

Deteksi Pergerakan Mata dan Kedipan Untuk Memilih Empat Menu Display Menggunakan Probabilitas Berdasarkan Facial Landmark

Akbar Dicky Purwanto¹, Fitri Utamingrum²

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹adicky97@gmail.com, ²f3_ningrum@ub.ac.id

Abstrak

Difabel atau disabilitas merupakan suatu keterbatasan diri yang dapat berupa penyandang cacat fisik. Pada penderita disabilitas seseorang memiliki kekurangan untuk berinteraksi kegiatan kesehariannya. Pada penderita disabilitas yang terbilang cukup parah, penderita hampir tidak bisa menggerakkan seluruh organ tubuhnya sehingga perlu dirawat oleh asisten rumah tangga. Namun asisten rumah tangga tidak bisa menjaga penderita selama 24 jam terus menerus. Untuk mengatasi masalah tersebut penelitian dibuat untuk mengembangkan suatu sistem yang berfungsi untuk membantu penderita disabilitas dalam aktivitasnya. Sistem dibuat untuk mendeteksi pergerakan mata dari penderita yang digunakan untuk memilih menu pada layar LCD. Menu pada layar LCD berisikan pilihan seperti memanggil perawat, memilih menu makanan dan ingin ke toilet. Sistem dibuat dengan menggunakan metode facial landmark untuk mendeteksi area mata dan probabilitas yang digunakan untuk memprediksi pergerakan mata. Deteksi pergerakan mata akan dibedakan menjadi lima yaitu melihat atas, bawah, kiri, kanan dan depan. Deteksi tersebut akan diimplementasikan pada pemilihan menu pada layar LCD sehingga penderita disabilitas dapat terbantu dalam kesehariannya.

Kata Kunci: Deteksi Pergerakan Mata, Deteksi Kedipan Mata, Facial landmark, Probabilitas, Menu Display

Abstract

Person with disability cannot do the normal daily activity. In patients with disabilities, the patient cannot move the whole body and therefore needs to be monitored by a household assistant. However, a household assistant cannot keep monitored for 24 hours continuously. To overcome this problem, this research was created to develop a system that helps people with disabilities to help their daily activities. The system was made to detect the eye movements to select menus from the screen. The menu on the LCD screen contains options including to call the nurse, choose a food menu, and go to the toilet. This system is made using the landmark face method combining with the eye movement detection method. Detection of eye movements will be divided into five, namely looking up, down, left, right and forward. The detection will be implemented in the options menu on the LCD screen so that patients can be helped in their daily lives.

Keywords: Eye Movement Detection, Eye Blinking Detection, Facial landmark, Probabilitas, Menu Display

1. PENDAHULUAN

Stroke merupakan salah satu penyakit gangguan fisik dikarenakan melemahnya fungsi motorik yang dapat berakibat pada melemahnya fungsi dari anggota tubuh (Cadilhac, et al., 2019). Jumlah penderita stroke didunia mencapai 33 juta, dengan 16,9 juta terkena stroke serangan pertama pada tahun 2010 (Putri, Islam, & Subadi, 2018). Sama halnya dengan disabilitas, stroke dapat berakibat melemahnya anggota organ tubuh seperti tidak bisa

menggerakkan kaki, tangan maupun organ tubuh lainnya. Pada umumnya penderita stroke maupun disabilitas akan di jaga oleh asisten rumah tangga maupun perawat untuk membantu aktivitas sehari harinya. Namun perawat atau asisten rumah tangga tidak dapat menjaga selama 24 jam penuh, sedangkan penderita membutuhkan perhatian khusus dalam masa perawatannya.

Pada penelitian yang berjudul "Eye Movement as Navigator for Disabled Person" berisi mengenai pendeteksian pergerakan mata

ditujukan agar membantu penderita disabilitas untuk membantu kesehariannya dengan menggunakan metode haar cascade dan hough circle dalam implementasinya (Utamingrum, Sari, Fauzi, & Prasetya, 2016). Hal ini membuktikan bahwa para penderita stroke atau disabilitas masih dapat mengontrol pergerakan mata dengan baik. Namun penelitian tersebut menjelaskan bahwa metode tersebut sangat rentan akurasi jika sistem diimplementasikan pada latar belakang yang ramai karena metode tersebut dapat mendeteksi benda lain selain mata.

