

ANALISIS PERBANDINGAN PELACAKAN OBJEK MENGGUNAKAN OPTICAL FLOW DAN BACKGROUND ESTIMATION PADA KAMERA BERGERAK

Wahyu Supriyatin

ayu_ws@staff.gunadarma.ac.id
Universitas Gunadarma

Abstrak

Pelacakan objek merupakan pengembangan dari *computer vision*. Pelacakan objek dapat dikembangkan menjadi berbagai aplikasi *vision based* seperti *human computer interface*, kompresi video dan sistem keamanan. Penelitian pelacakan objek digunakan untuk mengidentifikasi objek dengan *background* dalam satu *frame* serta mengidentifikasi jumlah objek yang melintas dalam *frame*. Algoritma yang digunakan dalam pelacakan objek adalah *optical flow* dan *background estimation*. Pengujian dilakukan menggunakan kamera bergerak yang posisinya diletakkan dalam mobil. Pengujian dilakukan dengan parameter simulasi yang dilakukan pada masing-masing algoritma. Pengujian pelacakan objek menggunakan tiga video dari *library* Matlab. Simulink Profile Report *optical flow* memiliki Total Recorded Time lebih baik dari *background estimation* dengan durasi waktu 100 detik. Pengujian *optical flow* berhasil mengidentifikasi objek yang melintas. Pengujian *background estimation* tidak berhasil mengidentifikasi objek dan tidak dapat membedakan antara objek dengan *background*. Pengujian dilihat dari jarak objek dengan kamera saat direkam, banyak dan sedikitnya *background* serta kecepatan yang ditempuh oleh objek saat diteliti.

Kata kunci: *background estimation*, *computer vision*, *optical flow*, pelacakan objek

Abstract

Object tracking is one of computer vision. Can be developed into various based applications like human computers interface, video compression and security system. Object tracking is used to identified objects within background and identify the number of objects that a cross. Algorithm for this object tracking use optical flow method and background estimation. Testing is carried out using a moving camera placed in a car. It's using parameter values for each Algorithm. The test is used three videos from the Matlab. Simulink Profile Report that optical flow method had Recorded Total Time better than the background estimation with 100 seconds duration. The optical flow Testing method successfully identified the car object. And background testing didn't succeed in identified and to differentiate an object to its background. The object test recorded from the distance with a camera, to examined how many the background was and the speed of cars.

Keywords: background estimation, computer vision, object tracking, optical flow

1. Pendahuluan

Citra digital didapatkan dari sekumpulan gambar maupun dari video [1]. Seiring berkembang teknologi, kini teknik pengolahan citra digital dapat dikembangkan menjadi *computer vision*. *Computer vision* merupakan suatu proses untuk mengolah gambar dan video untuk memperoleh suatu hal yang dianalisa [1]. Pelacakan objek merupakan bentuk penerapan aplikasi *computer vision*. Proses penglihatan atau *vision* yang semula dilakukan oleh *human vision* menjadi dengan menggunakan computer [2]. Salah satu perkembangan dari penggunaan teknik *computer vision* adalah *tracking* objek (pelacakan objek) [3].

Sistem pelacakan merupakan sistem yang dapat mendeteksi salah satu atau beberapa objek tertentu ketika objek dalam keadaan diam atau bergerak [4]. Pelacakan objek banyak dibutuhkan oleh berbagai macam aplikasi *vision based* seperti *human computer interface*, kompresi/komunikasi video dan sistem keamanan [3]. Tujuan dari pelacakan objek adalah untuk mengasosiasikan objek target dalam *frame* video berturut-turut [2]. Penelitian di bidang pelacakan dapat dilakukan menggunakan kamera atau video. Terdapat dua tahap dalam menganalisis video yaitu deteksi salah satu objek bergerak dan pelacakan objek dari *frame* ke *frame* [4]. Algoritma yang digunakan untuk melakukan pelacakan objek adalah *optical flow*, *background estimation*, *background subtraction*, *template matching*, *camshaft*, *meanshift* dan filter Kalman.

Optical flow adalah aliran pergerakan dari sebuah objek yang bergerak berdasarkan turunan intensitas cahayanya. Pada ruang 2D, *optical flow* berarti seberapa jauh suatu piksel citra berpindah diantara dua *frame* citra yang berurutan. Sedangkan pada ruang 3D, *optical flow* yaitu seberapa jauh



suatu volume piksel berpindah pada dua volume yang berurutan [1]. *Background estimation* merupakan proses untuk mendeteksi objek pada citra dengan cara mengurangi gambar yang memiliki objek dengan sebuah model latar belakang [1].

