

Deteksi Arah Pandang Mata untuk Pengendali Pointer dengan Metode Lucas-Kanade *Optical Flow*

Leon Prasetya Mulya¹, Ardi Sanjaya², Julian Sahertian³

Teknik Informatika Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹leonprasetya1@gmail.com, ²dersky@gmail.com, ³Juliansahertian@unpkediri.ac.id

Abstrak – Pada zaman sekarang teknologi berkembang dengan cepat, hampir semua kegiatan sudah terkomputerisasi, salah satu contoh penggunaan teknologi yang dapat ditemui sekarang yaitu pada lingkungan kerja. Berdasarkan data Sakernas 2017, penduduk usia kerja disabilitas nasional berjumlah 21.930.529 orang. Penyandang disabilitas yang tidak dapat menggerakkan fisiknya, seperti ketidakmampuan dalam menggerakkan tangan atau jarinya atau bahkan lumpuh total, akan kesulitan dalam mengoperasikan teknologi yang ada. Peralannya, teknologi yang ada sementara ini membutuhkan fisik yang normal untuk mengoperasikannya. Dalam penelitian ini dilakukan penelitian deteksi arah pandang mata berbasis kamera Webcam menggunakan metode Lucas-Kanade *Optical Flow* untuk menggantikan fungsi tangan pada penyandang disabilitas. Berdasarkan hasil penelitian deteksi arah pandang mata diperoleh hasil rata-rata sebesar 79%, sedangkan pada deteksi fungsi klik diperoleh hasil rata-rata sebesar 72%.

Kata Kunci — Lucas-Kanade, *Optical Flow*, OpenCV, Deteksi Arah Pandang Mata

1. PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang teknologi berkembang dengan cepat, hampir semua kegiatan sudah terkomputerisasi, salah satu contoh penggunaan teknologi yang dapat ditemui sekarang yaitu pada lingkungan kerja. Sayangnya, saat ini banyak orang yang menjadi korban penyakit yang melumpuhkan mereka secara fisik. Berdasarkan data Sakernas 2017, penduduk usia kerja disabilitas nasional berjumlah 21.930.529 orang, dari total tersebut, sebanyak 414.222 penyandang disabilitas membutuhkan pekerjaan karena masuk dalam data sebagai penganggur terbuka dan kemungkinan besar jumlahnya akan terus bertambah tiap tahunnya.

Penyandang disabilitas yang tidak dapat menggerakkan fisiknya, seperti ketidakmampuan dalam menggerakkan tangan atau jarinya atau bahkan lumpuh total, mereka tidak akan bisa mengoperasikan teknologi yang ada. Peralannya, teknologi yang ada sementara ini membutuhkan fisik yang normal untuk mengoperasikannya, contohnya Komputer dan Laptop. Keterbatasan biaya juga menjadi masalah pada penelitian ini, alat pendeteksi arah pandangan mata di pasaran masih tergolong mahal. Oleh karena itu, alternatif atau solusi untuk masalah ini harus dibuat yaitu dengan Webcam atau Kamera Laptop. Dari permasalahan tersebut maka penulis berinisiatif untuk membuat *Deteksi Arah Pandang Mata Untuk Pengendali Pointer* untuk menggantikan *input device* seperti mouse dan trackpad.

Penelitian tentang pelacakan mata telah dilakukan dengan judul “Perangkat Lunak Pengendali Pointer Menggunakan Pelacakan Mata (*Eye Tracking*) Dengan Algoritma Lucas Kanade”. Pengujian yang dilakukan adalah mengukur besar kecepatan gerak pointer dan keberhasilan melakukan klik. Sistemnya berhasil menggerakkan pointer dari titik ke titik dengan jarak waktu yang berbeda-beda tergantung pada jaraknya, Namun dalam mendeteksi gerakan mata sistem ini hanya memiliki akurasi sebesar 77,7%[1]. Sebelumnya juga telah dilakukan penelitian yang berjudul “Tracking Arah Telunjuk Jari Berbasis Webcam Menggunakan Metode *Optical Flow*”, dalam penelitiannya dibuat sebuah program untuk melakukan pendeteksian warna merah dengan tujuan untuk mengetahui piksel mana yang termasuk piksel warna merah dan mana piksel yang bukan piksel warna merah, setelah warna terdeteksi, program akan menentukan posisi piksel tersebut, Akurasi yang didapat dari sistem ini yaitu 80% sampai 100% tergantung pada pencahayaannya. Oleh karena itu, peneliti menggunakan metode Lucas-Kanade *Optical Flow* dan berharap mendapatkan hasil yang lebih maksimal[2].