Metode pendeteksian wajah yang terbaru bernama metode facial landmark memiliki kelebihan dalam mendeteksi area wajah (Vezzetti, Moos, Marcolin, & Stola, 2012). Metode tersebut mengalokasikan titik – titik pada wajah sehingga dapat dikenali oleh sistem. Metode facial landmark dapat mendeteksi bagian – bagian pada wajah seperti bagian mata, alis, mulut dan hidung. Oleh karena itu metode facial landmark dapat digunakan untuk pendeteksian bagian mata yang akan dipergunakan oleh sistem.

Sistem akan bekerja dengan menggunakan metode facial landmark untuk mendeteksi area mata. Setelah area mata dapat dideteksi selanjutnya sistem akan mengolah gambar mata sehingga dapat dideteksi arah pergerakannya dengan menggunakan metode biner dan metode garis verikal dan horizontal. Metode tersebut akan diimplementasikan pada suatu pemilihan menu pada layar LCD sehingga pengguna dapat memilih layar LCD tersebut menggunakan pergerakan mata tanpa harus menggerakkan organ tubuhnya yang lain. Pemilihan menu pada layar LCD berisi tentang kebutuhan dari penderita seperti ingin memanggil perawat, memilih menu makanan dan ingin ke toilet. Dengan sistem tersebut diharapkan penderita stroke dan disabilitas dapat terbantu dalam kesehariannya

2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Proses Citra Digital

Proses mengolah citra digital dapat berupa pendeteksian suatu pergerakan pada gambar, deteksi atau mengolah warna dan mengetahui informasi yang terdapat pada gambar tersebut sehingga dapat di proses oleh sistem (Irfan, Sumbodo, & Candradewi, 2017). Pendeteksian bagian wajah manusia dihargai merupakan suatu

aplikasi yang menjanjikan dibidang analisis gambar (Dwivedi, 2018). Pendeteksian bagian wajah dapat berupa pengenalan wajah yang berfungsi sebagai rekognisi atau identifikasi (Mohamed, Mohamed, Khalil, & Mohra, 2019). Pendeteksian pergerakan mata merupakan salah satu pengolahan citra digital.

2.2 OpenCV

Opencv adalah suatu library yang berfungsi mengolah citra pada pemrograman python. Pada pengolahan citra opencv dapat dipergunakan untuk mengonversi warna rgb ke grayscale, menampilkan gambar atau video dan fungsi lainnya secara instan (Sugano & Miyamoto, 2010).

2.3 Resize

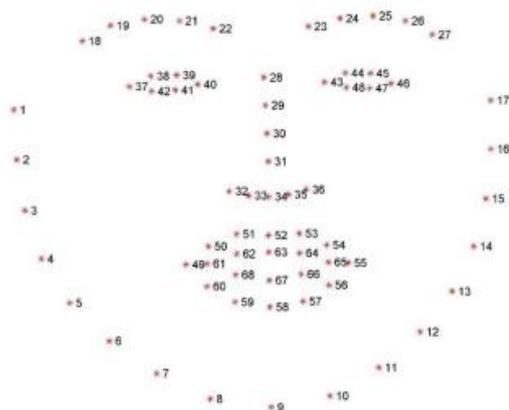
Pada suatu gambar berisi informasi seperti nilai rgb dan ukuran gambar. Ukuran gambar tersebut berupa pixel yang berisi resolusi dan aspek rasio. Resize merupakan suatu metode untuk mengubah resolusi atau aspek rasio menjadi lebih besar atau lebih kecil (Hashemzadeh, Asheghi, & Farajzadeh, 2019). Hal ini bertujuan untuk memudahkan dalam mengolah gambar.

2.4 Crop Image

Crop image adalah suatu metode yang berfungsi untuk memotong suatu bagian dari gambar yang diinginkan menjadi suatu gambar baru (Zhou, Vong, Liu, & Wang, 2019). Metode cropping ini bekerja dengan cara memotong bagian dari pixel gambar yang diinginkan yang akan disesuaikan ukuran gambar tersebut. Pada penelitian ini teknik cropping akan digunakan untuk memotong bagian dari gambar mata.

2.5 Dlib

Dlib adalah suatu library berfungsi dengan cara menganalisis bagian wajah dengan mengekstrak nilai gambar (Niu & Chen, 2018). Dengan mengekstrak nilai pada wajah manusia dlib akan menghasilkan 128 dimensional feature vektor (Chen & Sang, 2018). Dlib akan digunakan untuk membantu mengolah gambar wajah pada metode facial landmark.