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis perbandingan pelacakan objek dengan menggunakan dua algoritma yaitu algoritma *optical flow* dan *background estimation*. Pelacakan objek dilakukan dengan menggunakan video. Pelacakan objek dilakukan untuk menghitung jumlah objek yang melintas didalam suatu *frame* video dengan banyak *background* yang ada dalam video tersebut. Video yang digunakan dalam penelitian diambil menggunakan kamera bergerak, dimana kamera yang digunakan mengikuti pergerakan objek yang dilacak. Video yang digunakan sebagai objek pelacakan akan dibandingkan dengan menggunakan simulasi parameter pada masing-masing algoritma. Hasil pengujian nilai parameter dianalisis untuk membandingkan dua algoritma dari segi objek yang berhasil teridentifikasi serta hasil simulasi waktu Simulink Profile Report. Penelitian ini lebih melihat pelacakan dari segi waktu (kecepatan objek diidentifikasi), jarak objek yang diamati dengan posisi kamera dan kecepatan kamera dalam mengikuti pergerakan objek.

Penelitian sebelumnya mengenai pelacakan objek sebagai pemanfaatan *computer vision* telah banyak dilakukan antara lain: Supriyatin dkk (2018) [2] menyatakan pelacakan objek dengan menggunakan metode *optical flow* dan *background estimation* pada kamera diam berhasil mengidentifikasi objek mobil dan *background* dalam *frame*. Metode *optical flow* memiliki durasi waktu lebih baik dibandingkan dengan metode *background estimation* yaitu kurang dari 100 detik. Kale dkk [5] tahun 2015 melakukan pengembangan algoritma pelacakan objek dan *moving object*. Metode *optical flow* dapat mengetahui pergerakan objek dengan menggunakan parameter yang dihitung. *Moving object* memberikan nilai estimasi posisi objek dari *frame* dengan latar belakang. Penggunaan *median filter* dalam penelitian ini dapat mengurangi permasalahan yang ada.

Sharma dkk tahun 2015 [6] deteksi objek bergerak merupakan kunci utama dalam analisis pelacakan video, digunakan untuk membedakan antara *background* dan *foreground*. Metode pelacakan yang baik adalah metode yang mampu melakukan perubahan iluminasi, *background* serta *noise* kamera. Melakukan survey terhadap beberapa metode deteksi objek. Metode *optical flow* ke dalam gambar dengan menggunakan vektor titik sesuai pergerakan object. Video yang digunakan video *realtime* dan rekaman yang diambil dalam suatu waktu. Dalam penelitian menunjukkan objek bergerak dapat dideteksi dengan menggunakan metode *optical flow* [7]. Algoritma *optical flow* memiliki tingkat keakuratan yang tinggi dari algoritma *background subtraction*. Dapat dilihat dari besarnya persentase pendeteksian keberadaan manusia dan menghitung jumlah manusia [1].

Pelacakan objek untuk menghitung jumlah mobil yang melintas dengan menggunakan metode *optical flow* berhasil mengidentifikasi jumlah mobil dengan menggunakan kamera diam. Tetapi dengan menggunakan kamera bergerak dengan metode yang sama tidak berhasil mengidentifikasi jumlah mobil yang melintas. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Simulink Matlab [8]. Penelitian dengan menggunakan metode *background estimation* pada kamera diam dan kamera bergerak dilakukan untuk memisahkan antara objek yang diamati dengan *background* dari objek. Selain memisahkan *background* dari objek, penelitian ini juga menangkap objek yang melintas dalam video. Metode *background estimation* dengan kamera diam berhasil menangkap objek dan berhasil memisahkan objek dengan *background*. Tetapi lain dengan metode *background estimation*, dimana tidak berhasil mengidentifikasi objek dan tidak berhasil memisahkan *background* [9]. Pelacakan objek dengan menggunakan algoritma *Kalman Filter* dan *Background Subtraction* dilakukan pada kamera statis dan objek yang bergerak dengan *background* yang konstan. Parameter yang digunakan dalam pengujian berbeda-beda pengukurannya dengan tiga set data standar. Pengujian berhasil memperoleh hasil *background* dan pelacakan objek [10].

Tiga komponen penting dalam Visible Light Positioning (VLP) adalah keakuratan posisi, ketepatan waktu dan ketangguhan objek. Tetapi beberapa VLP hanya lebih berfokus pada keakuratan posisi, hal ini menjadi pertimbangan penelitian dengan mempertimbangkan keakuratan waktu *real*. Penelitian yang dilakukan oleh [11], yaitu membuat VLP dengan membandingkan antara *optical flow* dan *bayesian forecast* dengan melihat dari segi waktu pelacakan dan posisi lokasi. Pelacakan objek dengan menggunakan algoritma *optical flow* ada dua metode yaitu *Lucas-Kanade* dan *Horn-Schuck*. *Optical flow* merupakan algoritma yang digunakan untuk melacak objek yang lebih besar dan cepat. Penelitian sebelumnya oleh [12] dengan menggunakan *Lucas-Kanade* berhasil mendeteksi dan melacak objek yang bergerak.