Dengan adanya penelitian sebelumnya. Maka peneliti membuat sebuah penelitian yang berjudul *Deteksi Arah Pandang Mata Untuk Pengendali Pointer Dengan Metode Lucas-Kanade Optical Flow*.

Batasan Masalah dari penelitian yang dilakukan adalah :

- Bahasa pemrograman yang akan digunakan untuk membangun sistem ini yaitu *Python 3.7*.
- library* pendukung yang digunakan yaitu *Numpy* dan *OpenCV*.
- Metode yang digunakan untuk mendeteksi arah pandangan mata adalah *Lucas-Kanade Optical Flow*.
- Aplikasi yang dibuat berbasis *Console*.
- Kamera yang akan digunakan yaitu *Webcam (1,3 Megapixel)*.
- Sistem Operasi yang digunakan yaitu GNU/Linux.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah membuat sistem yang digunakan untuk menggerakkan pointer pada komputer menggunakan arah pandangan mata layaknya *input devices* lainnya seperti *mouse* dan *trackpad*.

1.1 Citra Digital

Citra digital diwakili oleh matriks yang terdiri dari M baris dan N kolom, dimana perpotongan antara baris dan kolom disebut piksel. Piksel mempunyai dua parameter, yaitu koordinat dan intensitas atau warna. Nilai yang terdapat pada koordinat(x,y) adalah $f(x,y)$, yaitu besar intensitas atau warna dari piksel di titik itu[3].

1.2 Citra Biner

Citra biner adalah citra digital yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai piksel yaitu hitam dan putih. Citra biner juga disebut sebagai citra *Black & White* atau citra monokrom. Hanya dibutuhkan 1 bit untuk mewakili nilai setiap piksel dari citra biner[4].

1.3 OpenCV

OpenCV merupakan pustaka berbasis *Open Source* yang mengandung lebih dari 500 fungsi yang ditujukan untuk menangani visi komputer dan dapat diunduh di <https://opencv.org/>. Perangkat lunak ini dirilis dengan lisensi BSD dan dapat digunakan untuk kepentingan bisnis maupun komersial. Platform yang didukung mencakup Windows, Linux, Mac OS, iOS, dan Android. Nama OpenCV berasal dari "Open Source Computer Vision"[5].

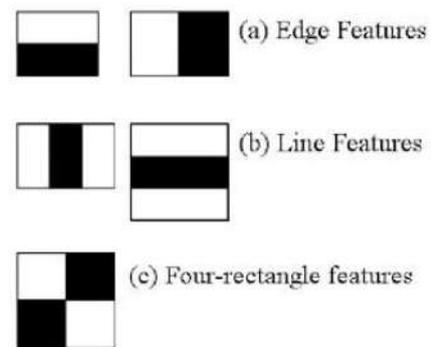
1.4 Pengenalan Pola

Secara umum pengenalan pola (pattern recognition) adalah suatu ilmu untuk mengklasifikasikan atau menggambarkan sesuatu berdasarkan pengukuran kuantitatif fitur (ciri) atau sifat utama dari suatu obyek. Pola sendiri adalah suatu entitas yang terdefinisi dapat diidentifikasi

serta diberi nama. sidik jari adalah suatu contoh pola. Pola bisa merupakan kumpulan hasil pengukuran atau pemantauan dan bisa dinyatakan dalam notasi vektor atau matriks[4].

