satu metode dalam deteksi obyek pejalan kaki adalah metode *Fastest Pedestrian Detector in The West (FPDW)*. Dalam penelitian Tugas Akhir ini, Metode FPDW dipilih karena metode ini memiliki kelebihan dalam hal kecepatan proses deteksi dan memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi[14]. Proses deteksi obyek metode FPDW di dalam citra digital, dilakukan dengan membagi citra dalam ukuran yang berbeda-beda dari yang terbesar hingga terkecil membentuk piramida gambar. Hasil dari tiap citra untuk setiap ukuran dilakukan ekstraksi ciri, lalu selanjutnya dilakukan teknik sliding window untuk pengenalan pola obyek, teknik ini akan mencari pada ukuran dan posisi dimanapun di dalam citra apakah terdapat bagian dari gambar yang berbentuk seperti obyek-manusia atau tidak[14].

2.2.1 Integral Channel Features

Metode FPDW menggunakan ChnFtrs (Integral Channel Features) detektor, yang menggabungkan tiga kanal yaitu *Histogram of Gradient*, *Gradient Magnitude* atau kecenderungan warna, dan *LUV color channels*[10]. *Histogram gradient* adalah sebuah bobot histogram dimana nilainya ditentukan oleh sudut *gradient* dan bobot dari *gradient magnitude*, untuk memberikan informasi tentang tepi obyek pada citra dengan nilai orientasi piksel yang berbeda. Satu-satunya parameter untuk menghitung *histogram gradient* adalah jumlah orientasi tiap sel piksel, sedangkan diketahui setiap sel piksel menghasilkan kanal yang terpisah. Untuk memperoleh fitur *histogram gradient* dari sebuah citra, dilakukan pembagian citra ke dalam sel-sel berukuran $n \times n$. Kemudian sel-sel tadi di kelompokkan ke dalam blok-blok berukuran $2n \times 2n$ yang saling beririsan satu sama lain. Nilai *magnitude* dan orientasi gradientnya di hitung dari tiap sel di masing-masing blok. Kemudian nilai orientasi tiap pikselnya dikuantisasikan ke dalam beberapa kanal, yaitu $10^\circ, 30^\circ, 50^\circ, 70^\circ, 90^\circ, 110^\circ, 130^\circ, 150^\circ$, dan 170° menggunakan histogram. Kontribusi piksel terhadap kanal bergantung pada nilai gradient magnitudenya. Nilai-nilai dari seluruh kanal dari tiap sel dimasukkan ke dalam vektor. Vektor inilah yang menggambarkan fitur *histogram gradient* dari suatu citra.

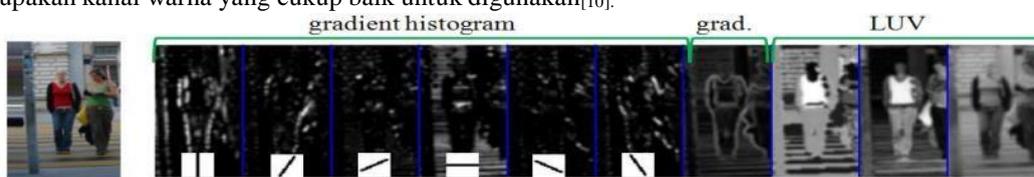
Gradient magnitude adalah tingkat perbedaan warna dalam sebuah citra terhadap arah atau orientasi tertentu. Penghitungan gradient magnitude dan orientasinya dilakukan untuk menemukan tepi-tepi yang ada dalam sebuah citra. Untuk memperoleh nilai magnitude dan orientasi gradient yang dominan dari sebuah gambar, dilakukan konvolusi dengan matriks $D_x = [-1 \ 0 \ 1]$ dan $D_y = [-1 \ 0 \ 1]^T$ terlebih dahulu[12].

$$|G| = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} \tag{2.1}$$

$$\Theta = \arctan \frac{I_y}{I_x} \tag{2.2}$$

Dimana G adalah matriks berisi nilai-nilai gradient magnitude tiap piksel, I_x adalah matriks gambar yang telah dikonvolusikan dengan D_x , sedangkan I_y adalah matriks gambar yang telah di konvolusikan dengan D_y , dan Θ merupakan matriks berisi nilai-nilai orientasi gradient tiap piksel.

