

# Deteksi Pejalan Kaki pada Video dengan Metode *Fastest Pedestrian Detector in The West* (FPDW)

Achmad Solichin<sup>#1</sup>, Agus Harjoko<sup>\*2</sup>

<sup>#</sup>Mahasiswa S3 Ilmu Komputer, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada

<sup>#</sup>Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur Indonesia

<sup>1</sup>achmad.solichin@budiluhur.ac.id

<sup>\*</sup>Jurusan Ilmu Komputer & Elektronika, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada Indonesia

<sup>2</sup>aharjoko@ugm.ac.id

**Abstrak**— Deteksi pejalan kaki pada video dapat dilakukan secara *offline* untuk keperluan analisis, seperti analisis perilaku pejalan kaki, analisis terjadinya kerusuhan dan analisis terjadinya kecelakaan lalu lintas. Selain itu, proses deteksi pejalan kaki juga banyak dilakukan secara *real-time*, seperti untuk sistem pengamanan berkendara, sistem navigasi di dalam ruangan, sistem pengaturan lalu lintas di persimpangan dan sebagainya. Dalam paper ini, metode FPDW (*Fastest Pedestrian Detector in the West*) akan diujicobakan untuk melakukan deteksi pejalan kaki pada suatu video. Kontribusi dari paper ini adalah menambahkan parameter *minimum confidence* pada algoritma FPDW untuk meningkatkan tingkat akurasi hasil deteksi. Percobaan dilakukan terhadap video berdurasi 6 menit 50 detik yang diekstraksi menjadi 1 citra per detik.

**Kata kunci** — deteksi pejalan kaki, FPDW, HOG, video

**Abstract**— *Pedestrian detection in video can be done offline for the purposes of analysis, such as analysis of pedestrian behavior, riots analysis and analysis of traffic accidents. In addition, pedestrian detection process is also done in real-time, such as for driving security systems, indoor navigation system, traffic control system at crossroads and so on. In this paper, a method FPDW (Fastest Pedestrian Detector in the West) will be tested to detect pedestrians in a video. Contribution of this paper is to add parameter of minimum confidence to the FPDW algorithm, to improve the accuracy of detection results. Experiments conducted on the video duration of 6 minutes 50 seconds extracted into 1 image per second.*

**Keywords**— pedestrian detector, FPDW, HOG, video

## I. PENDAHULUAN

Deteksi pejalan kaki pada video merupakan salah satu topik penelitian yang populer saat ini. Hasil penelitian banyak dimanfaatkan dalam banyak aplikasi seperti untuk keamanan dan pengawasan (*surveillance*) [1], keamanan dalam lalu lintas (*advanced driver assistance systems*) [2], *intelligent transportation systems* [3], robotika dan juga analisis potensi terjadi kerusuhan di suatu tempat [4].

Proses deteksi pejalan kaki pada video dapat dilakukan secara *offline* untuk keperluan analisis, seperti analisis perilaku pejalan kaki, analisis dan prediksi terjadinya kerusuhan dan analisis terjadinya kecelakaan lalu lintas [5]. Selain itu, proses deteksi pejalan kaki juga banyak dilakukan secara *real-time*, seperti untuk sistem pengamanan berkendara [6], sistem navigasi di dalam ruangan [7], sistem pengaturan lalu lintas di persimpangan [8] dan sebagainya.

Pada proses deteksi secara *offline*, tingkat akurasi lebih diutamakan dibanding kecepatan. Sebaliknya pada proses deteksi secara *real-time*, kecepatan merupakan hal yang utama. Jika dilihat dari tingkat kesalahan deteksi setiap citra semakin berkurang, terbukti dari nilai fppi (*false positive per image*) yang terus menurun pada beberapa teknik deteksi. Metode Viola-Jones [9] menghasilkan nilai fppi 10, *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) [10] menghasilkan 1 fppi, dan beberapa metode deteksi yang dikenal saat ini seperti metode FPDW dan ChnFtrs [11]–[13] sudah mencapai

nilai 0,1 fppi. Dengan kata lain, tingkat akurasi teknik deteksi pejalan kaki semakin baik.