1.5 Haar Like Feature

Metode haar like features merupakan fungsi persegi, yang memberikan indikasi secara spesifik terhadap sebuah gambar. Fitur ini menggunakan fitur sederhana untuk mengenali objek, tetapi tidak menggunakan nilai dari piksel pada suatu gambar. Pada gambar 2 dimensi, fungsi persegi di gambarkan sepasang persegi yang memiliki warna gelap dan terang yang berdekatan[6].



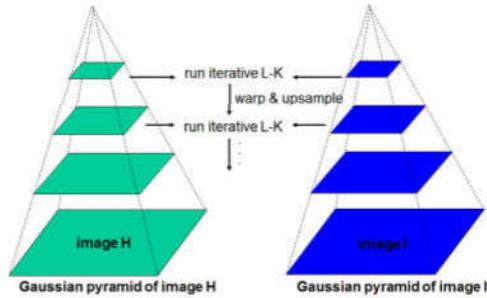
Gambar 1. Bentuk *Haar Like Feature*

Nilai *Haar Like Features* dapat diperoleh dari selisih jumlah nilai piksel daerah gelap dengan jumlah piksel yang berada di daerah terang :

$$F(\text{haar}) = \sum F_{\text{white}} - \sum F_{\text{black}} \dots (1)$$

1.6 Algoritma Lucas-Kanade

Algoritma Lucas-Kanade, pertama kali diajukan pada tahun 1981, awalnya adalah sebuah usaha untuk mencari teknik registrasi citra yang cepat dengan memanfaatkan *gradient* intensitas spasial. Pada perkembangannya, algoritma ini kemudian menjadi salah satu algoritma *optical flow* yang penting. Algoritma ini bekerja berdasar pada informasi local yang diturunkan dari *window* kecil (*patch*) disekeliling titik yang diperhitungkan. Kelemahan digunakan *window* local kecil pada algoritma Lucas-Kanade adalah tidak terdeteksinya gerakan-gerakan yang besar karena gerakan-gerakan tersebut jatuh diluar *window*. Permasalahan ini kemudian dapat diatasi dengan mengimplementasikan penyelesaian dengan prinsip piramida, yaitu *pyramidal* Lucas-Kanade. Prinsip ini merupakan penyelesaian berdasar iterasi dari *level* detil citra paling rendah hingga *level* detil citra paling tinggi[2].



Gambar 2. Pyramidal Lucas-Kanade

1.7 Optical Flow

Optical flow adalah perkiraan gerakan suatu bagian dari sebuah citra berdasarkan turunan intensitas cahayanya pada sebuah sekuen citra. Pada ruang 2D hal ini berarti seberapa jauh suatu piksel citra berpindah diantara dua *frame* citra yang berurutan. Sedangkan pada ruang 3D hal ini berarti seberapa jauh suatu volume piksel (*voxel*) berpindah pada dua volume yang berurutan. Perhitungan turunan dilakukan berdasarkan perubahan intensitas cahaya pada kedua *frame* citra maupun volume. Perubahan intensitas cahaya pada suatu bagian citra dapat disebabkan oleh gerakan yang dilakukan oleh obyek, gerakan sumber cahaya, ataupun perubahan sudut pandang[2].

2. METODE PENELITIAN

Alat pendeteksi arah pandangan mata di pasaran seperti *Tobii Eye Tracker*, saat ini masih tergolong mahal, sedangkan tidak semua penyandang disabilitas mampu membeli alat tersebut. Oleh karena itu, dalam penelitian ini peneliti ingin mengembangkan sebuah sistem untuk mendeteksi arah pandangan mata dengan *webcam* yang akan langsung menangkap citra mata dan sistem akan menerjemahkannya kedalam bahasa yang bisa dimengerti oleh komputer untuk menjadikannya alat masukan seperti *mouse* dan *trackpad*. Sistem ini dirasa sangat menguntungkan bagi penyandang disabilitas. Pasalnya, harga tergolong murah.