Pelacakan objek dengan menggunakan *background estimation* dilakukan oleh [13] dengan membandingkan antara *foreground segmentation* dan *background segmentation*. Penelitian dilakukan dengan meningkatkan nilai dari kinerja segmentasi keduanya dengan cara memperluas piksel



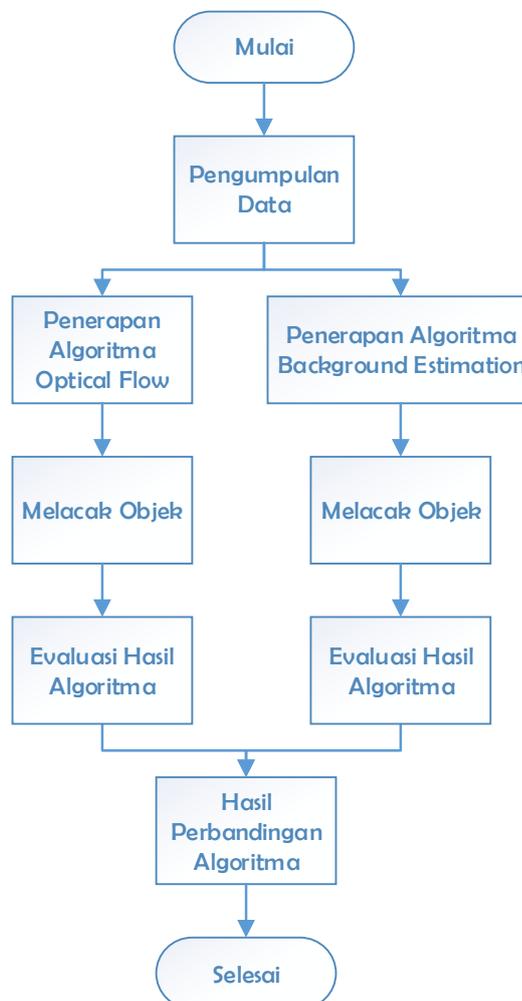
foreground dan *background*. Penelitian dilakukan pada empat set data yang heterogen dan berhasil meningkatkan segmentasi dengan mengurangi *background* dari objek. Pelacakan objek dengan *background subtraction* pada *Multiscale Fully Convolutional Network (MFCN)* dilakukan oleh [14] dalam penelitiannya. Penelitiannya dilakukan dengan mengurangi *background* dan meningkatkan *foreground*, yang dapat menghasilkan kinerja MFCN menjadi lebih baik dengan data set yang digunakan.

Pendekatan yang ada sebelumnya untuk *background subtraction* pada kamera bergerak dengan berfokus pada akurasi estimasi gerakan. Dalam penelitian yang dilakukan oleh [15] dengan mengurangi *background subtraction* melalui *foreground* dan *background*. *Foreground* dengan menggunakan ekstraksi *Gaussian Mixture Model* dan *background* dengan menggunakan *Homography Transformation*. Penelitian berhasil dengan menggabungkan piksel dengan kedekatan piksel.

2. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengumpulan data, yaitu penelitian pustaka (*Library Research*). Penelitian dilakukan dengan melakukan peninjauan pustaka untuk mempelajari buku-buku yang terkait dengan penelitian. Mempelajari *tools* yang digunakan dalam penerapan algoritma yaitu menggunakan *software Matlab*. Mencari video yang akan digunakan sebagai objek dalam penelitian di *library Matlab*.

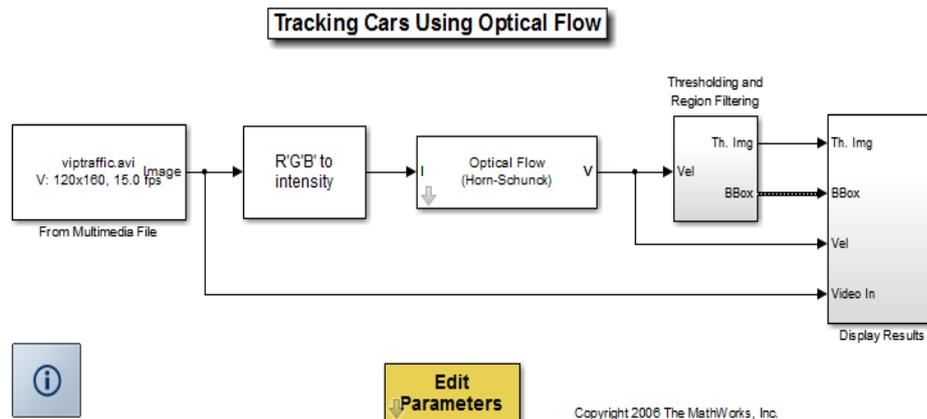
Penelitian dilakukan dengan menerapkan algoritma *optical flow* dan *background estimation* untuk melakukan pelacakan objek. Pelacakan dilihat dengan membandingkan durasi waktu yang dihasilkan pada masing-masing algoritma. Algoritma yang lebih cepat dan lebih tepat dalam mengenali bentuk objek menjadi algoritma yang terbaik. Alur tahapan dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Tahapan Penelitian