Warna merupakan syarat penting untuk deteksi. Dalam hal ini, ruang warna yang berbeda dibandingkan untuk mengetahui hal yang lebih informatif pada citra. Dalam hal performa deteksi kanal warna LUV merupakan kanal warna yang cukup baik untuk digunakan[10].

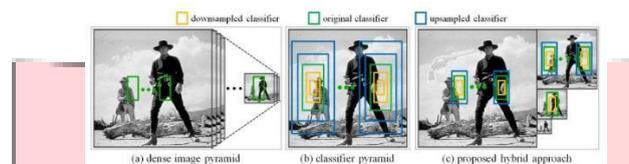


Gambar 3.6 Proses normalisasi warna berdasarkan ChnFtrs [17]

2.2.2 Pencarian dengan *Image Pyramid*

Image pyramid merupakan struktur data yang didesain untuk mendukung pemrosesan citra melalui representasi citra tersebut dalam ukuran yang lebih kecil^[2]. Dasar piramida ini adalah citra asli, lalu citra diperkecil melalui penghapusan piksel-piksel di baris dan kolom tertentu, baik melalui low-pass filtering terlebih dahulu ataupun tidak. Citra yang telah diperkecil menjadi lapisan piramida di atasnya. Proses pengecilan ini dapat dilakukan terus menerus sesuai kebutuhan.

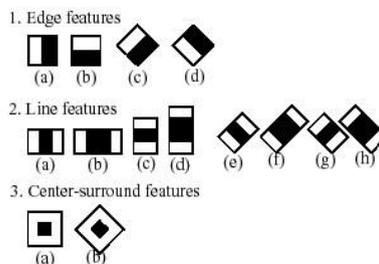
Pada deteksi orang menggunakan histogram gradient, yang menjadi piramida gambar adalah area deteksi. Program melakukan pemindaian di dalam area deteksi tersebut, menggunakan kotak dengan ukuran yang sama dengan data latih (kotak detektor). Setelah selesai, selanjutnya dibuat lapisan piramida gambar yang baru yaitu hasil pengecilan area deteksi. Pemindaian dilakukan kembali dengan kotak detektor yang sama dilapisan piramida tersebut^[21]. Hal tersebut dapat menghemat waktu pemrosesan karena jumlah piksel yang diolah dengan teknik image pyramid lebih sedikit dibandingkan dengan pencarian multi-skala lainnya, misalnya dengan mengubah ukuran kotak detektor.



Gambar 2.2 *Image Pyramid* pada metode FPDW [8]

2.3 Haar-Cascade Classifier

Pada penelitian ini digunakan *haar cascade classifier* sebagai metode untuk pengenalan pola obyek. Metode ini menggunakan *haar-like features* dimana perlu dilakukan *training* terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai keputusan yang disebut *cascade classifier* sebagai penentu apakah terdapat obyek positif atau tidak dalam tiap *frame* yang diproses^[15]. *Haar-like features* merupakan fitur yang menggunakan perbedaan intensitas piksel yang paling tinggi yang saling berdekatan. Terdapat 3 jenis fitur pada *Haar-like features* seperti yang terlihat pada gambar 2.3. Fitur-fitur tersebut digunakan dalam pengenalan pola berdasarkan bentuknya. *Haar-like features* mempunyai sifat *learner* dan *classifier* yang lemah^[15]. Maka untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dilakukan proses *haar-like features* secara massal, semakin banyak proses yang dilakukan maka akan semakin akurat hasil yang didapat. Oleh karena itu pemrosesan *haar-like features* yang banyak tersebut diorganisir didalam *cascade classifier*.