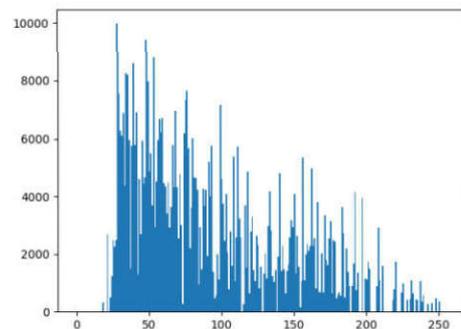
Gambar 2. Flowchart Sistem

2.1 Data Training

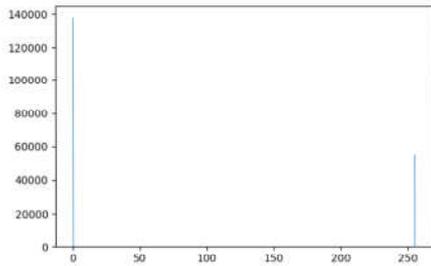
Data *training* atau data latih yang digunakan dalam penelitian ini, adalah gambar wajah di area mata, peneliti mengambil data latih dari video wajah yang dipotong menjadi beberapa *frame* yang menghasilkan beberapa gambar yang berbeda. Untuk hasil deteksi yang lebih maksimal, diperlukan data latih yang sangat banyak. Untuk itu, data latih yang akan digunakan akan didapatkan dari website yang menyediakan sekumpulan *dataset* seperti *Kaggle.com* yang sudah memiliki data gambar cukup banyak dalam berbagai macam tema termasuk mata dan wajah.

2.2 Mengubah warna dari RGB ke Biner

Data yang sudah diperoleh akan dicari nilai RGB (*Red, Green, Blue*) nya lalu gambar akan diubah menjadi citra biner dengan tujuan sistem akan memproses data dengan lebih cepat karena *channel* warna yang diproses hanya hitam dan putih (0 dan 1). Berikut contoh perbandingan histogram dari citra RGB dengan citra biner:



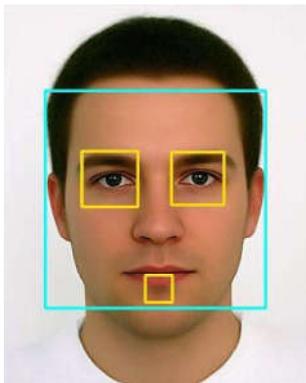
Gambar 3. Histogram citra RGB



Gambar 4. Histogram citra Biner

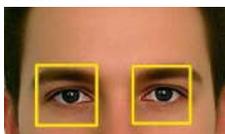
2.3 Pengenalan Wajah dan Daerah Mata

Setelah citra biner didapat, deteksi wajah merupakan langkah pertama dalam proses identifikasi, klasifikasi image dilakukan berdasarkan nilai dari sebuah fitur, fitur yang digunakan oleh peneliti adalah *Haar like feature*, penggunaan fitur dilakukan karena pemrosesan fitur berlangsung lebih cepat dibandingkan pemrosesan image per piksel. Selain untuk pengenalan wajah, dalam penelitian ini *Haar like Feature* juga digunakan untuk mengenali daerah mata.



Gambar 5. Hasil deteksi wajah dan mata

Untuk menghindari hasil seperti pada gambar 5. Maka peneliti membagi area yang terdeteksi menjadi dua bagian yaitu atas dan bawah, dan citra yang akan dideteksi hanya pada bagian atas, yaitu area wajah sekitar mata.



Gambar 6. Hasil deteksi dipotong menjadi dua bagian

2.4 Deteksi Mata

Daerah mata yang akan dideteksi diantaranya iris dan sklera. Citra RGB yang sudah diubah menjadi citra biner dan dengan nilai *threshold* yang tepat, menjadikan deteksi yang dihasilkan menjadi lebih akurat, dikarenakan gangguan pada citra (*noise*) yang didapat dari kamera akan berkurang.



Gambar 7. Citra Biner dengan nilai *threshold* 50

Nilai *threshold* yang terlalu besar akan meninggalkan *noise* dan garis tepi yang terlalu besar, sehingga alis juga dideteksi sebagai mata. Untuk itu dalam penelitian ini nilai *threshold* diatur menjadi 10. Dengan itu, citra yang didapat adalah garis tipis yang dapat melambungkan mata.