Metode *optical flow* adalah metode yang digunakan untuk memperkirakan pergerakan sector pada setiap *frame* dalam urutan video. Video akan mengalami proses *thresholding* dan dilakukan *morfologi* gerakan sector sehingga menghasilkan gambar biner. Dari gambar biner tersebut dilakukan analisis blok Draw Shapes untuk mendeksi dan melacak jumlah mobil yang dikenal [1]. Metode *Optical Flow* ini akan merepresentasikan gerakan kedalam aliran sector, kemudian menghitung nilai koordinat *centroid* untuk menghitung kecepatan kendaraan yang sedang bergerak [3].

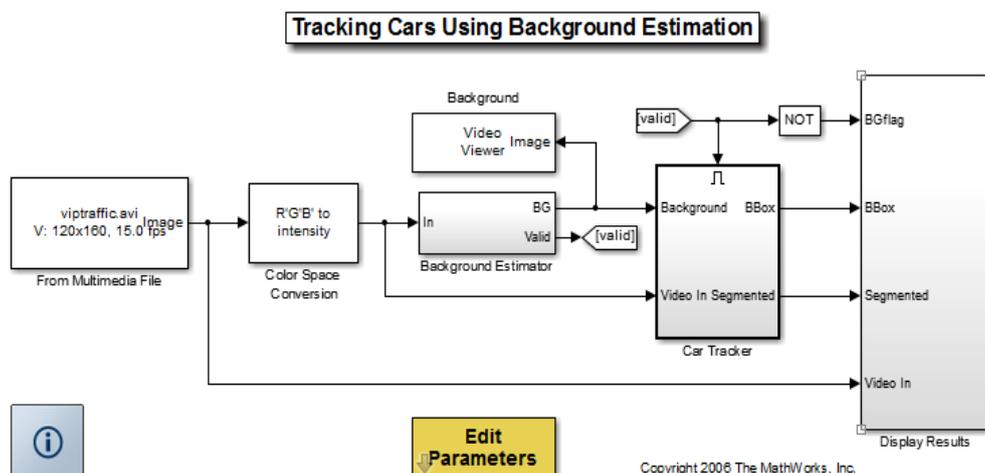
Gambar 2 adalah algoritma *optical flow (horn-schunck)* yang digunakan. Video yang digunakan sebagai objek akan dimasukkan untuk diidentifikasi dan dilakukan perubahan warna dari RGB ke Intensity (seperti parameter yang digunakan sebagai pembanding). Selanjutnya dilakukan *preprocessing* video dengan melihat nilai ambang menggunakan *region filter*. Algoritma *optical flow* akan menghasilkan empat buah video hasil uji coba.



Gambar 2. Algoritma *Optical Flow*

Metode *background estimation* adalah metode dengan menggunakan estimasi latar belakang dengan menggunakan blok parameter [1]. Melihat median dari waktu ke waktu dengan memperbaharui nilai median dari sampel dalam urutan waktu. Akan diperoleh gambar latar depan dan latar belakang dari setiap video. Dengan Blok Draw Shapes dipeoleh jumlah mobil yang melintas [7].

Gambar 3 adalah algoritma *background estimation* yang digunakan. Sama seperti algoritma *optical flow*, mula-mula dimasukkan video yang akan diidentifikasi dan dilakukan perubahan warna dari RGB ke Intensity. Baik algoritma *optical flow* dan algoritma *background estimation* memiliki masuk dan keluar dari video *one single sinyal*. Yang membedakan antara algoritma *optical flow* dan *background estimation* adalah dalam algoritma *background estimation* terdapat tahapan untuk memisahkan *background* dengan objek. Algoritma *background estimation* juga menghasilkan 4 empat buah video uji coba.