Gambar 2.3 *Haar-like Features*^[15]

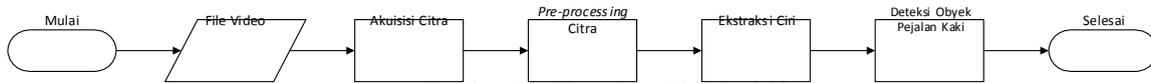
3. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Pada penelitian Tugas Akhir ini, akan dibangun *Driver Assitance System* (DAS) yang terintegrasi dan diimplementasikan pada perangkat *mobile* berbasis sistem Operasi Android. Pengembangan sistem ini didasarkan kebutuhan atas aplikasi DAS yang ringkas dan mudah diaplikasikan ke berbagai jenis kendaraan. Aplikasi DAS yang dirancang diberi pembatasan fokus pengembangannya untuk membantu pengemudi menghindari halangan berupa obyek pejalan kaki. Obyek pejalan kaki dipilih karena menurut^[16], jumlah korban kecelakaan di jalan raya sebagian besar adalah pejalan kaki.

Sistem deteksi obyek pejalan kaki pada aplikasi DAS yang dibangun menggunakan metode FPDW pada aplikasi *mobile* berbasis Android. Aplikasi DAS ini akan membantu pengemudi kendaraan agar selalu waspada terhadap pejalan kaki, dengan memberikan tanda peringatan dini (*warning alarm*) jika terdapat obyek pejalan kaki yang berada di depan kendaraan dengan jarak tertentu dan berada pada ruang tangkap viewfinder kamera perangkat.

Agar Aplikasi DAS yang dikembangkan diatas platform Android dapat efektif dan tepat guna ketika implementasinya, sistem harus dapat melakukan *processing* yang cepat dan *real-time*. Untuk meningkatkan

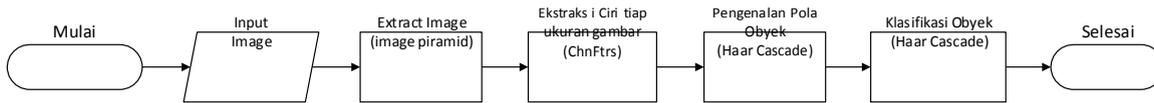
akurasi dan waktu deteksi disarankan menggunakan pendekatan *Native C/C++ Development*, yaitu pengembangan aplikasi Android yang proses logikanya dilakukan di lapisan *Native*, ditulis dengan bahasa C/C++. Kemudian ditampilkan hasil prosesnya ke lapisan *Application* yang ditulis dengan bahasa *Java*.



Gambar 3.1 Flowchart Simulasi Sistem

3.1 Proses deteksi Metode FPDW

Berikut alur proses deteksi metode FPDW :



Gambar 3.2 Alur proses deteksi metode FPDW

Proses deteksi obyek metode FPDW di dalam citra digital, dilakukan dengan membagi citra dalam ukuran yang berbeda-beda dari yang terbesar hingga terkecil membentuk piramida gambar. Didalam piramida gambar ini, terdapat sebuah *detector* berukuran 64 x 128 piksel pada setiap *frame* citra yang diproses. Ekstraksi ciri tiap ukuran citra diproses untuk dilakukan normalisasi warna berdasarkan *ChnFtrs*, yaitu mengubah warna asli citra berdasarkan pengabungan tiga kanal yaitu *Histogram of Gradient*, *Gradient Magnitude* atau kecenderungan warna, dan *LUV color channels* pada citra yang akan diproses. Hasil dari ekstraksi ciri pada citra, selanjutnya dilakukan pengenalan pola obyek berdasarkan hasil dari normalisasi warna untuk tiap citra yang berada dalam area deteksi. Dalam pengenalan pola obyek terlebih dulu dilakukan *training* menggunakan dataset yang telah ditentukan berdasarkan *haar-like features*.