Gambar 8. Citra Biner dengan nilai *threshold* 10

Setelah citra mata ditampilkan lebih jelas, tanda atau batas akan diberikan menggunakan perintah *drawKeypoint* yang sudah disediakan oleh library *OpenCV*. Untuk menambah fitur klik layaknya *mouse*, input gambar akan dibagi lagi menjadi dua bagian yaitu kiri dan kanan, jika mata sebelah kanan tidak terdeteksi atau berkedip maka sistem akan mengartikannya sebagai perintah klik kiri dan juga sebaliknya jika mata sebelah kiri tidak maka sistem akan mengartikannya sebagai perintah klik kanan.



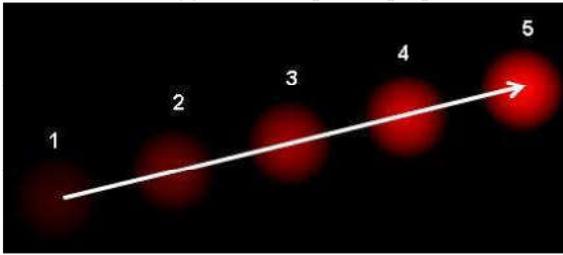
Gambar 9. Citra mata yang terdeteksi

2.5 Deteksi Arah Gerakan

Pendeteksian posisi obyek merupakan tahapan dalam mencari nilai posisi awal obyek sebelum melakukan pergerakan dan nilai posisi obyek setelah melakukan pergerakan. *Input* yang digunakan yaitu hasil deteksi mata.

Proses deteksi posisi obyek dilakukan dengan mencari nilai posisi awal obyek dan nilai akhir posisi pergerakan obyek yang dilakukan. menelusuri nilai pada masing-masing sisi obyek, sehingga akan

didapat lokasi dari batas kiri, atas, dan kanan obyek. Gambar 10 menggambarkan proses perpindahan.



Gambar 10. Perpindahan Obyek Bola pada 5 frame berturut-turut

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengambilan Data

Proses pengambilan data adalah sekuen gambar gerakan mata. Gerakan mata yang dilakukan meliputi gerakan ke atas, ke bawah, ke kiri dan ke kanan. Pengambilan gambar dilakukan dengan wajah menghadap pada kamera (*frontal view*). Untuk deteksi fungsi klik *input* yang akan digunakan yaitu dengan mengedipkan salah satu mata sebelah kiri dan sebelah kanan. Ruang yang digunakan untuk pengujian adalah ruangan terbuka yang memungkinkan seluruh cahaya matahari masuk, sedangkan pada malam hari sumber cahaya hanya bergantung pada lampu.

3.2 Deteksi Arah Pandang Mata

Pengujian deteksi arah pandang mata merupakan tahapan untuk mencari nilai pergerakan dari obyek. Deteksi arah pandang mata akan dilakukan 3 kali, jika terdeteksi maka poin bertambah 1 dan jika tidak maka poin tetap 0. Tabel 1 merupakan hasil dari percobaan deteksi arah pandang mata.

Tabel 1. Deteksi Arah Pandang Mata

Pukul	Arah Gerakan	Hasil Deteksi		Prosentase (%)
		Kiri	Kanan	
07.00 - 09.00	Kiri	3	3	100
	Kanan	3	3	100
	Atas	3	3	100
	Bawah	3	2	83
13.00 - 14.30	Kiri	3	3	100
	Kanan	3	2	83
	Atas	3	2	83
	Bawah	2	2	67
18.00 -	Kiri	1	2	50

20.00	Kanan	2	2	67
	Atas	3	3	100
	Bawah	1	0	17
Rata-rata				79

Tabel 2. Rata-Rata Prosentase Deteksi Arah Pandang

Pukul	Rata-Rata Prosentase (%)
07.00 - 09.00	95.75
13.00 - 14.30	83.25
18.00 - 20.00	58.5

Berdasarkan tabel 2, pada percobaan pukul 07.00-09.00 didapati rata-rata 95.75%. Pada pukul 13.00-14.30 diperoleh hasil rata-rata 83.25% dan pada pukul 18.00-20.00 didapat rata-rata 58.5%. Percobaan pukul 07.00-09.00 memiliki hasil yang lebih tinggi dikarenakan cahaya ruangan tidak terlalu gelap dan tidak terlalu terang. Sedangkan pada pukul 13.00-14.30 ruangan terlalu terang dan pukul 18.00-20.00 ruangan terlalu gelap sehingga mempengaruhi akurasi deteksi.