Gambar 3. Algoritma *Background Estimation*

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini membandingkan Algoritma *Optical Flow* (*Metode Horn-Schuck*) dan Algoritma *Background Estimation*. Algoritma diterapkan untuk melacak dan mengenali objek dari video yang digunakan. Video yang digunakan dalam penelitian berjumlah tiga buah dengan ukuran:

1. Video *Viplane.avi* (resolusi = 168x360; frame = 25.0 fps)
2. Video *Viplanedeparture.avi* (resolusi = 240x360; frame = 30.0 fps)
3. Video *Shaky_car.avi* (resolusi = 240x320; frame 30.0 fps)

Ketiga video sama-sama diambil dengan menggunakan kamera bergerak dalam kondisi objek bergerak. Video diperoleh dari *library* Matlab. Perbandingan kedua algoritma dilakukan pada parameter yang sama. Parameter yang digunakan dalam penelitian adalah:

1. *Source Blok Parameter*
2. *Function Blok Parameter*
3. *Sink Blok Parameter*

Parameter simulasi yang digunakan untuk *source blok parameter* dan *function blok parameter* dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil yang diperoleh dari penelitian berupa 4 buah output video yaitu:

1. *Video Original*
2. *Video Motion Vector* (*Optical Flow*) dan *Video Background* (*Background Estimation*)
3. *Video Threshold*
4. *Video Results*

Kondisi yang digunakan dalam penelitian untuk perbandingan ketiga video adalah:

1. Video *Viplane.avi* (kamera yang digunakan untuk mengambil objek memiliki jarak pengambilan yang dekat sekitar 100 m; sedikit terdapat background di video; kecepatan mobil perekam 40-60 m/s)
2. Video *Viplanedeparture.avi* (kamera yang digunakan untuk mengambil objek memiliki jarak pengambilan yang jauh sekitar 150 m; memiliki banyak background di video; kecepatan mobil perekam 80-100 m/s)
3. Video *Shaky_car.avi* (kamera yang digunakan untuk mengambil objek memiliki jarak pengambilan yang dekat sekitar 20-30 m; memiliki banyak background di video; kecepatan mobil perekam 60-80 m/s)

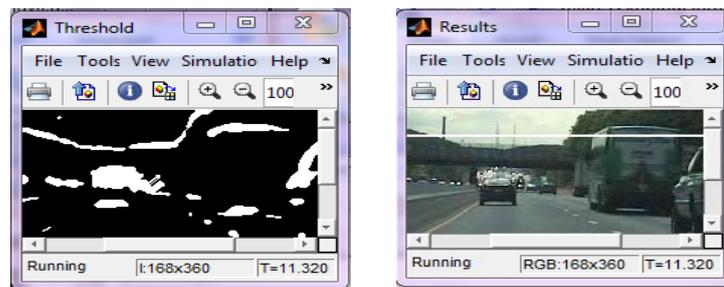
Tabel 1 adalah tabel parameter yang digunakan dalam penelitian dan simulasi parameter yang digunakan. *Source blok parameter*, *function blok parameter* dan *sink blok parameter* adalah ketiga parameter yang digunakan dengan kondisi simulai parameter dari Matlab.

Tabel 1. Tabel Parameter Simulasi

Jenis Parameter	Algoritma <i>Optical Flow</i>	Algoritma <i>Background Estimation</i>
Source Blok Parameter (Multimedia File)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Number of times to play file: inf</i> • <i>Video Output Data Type: Single</i> • <i>Output Color Format: RGB</i> • <i>Output Image Signal: One Multidimensional Signal</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Number of times to play file: inf</i> • <i>Video Output Data Type: Single</i> • <i>Output Color Format: RGB</i> • <i>Output Image Signal: One Multidimensional Signal</i>
Function Blok Parameter (Color Space Conversion)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Konversi video: RGB to Intensity</i> • <i>Image signal: One Multidimensional Signal</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Konversi video: RGB to Intensity</i> • <i>Image signal: One Multidimensional Signal</i>
Function Blok Parameter (Algorithm)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Connectivity label: 8</i> • <i>Output data type: double</i> • <i>Region Filtering → Specify minimum area pixels: 300</i> • <i>Region Filtering → Specify maximum area pixels: 3600</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Connectivity label: 8</i> • <i>Output data type: double</i> • <i>Region Filtering → Specify minimum area pixels: min_area</i> • <i>Region Filtering → Specify maximum area pixels: max_area</i>
Sink Blok Parameter	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Icon display: port number</i> • <i>Port number: 2</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Icon display: port number</i> • <i>Port number: 1</i>