Klasifikasi untuk menentukan obyek positif yaitu pejalan kaki dan membedakan dengan obyek negatif yaitu obyek bukan pejalan kaki dilakukan menggunakan *cascade clasiffier*. Hasil dari *training* kemudian dicocokkan dengan citra yang telah diproses sebelumnya. *Cascade classifier* akan memproses tiap *frame* citra dalam area deteksi untuk menentukan obyek positif yang terdeteksi.

4. Pengujian dan Analisis

4.1 Performansi Deteksi

Pengujian performansi deteksi obyek pejalan kaki untuk mengetahui sejauh mana aplikasi dapat mendeteksi obyek pejalan kaki dengan optimal. Untuk menganalisis performansi sistem deteksi, akan dilakukan beberapa skenario yaitu dengan mengubah resolusi *frame* aplikasi untuk mengetahui nilai kecepatan deteksi dalam satuan *frame per second* (fps), dan *detection time* (ms). Perubahan ukuran resolusi layar mengacu pada ukuran resolusi layar sebenarnya *smartphone Xiaomi Redmi 1s* yaitu 1280 x 720 piksel, kemudian akan diubah menjadi 1/2 dari ukuran resolusi layar sebenarnya yaitu 640 x 480 piksel, dan 1/4 dari ukuran resolusi layar yang sebenarnya yaitu 320 x 240 piksel.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Waktu Deteksi

Resolusi <i>Frame</i> (piksel)	Kecepatan Deteksi (fps)	Detection Time (ms)
320 x 240	151 - 169	66,232 – 59,085
640 x 480	51 - 62	194,773 – 160,31
1280 x 720	46 - 53	216,775 – 187,319

Didapatkan bahwa perubahan resolusi *frame* dapat mempengaruhi performansi sistem deteksi. Pada ukuran resolusi *frame* sebenarnya yaitu 1280 x 720 piksel, nilai kecepatan deteksi untuk metode FPDW yaitu mencapai 46 – 53 fps, dengan waktu deteksi 216,775 ms – 187,319 ms, dengan hasil tersebut sistem sudah dapat berjalan dengan baik, tetapi penggunaan memori dan CPU pada resolusi *frame* tersebut sangat tinggi sehingga dengan cepat dapat menghabiskan daya dan kinerja pada *smartphone*. Pada resolusi *frame* 640 x 480 piksel atau 1/2 dari ukuran resolusi *frame* sebenarnya, nilai kecepatan deteksi meningkat menjadi 51 – 62 fps, dengan waktu deteksi lebih cepat dari sebelumnya yaitu 192,773 ms – 160,31 ms, hasil ini lebih baik dari ukuran resolusi

frame sebenarnya, penggunaan memori dan CPU juga tidak terlalu banyak. Selanjutnya resolusi frame 320 x 240 piksel atau 1/4 dari ukuran resolusi frame yang sebenarnya, didapat nilai kecepatan deteksi meningkat hingga mencapai 169 fps dengan waktu deteksi 59,085. Nilai tersebut jauh lebih baik untuk performansi deteksi pada sistem, tetapi mengurangi keakuratan deteksi.

4.2 Akurasi Deteksi

Pengujian akurasi deteksi obyek pejalan kaki dilakukan untuk mengetahui sejauh mana aplikasi dapat mendeteksi obyek pejalan kaki secara akurat. Untuk mengetahui nilai akurasi deteksi (%), digunakan parameter uji yaitu *False Positive* (background atau obyek lain yang terdeteksi sebagai orang) dan *False Negative* (obyek orang yang tidak terdeteksi). Serta kasus bagaimana orang melewati suatu area, yaitu dengan renggang satu sama lain, berhimpitan, bergerombol, baju mirip background, berpapasan, berlari dan membawa obyek besar. Kasus-kasus tersebut diambil berdasarkan hasil pengamatan dari video-video yang digunakan dalam penelitian sebelumnya^[5-7].