Gambar 1. Facial Landmark

2.6 Facial Landmark

Dalam pendeteksian area wajah metode facial landmark merupakan metode terbaru yang bekerja dengan mengalokasikan titik – titik pada wajah untuk menentukan suatu bentuk biologis dari wajah manusia (Han, Yang, Li, & Chen, 2019). Metode facial landmark dapat menampilkan output berupa angka yang akan berfungsi memetakan bagian – bagian dari wajah manusia seperti pada Gambar 1.

2.7 Konversi RGB ke Biner

Gambar biner merupakan gambar yang hanya memiliki satu nilai, sedangkan gambar rgb memiliki 3 nilai. Untuk mengubah gambar rgb menjadi gambar biner diperlukan adanya konversi nilai dari gambar rgb ke grayscale terlebih dahulu, setelah itu barulah dikonversi kembali menjadi gambar biner (Utaminigrum, Sari, Fauzi, & Prasetya, 2016). Untuk mengubah gambar rgb ke grayscale dapat menggunakan Persamaan (1). Sedangkan untuk mengkonversi grayscale menjadi biner dapat menggunakan treshold/ nilai batasan.

$$X_{(i,j)} = \frac{(Red_{(i,j)} + Green_{(i,j)} + Blue_{(i,j)})}{3} \quad (1)$$

2.8 Probabilitas

Probabilitas adalah suatu ukuran mengenai suatu peristiwa yang terjadi dimasa mendatang. Probabilitas dapat dinyatakan dalam persentase. Probabilitas dihitung dengan menggunakan Persamaan (2) untuk mendapatkan nilai 0 sampai dengan 1 (Setiawan, 2010).

$$P_b = \frac{\text{Jumlah data yang dianalisis}}{\text{Jumlah total data}} \quad (2)$$

2.9 Metode Probabilitas Biner pada Mata

Pada metode pergerakan mata dapat dikategorikan menjadi tiga yaitu melihat ke kiri, ke kanan dan ke depan. Agar sistem dapat mengategorikan pergerakan tersebut dibutuhkan suatu metode. Persamaan (3) merupakan metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan pergerakan mata dengan cara membagi area pada pixel putih kiri dan area pada pixel putih kanan pada bagian mata.

$$PBiner_{(i,j)} = \frac{\text{Area putih kiri}_{(i,j)}}{\text{Area putih kanan}_{(i,j)}} \quad (3)$$

2.10 Metode Probabilitas Garis Vertikal dan Horizontal Pada mata

Pada pergerakan mata terdapat pergerakan kedipan mata dan ketika mata melihat ke atas. Untuk memprediksi pergerakan tersebut menggunakan metode garis vertikal dan horizontal yang terdapat pada mata. Persamaan 4 merupakan metode untuk mengklasifikasikan pergerakan mata menjadi dua yaitu saat berkedip dan saat melihat ke atas.

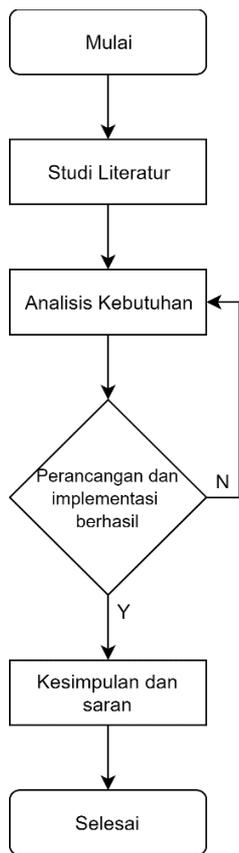
$$PGaris_{(i,j)} = \frac{\text{Garis vertikal}_{(i,j)}}{\text{Garis horizontal}_{(i,j)}} \quad (4)$$

3. METODOLOGI

Pada penelitian ini merupakan penelitian implementatif yang bertipe enhancement atau penelitian lanjutan dari “Eye Movement as Navigator for Disabled Person” yang digunakan sebagai acuan utama. Pada penelitian sebelumnya metode yang digunakan adalah haar cascade, namun metode tersebut sangat rentan jika digunakan pada latar belakang yang ramai karena akan mendeteksi benda lain selain wajah manusia. Pada penelitian ini menggunakan metode facial landmark yang dapat diimplementasikan pada latar belakang yang ramai.