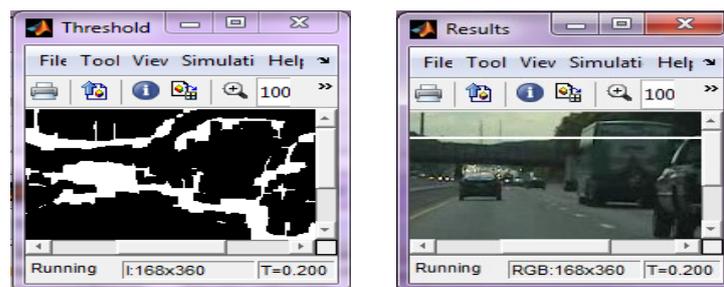


Gambar 4 sampai dengan Gambar 9 adalah hasil penelitian dengan simulasi parameter yang dilakukan pada kedua algoritma. Dari pengujian yang dilakukan antara lain diperoleh hasil video *thresholding* dan hasil video akhir (pelacakan objek).



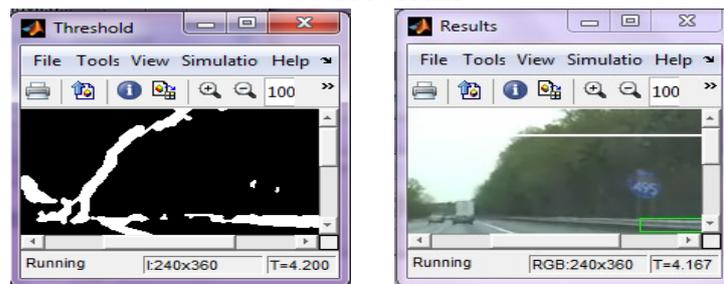
(a) (b)

Gambar 4. Video 1 : Viplane.avi dengan algoritma *optical flow* (a). Video threshold (b). Video results



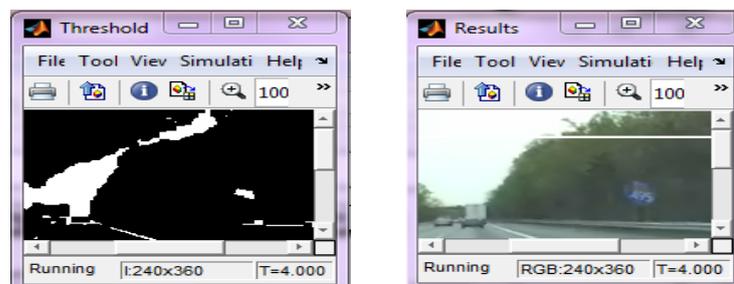
(a) (b)

Gambar 5. Video 1 : Viplane.avi dengan algoritma *background estimation* (a). Video threshold (b). Video results



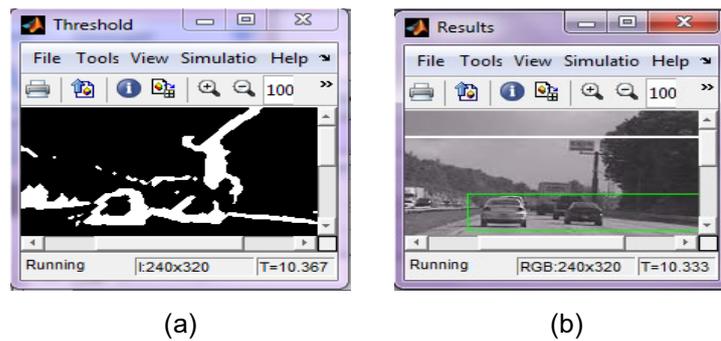
(a) (b)

Gambar 6. Video 2 : Viplanedearture.avi dengan algoritma *optical flow* (a). Video threshold (b). Video results

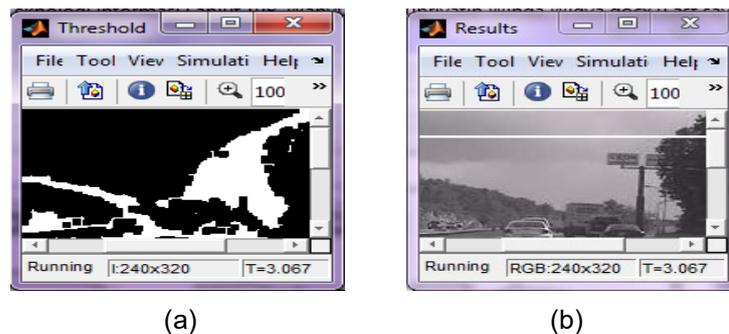


(a) (b)

Gambar 7. Video 2 : Viplanedearture.avi dengan algoritma *background estimation* (a). Video threshold (b). Video results



Gambar 8. Video 3 : Shaky_car.avi dengan algoritma *optical flow* (a). Video threshold (b). Video results



Gambar 9. Video 3 : Shaky_car.avi dengan algoritma *background estimation* (a). Video threshold (d). Video results

Tabel 2 adalah tabel analisa pengujian antara kedua algoritma dengan menggunakan simulasi parameter yang dibandingkan pada Tabel 1 serta dari gambar yang diperoleh pada Gambar 4 sampai dengan Gambar 9. Dari perbandingan kedua algoritma diperoleh hasil algoritma *optical flow* memiliki hasil yang lebih baik yaitu pada video *viplane.avi*.