Nilai persentasi akurasi dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Accuracy(\%) = \frac{T}{T + Fp + Fn} * 100\% \tag{4.1}$$

Dimana T pada rumus tersebut adalah jumlah orang yang terhitung dengan benar, Fp adalah obyek lain yang terdeteksi sebagai orang, dan Fn adalah obyek orang yang terdeteksi.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Akurasi Deteksi

Kasus	A	B	C	Fp	Fn	Akurasi	Akurasi per kasus
Berhimpitan	2	1	2	0	0	100%	62,22%
	3	1	2	0	1	66,66%	
	5	1	1	0	4	20%	
Tidak Berhimpitan	2	2	2	0	0	100%	75,55%
	3	2	2	0	1	66,66%	
	5	3	3	0	2	60%	
Bergerombol	2	1	1	0	1	50%	45,55%
	3	1	2	0	1	66,66%	
	5	1	1	0	4	20%	
Berpapasan	2	2	2	0	0	100%	62,22%
	3	2	2	0	1	66,66%	
	5	1	1	0	4	20%	
Baju Mirip Background	1	0	0	0	1	0%	0%
	2	0	0	0	2	0%	
	3	0	0	0	3	0%	
Bawa obyek besar	2	2	2	0	0	100%	61,11%
	3	1	1	0	2	33,33%	
	4	2	2	0	2	50%	
Berlari	2	2	2	0	0	100%	83,33%
	3	2	2	0	1	66,66%	
Rata-rata							55,71 %

Keterangan :

A = Jumlah Orang

B = Jumlah Kotak yang muncul

C = T (orang terdeteksi)

Dari pengujian performansi deteksi yang telah dilakukan, didapatkan hasil pada Tabel 4.3 Hasil Pengujian Akurasi Deteksi. Didapatkan bahwa pada beberapa kasus untuk metode FPDW nilai akurasi sangat kecil yakni 45,55% pada kasus orang bergerombol, bahkan pada kasus baju mirip background sistem tidak dapat mendeteksi orang sama sekali atau dengan kata lain nilai akurasinya 0%, hal ini dikarenakan metode FPDW tidak mendukung sistem deteksi *grouping* dan obyek yang muncul pada kasus tersebut tidak sesuai dengan data latih yang diberikan yaitu posisi orang dengan bentuk sedang berjalan yang terlihat dari samping, sedangkan pada kasus lainnya seperti tidak berhimpitan, berlari, dan berpapasan nilai akurasi cukup tinggi,

karena performansi deteksi metode FPDW dari hasil pengujian sebelumnya cepat, dan obyek orang pada kasus-kasus tersebut sesuai dengan data latih yang diberikan. Didapatkan hasil akurasi deteksi metode FPDW mencapai 55,71%.



Gambar 4.1 Hasil Deteksi Pejalan Kaki pada Aplikasi *Mobile* berbasis Android

4.3 Sistem Deteksi

Pengujian sistem deteksi obyek pejalan kaki dilakukan untuk mengetahui apakah sistem deteksi sudah dapat berjalan dengan optimal dalam kondisi tertentu. Pengujian sistem akan dilakukan dengan mengubah skenario kecepatan kendaraan berdasarkan kondisi jalan raya yang sebenarnya yaitu sesuai dengan *Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2013, Pasal 23, ayat 4 tentang Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*.