Di sisi lain, tingkat kecepatan proses deteksi juga semakin meningkat. Viola-Jones [9] hanya mampu melakukan deteksi 15 fps (*frame per second*), tetapi metode FPDW [12] mampu menghasilkan kecepatan deteksi 10 hingga 100 kali lipatnya. Bahkan metode VeryFast [14], yang menggunakan metode FPDW dengan pembagian proses CPU dan GPU dapat melakukan deteksi 100 frame per detik. Dollar dkk dalam [13] melakukan percobaan menggunakan *Caltech Pedestrian Datasets* [15] menyimpulkan FPDW dan ChnFtrs menjadi metode yang tercepat.

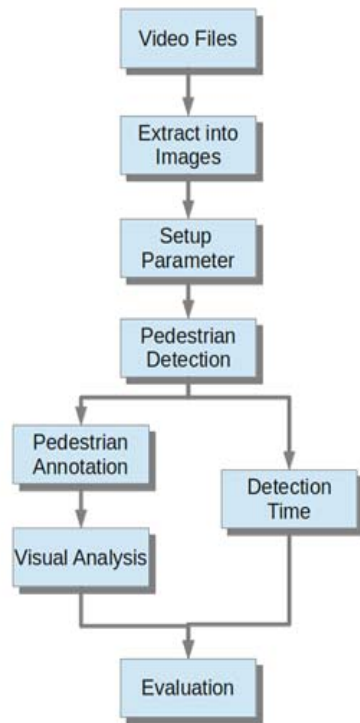
Dalam paper ini, metode FPDW [12] akan diujicobakan untuk melakukan deteksi pejalan kaki pada suatu video. Kontribusi dari paper ini adalah menambahkan parameter *minimum confidence* pada algoritma yang dibuat oleh Piotr Dollar [12], [16] untuk meningkatkan tingkat akurasi hasil deteksi. Percobaan dilakukan terhadap video berdurasi 6 menit 50 detik yang diekstraksi menjadi 1 citra per detik.

## II. METODE YANG DIUSULKAN

Pada bagian ini dijelaskan mengenai gambaran garis besar metode yang diusulkan yang selanjutnya dijelaskan secara lebih mendalam, khususnya mengenai metode HOG dan FPDW.

A. Garis Besar Proses Deteksi

Berdasarkan metode FPDW (*Fastest Pedestrian Detector in the West*) [11], [12], [16], diusulkan proses deteksi pejalan kaki seperti terlihat pada Gambar 1. Pada langkah pertama, file video dipecah menjadi citra digital dengan pemecahan satu citra untuk setiap detik (*1 frame per second*). Langkah selanjutnya adalah mengatur parameter proses deteksi. Beberapa parameter yang perlu ditentukan adalah lokasi dan nama citra, skala citra yang diinginkan, classifier yang digunakan, threshold proses deteksi, metode ekstraksi ciri dan tingkat keyakinan minimal (*minimum confidence*).



Gbr. 1 Metode Yang Diusulkan

Proses deteksi dilakukan dengan menggunakan algoritma FPDW [12] yang menggunakan fitur orientasi histogram atau *Histograms of Oriented Gradient* (HOG) [10]. Proses deteksi akan menghasilkan nilai *bounding box* untuk setiap citra beserta nilai keyakinan (*confidence*) dari masing *bounding box*.

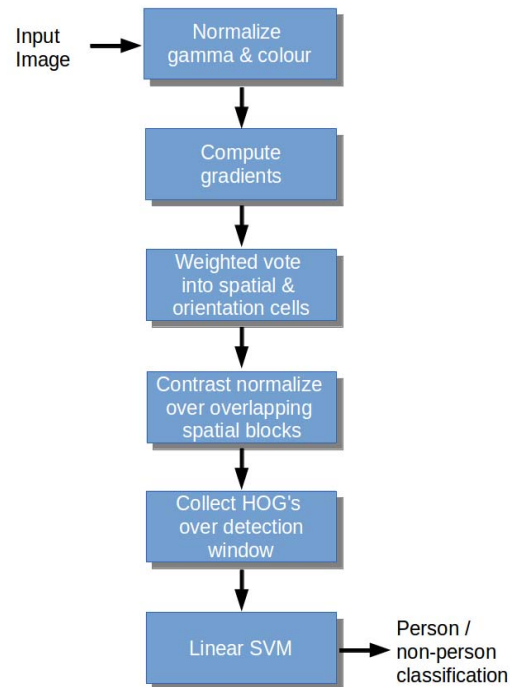
Berdasarkan nilai *bounding box*, selanjutnya dilakukan penandaan obyek pejalan kaki pada citra. Selain itu dicatat pula waktu deteksi untuk setiap citra. Pada langkah terakhir, dilakukan evaluasi hasil deteksi secara visual dan waktu proses deteksi.