Tabel 2. Tabel Analisa Pengujian

Kriteria Analisa	Algoritma <i>Optical Flow</i>	Algoritma <i>Background Estimation</i>
Motion Vector dan Background Thresholding	Berhasil mengidentifikasi objek yang ada dalam video dan dapat membedakan antara objek dengan <i>background</i> . Hasil biner pengambangan berhasil menampilkan deteksi tepi dari objek yang tipis.	Berhasil memperoleh <i>background</i> tetapi tidak terlihat jelas karena banyaknya <i>noise</i> yang ada dalam video. Hasil biner pengambangan dapat menampilkan deteksi tepi namun lebih tebal sehingga banyak <i>noise</i> dari objek dan tidak dapat dibedakan antara <i>background</i> dengan objek.
Results	Pelacakan objek berhasil mengidentifikasi objek tetapi tidak dapat mengetahui berapa banyak yang teridentifikasi.	Pelacakan objek tidak berhasil mengidentifikasi dengan jelas.

Tabel 3 menunjukkan tabel perbandingan *Simulink Profile Report* antara algoritma *optical flow* dan *background estimation*. Durasi waktu yang dihasilkan dalam melakukan pelacakan objek antara 0 sampai dengan 300 detik. Algoritma *optical flow* memiliki durasi waktu lebih cepat dalam melacak objek yaitu dalam skala 100 detik dibandingkan dengan algoritma *background estimation*. Perbandingan ini dapat dilihat dari *Total Recorder Time* yang dihasilkan dari kedua algoritma, dimana algoritma *background estimation* dapat melacak objek pada durasi 200 sampai 300 detik. Dapat disimpulkan bahwa pelacakan objek menggunakan algoritma *optical flow* memiliki *Time Recorder Time* lebih kecil sekitar 100 detik, sedangkan algoritma *background estimation* memiliki *Time Recorder Time* lebih dari 100 detik.

Tabel 3. Tabel Perbandingan Simulink Profile Report

Nama Video	Kriteria Penilaian	Simulink Profile Report <i>Optical Flow</i>	Simulink Profile Report <i>Background Estimation</i>
Viplane.avi	Total Recorded Time	86.49 detik	223.33 detik
	Number of Block Methods	105	379
	Number of Internal Methods	5	5
	Number of Model Methods	9	9
	Number of Nonvirtual Subsystem Methods	15	74
	Clock Precision	0.00000005 detik	0.00000005 detik
	Clock Speed	2133 MHz	2133 MHz
Viplanedeporture.avi	Total Recorded Time	134.30 detik	334.68 detik
	Number of Block Methods	105	379
	Number of Internal Methods	5	5
	Number of Model Methods	9	9
	Number of Nonvirtual Subsystem Methods	15	74
	Clock Precision	0.00000005 detik	0.00000005 detik
	Clock Speed	2133 MHz	2133 MHz
Shaky_car.avi	Total Recorded Time	127.52 detik	322.59 detik
	Number of Block Methods	105	379
	Number of Internal Methods	5	5
	Number of Model Methods	9	9
	Number of Nonvirtual Subsystem Methods	15	74
	Clock Precision	0.00000005 detik	0.00000005 detik
	Clock Speed	2133 MHz	2133 MHz

4. Kesimpulan dan Saran

Perbandingan pelacakan objek antara algoritma *optical flow* dan *background estimation* dengan melihat pada durasi waktu yang dihasilkan, algoritma *optical flow* berhasil melacak objek lebih cepat dibandingkan *background estimation*. Penelitian ini bersifat kuantitatif dimana penelitian ini menggunakan data objektif dari tiga video. Ketiga video dibandingkan dengan melihat kondisi yang digunakan yaitu jarak objek dengan kamera saat direkam, banyak dan sedikitnya *background* serta kecepatan yang ditempuh oleh objek saat diteliti. Kondisi itu digunakan untuk melihat algoritma yang lebih cepat dalam melacak objek. Algoritma *optical flow* memiliki waktu pelacakan antara 0 sampai 100 detik dalam mengenali objek, lebih cepat dibandingkan dengan *background estimation*. Algoritma *optical flow* berhasil membedakan antara objek dan *background* tetapi jumlah objek yang melintas tidak berhasil terbaca. Algoritma *optical flow* pada video *viplane.avi* menghasilkan pengujian yang paling berhasil dari segi kecepatan waktu, jarak pengambilan objek dan kecepatan objek yang diteliti.