3.1 Metode Secara Umum

Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur terlebih dahulu, hal ini berfungsi



Gambar 2. Skema Metodologi Penelitian

sebagai acuan untuk mendapatkan informasi yang mencakup isi dari penelitian yang akan di teliti. Setelah melakukan studi literatur selanjutnya melakukan analisis kebutuhan seperti komponen dan microcontroller untuk menentukan bahan dan alat yang digunakan pada penelitian. Selanjutnya melakukan perancangan dan implementasi yang akan digunakan untuk melakukan prosedur pengujian yang digunakan untuk mendapatkan nilai dari akurasi sistem sehingga memperoleh kesimpulan. Alur dari metode penelitian bisa disimpulkan seperti pada Gambar 2.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Data uji didapatkan dengan cara memfoto subjek pada bagian wajah dengan jarak dari subjek terhadap kamera sebesar 30cm, 40cm dan 50cm. Pengambilan foto dilakukan pada pencahayaan terang dengan lux 50-150 dan pencahayaan redup dengan lux 1-49. Pengambilan foto harus mencakup seluruh wajah mulai dari dagu hingga rambut. Subjek akan diarahkan untuk melihat ke kiri, kanan, depan, atas dan bawah. Untuk melakukan pengujian latar belakang dilakukan dengan dua jenis yaitu menguji latar belakang pada keadaan

ramai dan sepi, oleh karena itu pengambilan data dilakukan pada ruangan kosong untuk latar belakang keadaan sepi dan dilakukan pada halaman rumah dan ruangan yang penuh dengan benda.

3.3 Metode Analisis Data dan Pembahasan

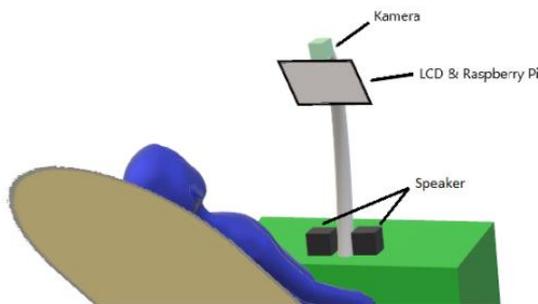
Data yang digunakan untuk analisis merupakan data kuantitatif yang telah didapatkan akan dilakukan pengujian untuk didapatkan akurasi dari sistem. Untuk melakukan pengujian data gambar akan dimasukkan ke program untuk didapatkan outputnya. Selanjutnya output dari program akan dicocokkan dengan keadaan real pada gambar. Ketika output program cocok dengan keadaan real maka akan di anggap benar dan sebaliknya sehingga didapatkan akurasi dari sistem dengan menghitung benar atau salahnya output dari program.

4. REKAYASA KEBUTUHAN

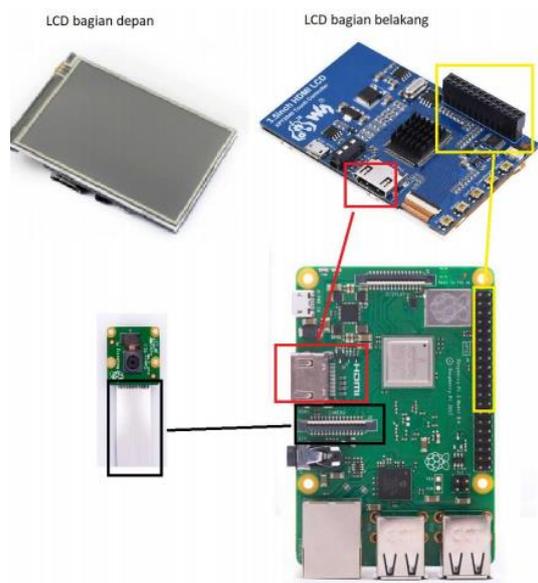
Untuk menentukan kebutuhan dari sistem yang akan dipergunakan pada penelitian maka perlu dilakukan rekayasa kebutuhan. Rekayasa kebutuhan dapat digolongkan menjadi dua jenis, mencakup kebutuhan perangkat keras dan kebutuhan perangkat lunak. Alat perangkat keras berisi kebutuhan alat dan bahan yang akan dipergunakan oleh sistem seperti komponen. Sedangkan kebutuhan perangkat lunak berisi mengenai kebutuhan dari program yang akan dipergunakan oleh sistem.