B. *Histograms of Oriented Gradient* (HoG)

*Histograms of Oriented Gradient* (HOG) [10] sendiri merupakan metode deteksi obyek yang didasarkan pada

tampilan dan bentuk obyek secara lokal. Ciri yang digunakan dalam metode ini adalah distribusi intensitas gradien beserta arahnya. Metode HOG banyak digunakan sebagai metode detektor berbagai obyek. Pada paper [17], [18], HOG digunakan untuk mendeteksi pejalan kaki pada malam hari dengan kamera infra merah. Pada [18] juga diusulkan parameter-parameter yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan metode HOG antara lain ukuran *cell*, ukuran dan normalisasi blok serta bobot dari histogram. Deskriptor HOG ditentukan berdasarkan 3 (tiga) langkah yaitu (a) menghitung gradien citra, (b) membuat histogram dari arah gradien untuk setiap *cell* dan (c) melakukan normalisasi histogram untuk setiap blok.

Sementara itu, beberapa penelitian lain seperti [19]–[21] berusaha menggabungkan metode HOG dengan klasifikator Adaboost untuk meningkatkan tingkat akurasi proses deteksi. Dilihat dari kecepatan proses, metode gabungan [19] dapat mencapai kecepatan 70 kali lebih cepat dibanding metode asli HOG [10]. Kecepatan didapatkan karena metode tersebut menggunakan ciri-ciri yang dipilih dari sejumlah besar blok dalam berbagai ukuran, lokasi dan rasio.

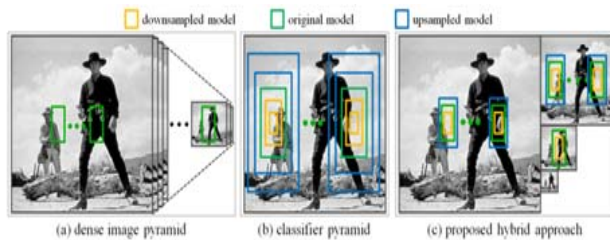


Gbr. 1 Metode HOG [10]

C. *Fastest Pedestrian Detector in the West* (FPDW)

Dalam banyak aplikasi, kecepatan proses deteksi sama pentingnya dibanding akurasi deteksi. Pada kebanyakan proses deteksi obyek di dalam citra digital, dilakukan dengan membagi citra dalam ukuran yang berbeda-beda dari yang terbesar hingga terkecil membentuk piramida gambar.

Ekstraksi ciri dilakukan untuk setiap ukuran. Selanjutnya teknik *sliding window* pada skala tetap digunakan untuk melakukan pengenalan pola obyek. Viola and Jones [9] mengusulkan teknik deteksi tanpa membuat piramida gambar terlebih dahulu. Proses *sliding window* diterapkan pada ukuran dan posisi di manapun di dalam citra. Metode tersebut meningkatkan kecepatan deteksi, namun sedikit mengurangi akurasi. FPDW merupakan metode yang menggabungkan kedua metode tersebut seperti terlihat pada Gambar 3.



Gbr. 3 Metode FPDW

Permasalahan kecepatan pada kebanyakan teknik deteksi adalah proses pembentukan piramida gambar, melakukan ekstraksi dan komputasi ciri pada masing-masing skala gambar. Namun teknik piramida gambar memiliki kelebihan dapat mendeteksi obyek dalam berbagai ukuran baik yang lebih besar maupun lebih kecil dari ukuran gambar aslinya. Piotr Dollar dkk menemukan bahwa ternyata nilai dari ciri HOG relatif tetap untuk setiap ukuran, atau dengan kata lain tidak dipengaruhi oleh proses *upscale* maupun *downscale* gambar. Dengan demikian, proses ekstraksi dan perhitungan ciri cukup dilakukan sekali. Hal inilah yang meningkatkan kecepatan proses pada metode FPDW.