Pengembangan untuk penelitian selanjutnya dalam pelacakan objek adalah dengan menggunakan kamera bergerak yang lebih *focus* baik dari segi lensa kamera, dari segi posisi kamera diletakkan, jarak kamera ke objek serta kecepatan kamera dalam mengikuti objek. Video yang dihasilkan harus lebih jelas baik resolusi dan frame yang digunakan, sehingga mudah untuk membedakan antara objek dan *background*. Diharapkan untuk kamera bergerak dapat mendeteksi berapa banyak jumlah objek yang melintas. Mengganti algoritma pelacakan objek yang digunakan dengan algoritma lain sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi objek yang diinginkan.

Daftar Pustaka

- [1] K. M. Kaloh, V. C. Poekoel and M. D. Putro, "Perbandingan Algoritma Background Substraction dan Optical Flow Untuk Deteksi Manusia," *E-Journal Teknik Informatika*, vol. 13, no. 1, pp. 1-9, 2018.
- [2] W. Supriyatin, W. W. Ariestya and I. Astuti, "Comparative Analysis of Tracking Objects Using Optical Flow and Background Estimation on Silent Camera," *KINETIK*, vol. 3, no. 2, pp. 91-100, 2018.
- [3] D. A. Prabowo, D. Abdullah and M. Ari, "Deteksi dan Perhitungan Objek Berdasarkan Warna Menggunakan Color Object Tracking," *Jurnal Pseudocode*, vol. 5, no. 2, pp. 85-91, 2018.



- [4] A. Fahriannur, R. Mardiyanto and M. Siswanto, "Sistem Pelacakan Objek Menggunakan Kombinasi Algoritma Optical Flow dan Template Matching," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 6, no. 1, pp. 13-17, 2018.
- [5] K. Kale, S. Pawar and P. Dhulekar, "Moving Object Tracking Using Optical Flow and Motion Estimation," *International Conference on Reliability Infocom Technologies and Optimization (ICRITO)*, pp. 1-6, 2015.
- [6] V. Sharma, N. Nain and T. Badal, "A Survey on Moving Object Detection Methods in Video Surveillance," *International Bulletin of Mathematical Research*, vol. 2, no. 1, pp. 209-218, 2015.
- [7] A. Agarwal, S. Gupta and D. K. Gingh, "Review of Optical Flow Technique for Moving Object Detection," *International Conference on Contemporary Computing and Informatics*, pp. 409-413, 2016.
- [8] W. Supriyatin and W. W. Ariestya, "Analisis Pelacakan Objek Mobil Dengan Optical Flow Pada Kamera Diam dan Bergerak," *Seminar Riset Teknologi Informasi (SRITI)*, pp. 48-56, 2016.
- [9] W. Supriyatin, Y. Rafsyam and Jonifan, "Analisis Pelacakan Objek Menggunakan Background Estimation pada Kamera Diam dan Bergerak," *ORBITH*, vol. 13, no. 2, pp. 124-130, 2017.
- [10] S. S. Vasekar and S. K. Shah, "A Method Based on Background Substraction and Kalman Filter Algorithm for Object Tracking," *Fourth International Conference on Computing Communication Control and Automation (ICCUBEA)*, 2018.
- [11] W. Guan, X. Chen, M. Huang, Z. Liu, Y. Wu and Y. Chen, "High-Speed Robust Dynamic Positioning and Tracking Method Based on Visual Visible Light Communication Using Optical Flow Detection and Bayesian Forecast," *IEEE Photonics Journal*, vol. 10, no. 3, 2018.
- [12] Z. Wang and X. Yang, "Moving target Detection and Tracking Based on Pyramid Lucas-Kanade Optical Flow," *IEEE International Conference on Image, Vision and Computing*, vol. 29, no. 6, pp. 66-69, 2018.
- [13] D. Ortego, J. C. SanMiguel and J. M. Martinez, "Hierarchical Improvement of Foreground Segmentation Mask in Background Substraction," *IEEE Transaction on Circuits and System For Video Technology*, vol. 29, no. 6, pp. 1-14, 2018.
- [14] D. Zeng and M. Zhu, "Background Substraction Using Multiscale Fully Convolution Network," *IEEE Access*, vol. 6, pp. 16010-16021, 2018.
- [15] C. Zhao, A. Sain, Y. Qu, Y. Ge and H. Hu, "Background Substraction based on Integration of Alternative Cues in Freely Moving Camera," *IEEE Access*, vol. 6, pp. 1-14, 2018.