Dari pengujian sistem yang telah dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sistem

Kecepatan Kendaraan (km/jam)	Kasus	Jumlah Orang Sebenarnya	Jumlah Terdeteksi	Detection Time (ms)
10	1	1	0	215.672
	2	1	1	152.586
	3	1	0	205.093
	4	1	1	187.567
	5	2	0	220.154
25	1	2	1	196.823
	2	3	0	233.007
50	1	1	0	201.235

Dari hasil pengujian pada skenario sistem *Driver Assistance System* dalam implementasinya dalam kasus-kasus jalanan perkotaan di Indonesia yang dilakukan pada kondisi sebenarnya didapatkan hasil, Dari pengujian sistem yang telah dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut pada tabel 4.5 Hasil Pengujian Sistem. Pada kecepatan kendaraan 10 km/jam pengujian dilakukan di daerah pemukiman, dengan 5 kasus pengujian berdasarkan jumlah orang yang sebenarnya, terdapat 2 kasus dengan jumlah orang 1 yang dapat terdeteksi oleh sistem, dengan *detection time* yang tidak jauh beda pada hasil pengujian waktu deteksi sebelumnya, pada kasus 2 dan 4 obyek pejalan kaki dapat terlihat jelas sehingga mampu terdeteksi oleh sistem dan *warning alarm* bekerja. Sedangkan untuk yang tidak terdeteksi disebabkan karena pada kasus 1 dan 5, obyek orang mirip dengan *background* sehingga sulit terdeteksi oleh sistem. Pada kasus 3, obyek yang tertangkap sedang membawa payung dimana hal ini tidak sesuai dengan data latih yang diberikan.

Pada kecepatan 25 km/jam terdapat 2 kasus pada pengujian sistem. Kasus 1 terdapat 2 obyek pejalan kaki yang sebenarnya tetapi hanya 1 obyek pejalan kaki yang terdeteksi, sedangkan 1 obyek pejalan kaki lainnya berada dibawah bayangan atap rumah sehingga obyek yang terlihat gelap. Kasus 2 terdapat 3 obyek pejalan kaki yang sebenarnya, tetapi tidak ada yang terdeteksi, dikarenakan obyek pejalan kaki yang tertangkap sedang bergerombol.

Pada kecepatan 50 km/jam terdapat 1 kasus pada pengujian sistem dengan 1 obyek pejalan kaki yang tidak terdeteksi, dikarenakan kondisi kendaraan yang sangat cepat dan pejalan kaki berada diluar area *window detector*. Secara umum sistem deteksi obyek pejalan kaki pada perangkat *mobile* berbasis Android sudah dapat berjalan secara optimal, tetapi tidak dalam kondisi-kondisi tertentu, seperti obyek pejalan kaki mirip dengan *background*, obyek pejalan kaki membawa obyek lain, bergerombol, dan lain-lain.

5. Kesimpulan dan Saran

Metode FPDW dapat diimplementasikan pada perangkat aplikasi mobile berbasis Android untuk sistem deteksi obyek pejalan kaki. Nilai waktu deteksi dan akurasi bergantung pada nilai resolusi frame yang diberikan pada sistem, semakin besar nilai resolusi yang diberikan maka nilai waktu deteksi berkurang tetapi nilai akurasi naik. Sebaliknya, semakin kecil nilai resolusi frame yang diberikan maka nilai waktu deteksi semakin baik tetapi nilai akurasi berkurang.

Metode FPDW pada sistem deteksi obyek pejalan kaki menggunakan aplikasi mobile berbasis Android dengan spesifikasi perangkat menggunakan *smartphone* Xiaomi Redmi 1s, *Processor Quad-Core*, dan RAM 1Gbyte, serta Notebook PC Asus A455L, *Processor Intel Core i5* dan RAM 4Gbyte memiliki nilai kecepatan deteksi yang tinggi yakni mencapai 169 fps pada resolusi frame 320 x 240 piksel dan waktu deteksi mencapai 59,085 ms, dan ditemukan resolusi frame ideal yaitu 640 x 480 piksel dengan nilai kecepatan deteksi mencapai 62 fps dan waktu deteksi 160,31 ms. Kemudian nilai akurasi mencapai 55,71% yang didapatkan dari pengujian dengan beberapa kasus. metode FPDW tidak cocok digunakan pada kasus baju obyek mirip background, bergerombol, dan membawa obyek besar.