Perangkat keras yang nantinya dipakai oleh sistem adalah raspberry pi 3b+ yang berfungsi untuk microcontroller, webcam yang berfungsi untuk mengambil input berupa gambar dari wajah orang, layar LCD yang digunakan untuk menampilkan pilihan menu, speaker yang berfungsi sebagai output ketika pilihan menu dipilih oleh subjek, sd card sebagai media penyimpanan, power supply, lux sensor untuk mendapatkan informasi pencahayaan dan laptop untuk alat bantu pemrograman sistem.

Kebutuhan perangkat lunak yang diperlukan adalah pemrograman python sebagai bahasa pemrograman yang akan digunakan, python ide, opencv yang digunakan untuk mengolah gambar, facial landmark yang digunakan untuk mendapatkan data area mata, library dlib yang digunakan pada facial landmark untuk mendapatkan lokasi titik - titik wajah dan vnc viewer sebagai alat hubung raspberry pi dengan laptop.



Gambar 3. Ilustrasi Sistem



Gambar 4. Pemasangan Komponen

5. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

5.1 Perancangan Perangkat Keras

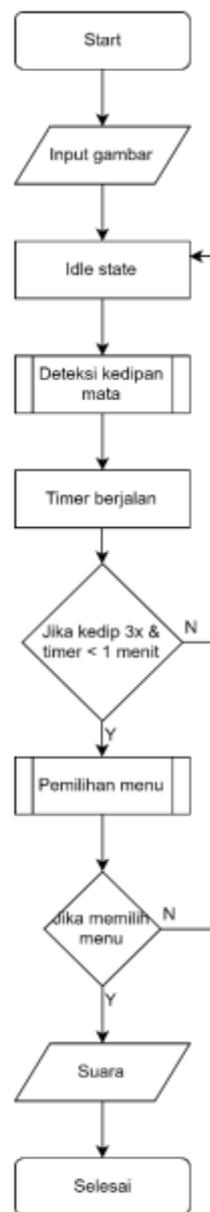
Rancangan perangkat keras memuat mengenai penggabungan komponen yang telah dianalisis terlebih dahulu pada rekayasa kebutuhan. Gambar 3 merupakan ilustrasi peletakan sistem ketika telah di pasangkan. Untuk pemasangan komponen dapat dilihat pada Gambar 4.

5.2 Perancangan Perangkat Lunak

Rancangan perangkat lunak berisi mengenai metode perangkat lunak yang digunakan di sistem yaitu alur kerja dari sistem utama.

5.2.1 Perancangan Sistem Utama

Perancangan sistem utama mencakup bagaimana sistem menerima output, bagian proses dari sistem dan bagaimana sistem mengeluarkan output.

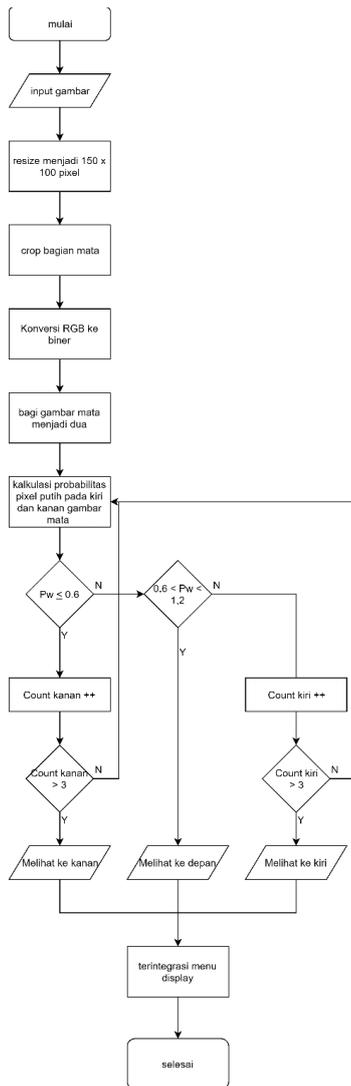


Gambar 5. Flowchart Sistem Utama

Sistem akan menerima input gambar berupa gambar wajah, selanjutnya sistem dalam keadaan idle akan mendeteksi input tersebut. Ketika sistem mendeteksi kedipan sebanyak tiga kali dan dilakukan kurang dari satu menit maka sistem akan berubah menjadi pilihan menu. Ketika pengguna memilih menu maka sistem akan mengoutputkan pilihan user berupa suara. Gambar 5 menjelaskan mengenai alur kerja dari sistem utama.