Metode FPDW menggunakan detektor ChnFtrs (*channel features*) yang dijelaskan pada [11]. ChnFtrs merupakan metode turunan dari Viola-Jones [9] yang menggabungkan tiga kanal yaitu gradien histogram, kanal warna dan kecenderungan gradien. ChnFtrs menghabiskan sebagian besar komputasi untuk membentuk piramida gambar, namun tidak perlu dilakukan proses training ulang hanya cukup mengatur ukuran gambar sample.

```

1 fungsi pedestrianDetection (path, tpath, jenis, minconf)
2 mulai
3     ambil semua file citra yang ada di folder 'path'
4
5     ulang untuk setiap file citra yang ditemukan
6         ambil nama file citra
7         baca citra
8         setting parameter deteksi
9         simpan waktu awal deteksi
10        panggil proses deteksi dengan minimum confidence minconf
11        simpan total waktu deteksi
12        tampilkan citra
13        tampilkan bounding-box berdasarkan hasil deteksi
14        simpan gambar di folder 'tpath'
15    akhir ulang
16 akhir fungsi
    
```

Gbr. 2 Algoritma Deteksi Pejalan Kaki dengan FPDW

Gambar 4 menunjukkan algoritma metode FPDW yang telah ditambahkan parameter minimum confidence. Algoritma tersebut merupakan implementasi dari metode deteksi pada Gambar 1.

III. HASIL UJI COBA

Uji coba metode deteksi pejalan kaki FPDW dilakukan terhadap video yang diambil dengan kamera genggam di sebuah sudut bandara. Video diambil pada tanggal 28 Juli 2012 dengan durasi 6 menit 50 detik (410 detik). Video berdimensi 720 x 480 dengan 1000 frame per detik dalam format *Advanced Streaming Format* (ASF).

Pertama kali dilakukan ekstraksi video menjadi citra digital dengan kerapatan satu citra per detik. Ekstraksi video dilakukan secara manual dengan menggunakan program *ffmpeg* yang tersedia di sistem operasi berbasis Linux. Ekstraksi menghasilkan 412 citra dalam format PNG dengan resolusi 720 x 480 pixel.

Proses deteksi pejalan kaki dengan menerapkan algoritma FPDW dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Matlab. Beberapa parameter yang diatur untuk percobaan ini adalah:

- Klasifier: ChnFtrs
- Detection threshold : -100
- Metode : fast
- Scale : 0.25
- Minimum confidence : 80

Klasifier ChnFtrs merupakan klasifier berdasarkan channel dan features yang diusulkan pada [11] (versi 2009). Selanjutnya klasifier tersebut dikembangkan dan dipublikasikan pada tahun 2010 [12] sehingga lebih cepat dibanding versi sebelumnya. Pengaturan parameter "*fast*" pada percobaan yang dilakukan mengandung arti bahwa versi klasifier yang digunakan adalah versi yang kedua. Sementara itu, nilai parameter detection threshold -100 didapatkan dari hasil uji coba dimana obyek pejalan kaki memiliki nilai *bbs* (ukuran *bounding box*) lebih dari 100. Nilai *bbs* kurang dari 100 akan diabaikan atau dianggap sebagai derau (*noise*). Untuk menentukan tingkat akurasi dari proses deteksi, diatur parameter minimum *confidence* sebesar 80 (dalam persen).

Proses deteksi yang dilakukan terhadap 412 citra memakan waktu 83,68 detik dengan rata-rata waktu deteksi 0,20 detik per citra. Gambar 5 menunjukkan hasil deteksi beberapa contoh citra. Dari hasil evaluasi secara visual, didapat kesimpulan bahwa tingkat akurasi deteksi sebesar 73,25



Gbr. 5 Hasil Deteksi dengan Metode FPDW

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan dan percobaan di atas, dapat disimpulkan bahwa metode FPDW memiliki kelebihan dalam hal kecepatan proses deteksi. Tingkat akurasi metode tersebut juga cukup tinggi. Pada proses deteksi pejalan kaki, ditambahkan parameter minimum confidence atau tingkat keyakinan minimal terhadap hasil deteksi. Uji coba metode FPDW memberikan tingkat akurasi sebesar 73,25%. Peningkatan kemampuan algoritma FPDW masih mungkin untuk dilakukan di masa mendatang.

#### DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Nghiem, F. Bremond, M. Thonnat, and V. Valentin, "ETISEO, Performance Evaluation for Video Surveillance Systems," in *IEEE Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance*, 2007. AVSS 2007., 2007, pp. 476–481.