3.3 Deteksi Fungsi Klik

Pengujian fungsi klik merupakan tahapan dalam mencari perubahan terhadap obyek, jika salah satu mata tidak terdeteksi maka sistem akan mengartikannya sebagai *input* klik, pengujian juga dilakukan 3 kali dalam kurun waktu yang sudah ditentukan. Tabel 3 merupakan hasil dari percobaan deteksi fungsi klik.

Tabel 3. Deteksi Fungsi Klik

Pukul	Hasil Deteksi		Prosentase (%)
	Kiri	Kanan	
07.00 - 09.00	3	3	100
13.00 - 14.30	2	2	67
18.00 - 20.00	1	2	50
Rata-rata			72

Rata-rata prosentase hasil akurasi dari percobaan deteksi fungsi klik yaitu 72%. Pada pencahayaan yang terlalu terang dan terlalu gelap, akan menurunkan akurasi deteksi fungsi klik, dimana mata tidak terdeteksi dan sistem menganggapnya sebagai *input*. Hasil akurasi terbaik

didapat pada pukul 07.00 – 09.00 dengan prosentase hasil sebesar 100%.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat dibuat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Secara keseluruhan metode Lucas Canade Optical flow dapat diimplementasikan pada sistem deteksi arah pandang dengan akurasi 79% dan mampu sebagai pengendali pointer dengan akurasi 72%.
2. Rata-rata hasil deteksi arah pandang secara keseluruhan yaitu 79%. Jika cahaya terlalu gelap maka akurasi sistem dalam mendeteksi gerakan akan sangat berkurang, dan jika cahaya terlalu terang, mata akan membuat pantulan cahaya yang juga akan mengurangi akurasi deteksi. Hasil terbaik didapat pada pukul 07.00 – 09.00, cahaya yang diterima pada saat pengujian tidak terlalu terang dan tidak terlalu gelap, hasilnya arah gerakan mata terdeteksi 95.75%.
3. Hasil deteksi fungsi klik juga dipengaruhi oleh pencahayaan. Hasil terbaik yaitu pada pukul 07.00-09.00 dimana akurasi mencapai 100%.

5. SARAN

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu :

- 1) Agar sistem dikembangkan dengan menggunakan metode lain, agar bisa melihat perbandingan dari metode yang digunakan.
- 2) Menggunakan nilai *threshold* yang dapat dirubah, jadi jika keadaan ruangan gelap sistem tetap dapat mendeteksi mata dengan baik.
- 3) Sistem dapat mendeteksi arah pandang mata dengan akurat walau kepala atau tubuh pengguna bergerak. Karena jika pengguna harus diam saat menggunakan sistem ini, pengguna akan merasa tidak nyaman.
- 4) Untuk hasil yang lebih baik, menggunakan kamera yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Syarif, Y., Isnanto R. R., Satoto K. I. 2013. Perangkat Lunak Pengendali *Pointer* Menggunakan Pelacakan Mata (*Eye Tracking*) Dengan Algoritma Lucas-Kanade. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*. Vol.2, No.3.
- [2] Umar, U., Soelistijorini R., Darwito H. A. 2013. Tracking Arah Gerakan Telunjuk Jari Berbasis Webcam Menggunakan Metode Optical Flow. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*. Vol.2, No.3.
- [3] Andano, P. A., Sutojo, T., Muljono. 2017. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: ANDI.
- [4] Putra, D. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: ANDI.
- [5] Kadir, A. 2019. *Langkah Mudah Pemrograman OpenCV & Python*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- [6] Pangestu, M. R. A, Sumaryo, S, Setianingsih, C. 2019. Real Time Cctv Deteksi Wajah Dengan Haar Cascade Classifiers Opencv. *e-Proceeding of Engineering*. Vol.6, No.2