5.2.2 Perancangan Deteksi Pergerakan mata

Pada perancangan deteksi pergerakan mata dikhusus kan untuk merancang bagaimana sistem dapat mendeteksi pergerakan mata ke kiri, ke kanan dan ke depan.

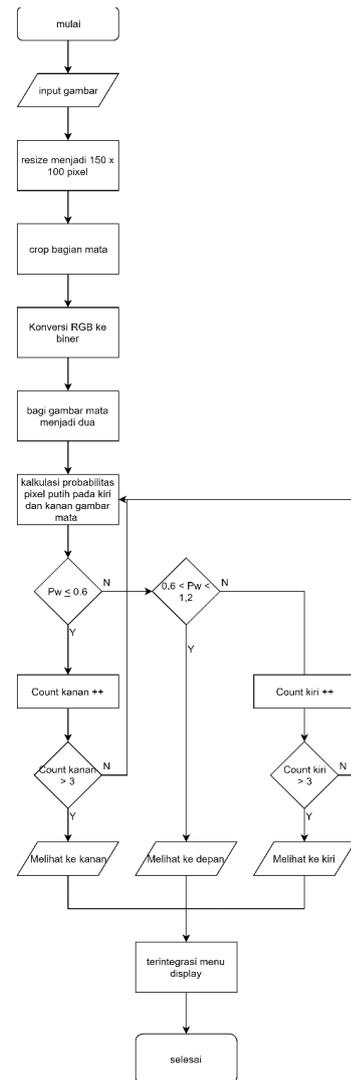


Gambar 6. Flowchart Deteksi Pergerakan Mata

Langkah awal adalah input gambar akan diresize oleh program menjadi 150 x 100 pixel untuk mempercepat proses pendeteksian. Setelah itu gambar wajah akan di ambil bagian matanya saja dan dikonversi menjadi gambar biner dan akan dideteksi dengan cara mengkalkulasi nilai pixel putih pada bagian kiri dan kanan gambar. Untuk menentukan mata melihat ke arah mana, nilai $Pw_{(i,j)}$ akan dideklarasikan seperti pada Tabel 1. Gambar 6 dituliskan sebagaimana perancangan dilakukan untuk dapat mendeteksi pergerakan mata.

Tabel 1 Nilai Deteksi Pergerakan Mata

Pergerakan mata	Nilai Pw
Melihat ke kanan	$Pw_{(i,j)} \leq 0,6$
Melihat ke depan	$0,6 < Pw_{(i,j)} < 1,2$
Melihat ke kiri	$Pw_{(i,j)} \geq 1,2$



Gambar 7. Flowchart Deteksi Kedipan Mata

5.2.3 Perancangan Deteksi Kedipan Mata

Pada perancangan deteksi kedipan mata, metode yang digunakan hampir sama dengan deteksi pergerakan mata namun yang membedakan terdapat pada metode deteksinya yang menggunakan garis horizontal dan verikal yang terdapat pada facial landmark. Nilai garis verikal akan dibagi dengan garis horizontal dan akan mendapatkan nilai $Pb_{(i,j)}$, nilai tersebut akan digunakan untuk proses deteksi seperti pada Tabel 2. Gambar 7 merupakan alur flowchart dari proses deteksi kedipan mata.

Tabel 2. Nilai Deteksi Kedipan Mata

Pergerakan mata	Nilai Pb
Melihat ke atas	$Pb_{(i,j)} \leq 2,6$
Melihat ke bawah	$Pb_{(i,j)} \geq 4,9$
Melihat ke depan	$2,6 < Pb_{(i,j)} < 4,9$

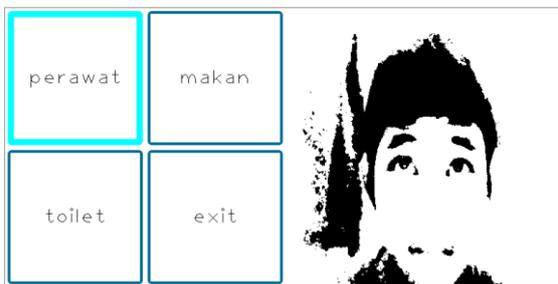


Gambar 8. Implementasi Perangkat Keras

5.3 Implementasi Sistem

Implementasi dari sistem dilakukan sesuai dengan proses perancangan sehingga didapatkan hasil keseluruhan sistem yang sesuai dengan perangkat keras dan perangkat lunak yang diinginkan. Pada implementasi perangkat keras hasil dari pemasangan komponen pada sistem dapat dilihat pada Gambar 8. Seluruh komponen akan dipasangkan pada microcontroller raspberry pi sehingga dapat bekerja seperti yang diharapkan.