Driver Assistance System ini dapat dikembangkan lebih jauh lagi dengan menambahkan fitur deteksi dua arah, misalnya selain mendeteksi obyek pejalan kaki, sistem juga dapat mendeteksi kondisi pengemudi hingga kondisi kendaraan, kondisi jalan, dan sebagainya. Seiring berkembangnya perangkat-perangkat *smartphone* di masa yang akan datang metode yang diimplementasikan dapat lebih kompleks lagi, misalnya dengan menggunakan *dual camera* tidak hanya *single camera*. Waktu deteksi maupun akurasi dapat ditingkatkan lagi dengan optimalisasi program sehingga kebutuhan komputasi dan memori perangkat dapat lebih kecil penggunaan *resource*-nya. Pada implementasi metode deteksi obyek diperangkat *smartphone* manajemen *resource* sangatlah penting.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Nghiem, F. Bremond, M. Thonnat, dan V. Valentin. 2007. "ETISEO, Performance Evaluation for Video Surveillance Systems," in IEEE Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance, 2007. AVSS 2007. pp. 476–481.
- [2] Andelson, E.H., dkk. 1984. *Pyramid Methods in Image Processing*. New Jersey: RCA Corporation.
- [3] B. Li, Q. Yao, dan K. Wang. 2012. "A review on vision-based pedestrian detection in intelligent transportation systems," in 9th IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC). 2012. pp. 393–398.
- [4] D. Gerónimo, A. M. López, A. D. Sappa, and T. Graf. 2010. "Survey of pedestrian detection for advanced driver assistance systems.," IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol. 32, no. 7, pp. 1239–1258.
- [5] Dinh, Tien Ba, dkk. 2011. *Online Multiple Object Tracking by Hierarchical Association of Detection Responses*. Ho Chi Minh City: University of Science.
- [6] Guo, Lijun, dkk. 2010. *A New Method Combining HOG and Kalman Filter for Video-based Human Detection and Tracking*. Ningbo: Ningbo University.
- [7] Lv, Pei, dkk. 2010. *A People Counting System based on Head-shoulder Detection and Tracking in Surveillance Video*. Wuhan: Wuhan University of Technology
- [8] P. Dollár, S. Belongie, dan P. Perona. 2010. "The Fastest Pedestrian Detector in the West," in Proceedings of the British Machine Vision Conference (2010). pp. 1–10.
- [9] P. Dollar, C. Wojek, B. Schiele dan P. Perona. 2009. "Pedestrian detection: A benchmark," *Computer Vision and Pattern Recognition*.
- [10] P. Dollár, Z. Tu, P. Perona, dan S. Belongie. 2009. "Integral Channel Features," in British Machine Vision Conference, 2009, pp. 1–11
- [11] R. Benenson, M. Omran, J. Hosang dan B. Schiele. 2014. "Ten Years of Pedestrian Detection, What Have We Learned?," European Conference on Computer Vision.
- [12] M. Kachouane, S. Sahki, M. Lakrouf, dan N. Ouadah. 2012. "HOG Based fast Human Detection", 24th International Conference on Microelectronics (ICM).
- [13] N. Dalal, "INRIA Person dataset," [Online]. Available : <http://pascal.inrialpes.fr/data/human/>. [Diakses 3 Januari 2015].
- [14] S. Achmad dan H. Agus. 2013. "Deteksi Pejalan Kaki pada Video dengan Metode Fastest Pedestrian Detector in The West (FPDW)". Pada Jurnal TICOM, vol. 2, no. 1.
- [15] S. Hadi dan H. Agus. 2013. "Haar Cascade Classifier dan Algoritma Adaboost untuk Deteksi Banyak Wajah Dalam Ruang Kelas". Pada Jurnal Teknologi, vol.6, no.2.
- [16] WHO. 2013. Global Status Report on Road Safety 2013.[Online]. Available : http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/en/ [Diakses 18 September 2014].
- [17] Y. Huang. 2013. Visual Object Detection, Recognition and Tracking. Sunnyvale, California.