[2] D. Gerónimo, A. M. López, A. D. Sappa, and T. Graf, "Survey of pedestrian detection for advanced driver assistance systems.," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 32, no. 7, pp. 1239–1258, Jul. 2010.

[3] B. Li, Q. Yao, and K. Wang, "A review on vision-based pedestrian detection in intelligent transportation systems.," in *9th IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC)*, 2012, 2012, pp. 393–398.

[4] J. Zhang and Z. Liu, "Detecting abnormal motion of pedestrian in video.," *2008 Int. Conf. Inf. Autom.*, pp. 81–85, Jun. 2008.

[5] T. Gandhi and M. M. Trivedi, "Pedestrian Protection Systems: Issues, Survey, and Challenges.," *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 8, no. 3, pp. 413–430, Sep. 2007.

[6] G. Liu and Y. Sun, "An In-Vehicle System for Pedestrian Detection.," in *11th International Symposium on Distributed Computing and Applications to Business, Engineering & Science*, 2012, pp. 328–331.

[7] B. Shin, J. H. Lee, H. Lee, E. Kim, J. Kim, S. Lee, Y. Cho, S. Park, and T. Lee, "Indoor 3D pedestrian tracking algorithm based on PDR using smartphone.," in *12th International Conference on Control, Automation and Systems*, 2012, pp. 1442–1445.

[8] D. Meissner, S. Reuter, and K. Dietmayer, "Real-time detection and tracking of pedestrians at intersections using a network of laserscanners.," in *Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, 2012, pp. 630–635.

[9] P. Viola, M. J. Jones, and D. Snow, "Detecting Pedestrians Using Patterns of Motion and Appearance.," *Int. J. Comput. Vis.*, no. Iccv, pp. 2–9, 2003.

[10] N. Dalal and B. Triggs, "Histograms of Oriented Gradients for Human Detection.," in *IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2005, pp. 1–13.

[11] P. Dollár, Z. Tu, P. Perona, and S. Belongie, "Integral Channel Features.," in *British Machine Vision Conference*, 2009, pp. 1–11.

[12] P. Dollár, S. Belongie, and P. Perona, "The Fastest Pedestrian Detector in the West.," in *Proceedings of the British Machine Vision Conference (2010)*, 2010, pp. 1–10.

[13] P. Dollár, C. Wojek, B. Schiele, and P. Perona, "Pedestrian detection: an evaluation of the state of the art.," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 34, no. 4, pp. 743–61, Apr. 2012.

[14] R. Benenson, M. Mathias, R. Timofte, and L. Van Gool, "Pedestrian detection at 100 frames per second.," in *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2012, 2012, pp. 2903–2910.

[15] P. Dollár, C. Wojek, B. Schiele, and P. Perona, "Pedestrian Detection : A Benchmark.," in *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2009. CVPR 2009., 2009, pp. 304–311.

[16] P. Dollár, R. Appel, and W. Kienzle, "Crosstalk Cascades for Frame-Rate Pedestrian Detection.," in *ECCV 2012*, 2012, pp. 1–14.

[17] J. Dong, J. Ge, and Y. Luo, "NIGHTTIME PEDESTRIAN DETECTION WITH NEAR INFRARED USING CASCADED CLASSIFIERS.," in *IEEE International Conference on Image Processing*, 2007, pp. 185–188.

[18] F. Suard, A. Rakotomamonjy, A. Benshair, and A. Broggi, "Pedestrian Detection using Infrared images and Histograms of Oriented Gradients.," in *Intelligent Vehicles Symposium*, 2006, pp. 206–212.

[19] Q. Zhu, S. Avidan, M.-C. Yeh, and K.-T. Cheng, "Fast Human Detection Using a Cascade of Histograms of Oriented Gradients.," in *2006 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition - Volume 2 (CVPR'06)*, 2006, vol. 2, pp. 1491–1498.

[20] J. Jiang and H. Xiong, "Fast Pedestrian Detection Based on HOG-PCA and Gentle AdaBoost.," in *International Conference on Computer Science & Service System (CSSS)*, 2012, pp. 1819–1822.

[21] A. C. Cosma, R. Brehar, and S. Nedevschi, "Part-based pedestrian detection using HoG features and vertical symmetry.," *2012 IEEE 8th Int. Conf. Intell. Comput. Commun. Process.*, pp. 229–236, Aug. 2012.