Pada implementasi perangkat lunak, program didesain agar pengguna dapat melakukan pemilihan menu pada layar LCD. Gambar 9 merupakan implementasi user interface dari program sehingga pengguna dapat melakukan pilihan menu pada layar LCD. Akan terdapat empat menu pilihan yaitu memanggil perawat, pemilihan menu makanan, ingin ke toilet dan menu untuk kembali ke menu idle. Gambar 10 merupakan keadaan program saat dalam keadaan idle



Gambar 9. Menu Pilihan



Gambar 10. Keadaan Idle

6. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Empat pengujian dilakukan dengan cara yang berbeda. Pengujian yang pertama dilakukan untuk mengetes akurasi dari metode facial landmark pada latar belakang sepi dan ramai. Pengujian kedua dilakukan untuk mengetes akurasi sistem ketika dalam keadaan pencahayaan terang pada lux (50-150) dan pencahayaan redup pada lux (1-49). Ketiga dilakukan pengujian guna mengetes akurasi keseluruhan dari sistem utama dalam keadaan jarak kamera dengan subjek sebesar 30cm, 40cm dan 50cm. Pengujian terakhir dilakukan untuk menguji integrasi deteksi dengan menu pilihan pada layar LCD.

6.1 Pengujian Facial Landmark

Pengujian pertama dilakukan di latar belakang sepi dan ramai sehingga diperoleh akurasi dari sistem sebesar 100% seperti pada Tabel 3. Dari pengujian ini dapat dibuktikan bahwa metode facial landmark dapat melakukan prediksi dengan baik pada keadaan latar belakang sepi dan ramai. Gambar 11. Merupakan hasil deteksi dari facial landmark.

Tabel 3. Akurasi Pengujian Pada Latar Belakang Sepi dan Ramai

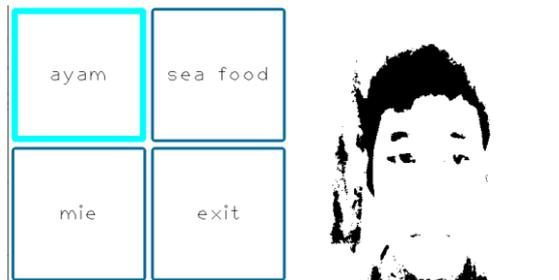
No	Subject	Latar Belakang	
		Sepi	Ramai
1	Subject 1	V	V
2	Subject 2	V	V
3	Subject 3	V	V
4	Subject 4	V	V
5	Subject 5	V	V
6	Subject 6	V	V
7	Subject 7	V	V
8	Subject 8	V	V
9	Subject 9	V	V
10	Subject 10	V	V
11	Subject 11	V	V
12	Subject 12	V	V
13	Subject 13	V	V
14	Subject 14	V	V
15	Subject 15	V	V
Rata – rata deteksi		100%	100%



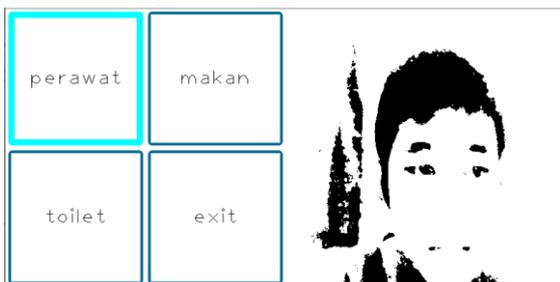
Gambar 11. Hasil Deteksi Facial Landmark. (a) Pada Latar Belakang Sepi. (b) Pada Latar Belakang Ramai.



Gambar 14. Pilihan Menu Dalam Keadaan Idle



Gambar 16. Pilihan Menu Makanan



Gambar 15. Pilihan Menu Utama

Tabel 6. Akurasi Pengujian Kinerja Integrasi Pergerakan Mata Dengan Pilihan Menu

Percobaan	Pergerakan Mata	Integrasi Menu Display		Hasil Deteksi		Akurasi
		Sebelum Eksekusi	Hasil Eksekusi	Benar	Salah	
1	Kedip 3 kali			v		87,5%
2	Lihat ke atas		Suara memanggil perawat	v		
3	lihat ke kanan			v		
4	Lihat ke atas				v	
5	Lihat ke bawah			v		
6	Lihat ke bawah		Suara ingin ke toilet	v		
7	Lihat ke kiri			v		
8	Lihat ke bawah			v		

hasil pengujian ketika menu dalam keadaan idle, ketika pengguna mengedipkan matanya lebih dari tiga kali dalam waktu kurang dari satu menit maka menu utama akan muncul seperti pada Gambar 15. Pada Gambar 16 merupakan tampilan dari menu makanan yang dapat dipilih oleh pengguna.

7. KESIMPULAN

Berdasarkan data – data yang telah dikumpulkan pada proses perancangan, implementasi, pengujian dan analisis yang sudah dituliskan oleh karena itu didapatkan hasil bahwa metode facial landmark dapat mendeteksi area wajah dengan baik pada latar belakang sepi dan ramai dan pada metode pendeteksian pergerakan mata tingkat akurasi akan berpengaruh terhadap jarak dan pencahayaan.

Pada pencahayaan terang nilai akurasi yang didapatkan lebih tinggi yaitu 91% jika dibandingkan pada pencahayaan redup yaitu 87%. Pada jarak 40cm nilai akurasi yang didapatkan lebih tinggi yaitu 91% jika dibandingkan pada jarak 30cm yang mendapat akurasi 90% dan 50cm yang mendapatkan akurasi 97%. Hal tersebut berpengaruh pada proses pendeteksian karena terdapat metode segmentasi biner yang berpengaruh pada pencahayaan dan metode pengukuran verikal dan horizontal pada area mata yang berpengaruh terhadap jarak.

8. DAFTAR PUSTAKA

Cadilhac, D. A., Kilkenny, M. F., Lannin, N. A., Dewey, H. M., Levi, C. R., Hill, K., . . . Donnan, G. A. (2019). Outcomes for Patients With In-Hospital Stroke: A Multicenter Study From the Australian Stroke Clinical Registry (AuSCR). *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 1302 - 1310.

Chen, Q., & Sang, L. (2018). Face-mask recognition for fraud prevention using Gaussian mixture model. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 795 - 801.

Dwivedi, D. (2018, April 28). *Face Detection For Beginer*. Retrieved from Towards Data Science: <https://towardsdatascience.com/face-detection-for-beginners-e58e8f21aad9>

- Han, S., Yang, Z., Li, Q., & Chen, Y. (2019). Deformed landmark fitting for sequential faces. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 381 - 393.
- Hashemzadeh, M., Asheghi, B., & Farajzadeh, N. (2019). Content-aware image resizing: An improved and shadow-preserving seam carving method. *Signal Processing*, 233-246.
- Irfan, M., Sumbodo, B. A., & Candradewi, I. (2017). Sistem Klasifikasi Kendaraan Berbasis Pengolahan Citra. *Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems*, 139-148.
- Mohamed, S. S., Mohamed, W. A., Khalil, A. T., & Mohra, A. S. (2019). Deep Learning Face Detection and Recognition. *INTL JOURNAL OF ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS*, 1-6.
- Niu, G., & Chen, Q. (2018). Learning an video frame-based face detection system for security fields. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 457 - 463.
- Setiawan, P. (2010). STATISTIKA - PROBABILITAS. *www.academia.edu*, 1-61.
- Sugano, H., & Miyamoto, R. (2010). Highly optimized implementation of OpenCV for the Cell Broadband Engine. *Computer Vision and Image Understanding*, 1273 - 1281.
- Utaminigrum, F., Sari, Y. A., Fauzi, M. A., & Prasetya, R. P. (2016). Eye Movement as Navigator for Disabled Person. *2016 International Conference on Communication and Information Systems*. Bangkok.
- Vezzetti, E., Moos, S., Marcolin, F., & Stola, V. (2012). A pose-independent method for 3D face landmark formalization. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 1078 - 1096.
- Zhou, J., Vong, C.-M., Liu, Q., & Wang, Z. (2019). Scale adaptive image cropping for UAV object detection. *Neurocomputing*, 305-313.