

Prototype Sistem Lampu Penerangan Untuk Disabilitas (Autis) Menggunakan Pengenalan Wajah Berbasis Raspberry Pi

Wisnu Aji Praditya

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: wisnu.19032@mhs.unesa.ac.id

Lusia Rakhmawati, Muhamad Syariffuddien Zuhrie, Parama Diptya Widayaka

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: lusiarakhmawati@unesa.ac.id, zuhrie@unesa.ac.id, paramawidayaka@unesa.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi komputer saat ini merupakan salah satu perkembangan yang sangat pesat dan mempunyai peran yang sangat penting bagi segala aspek kehidupan manusia. Salah satu aspek penting yang jarang dipertimbangkan adalah perkembangan teknologi yang menunjang aksesibilitas bagi penyandang disabilitas sehingga membuat mereka susah dalam beraktivitas. Oleh karena itu, penelitian ini menggabungkan metode *Haar-Cascade Classifier* untuk mendeteksi wajah dan *Local Binary Pattern Histogram* (LBPH) sebagai pengenalan wajah yang dijalankan pada Raspberry Pi untuk meningkatkan aksesibilitas bagi penyandang disabilitas, khususnya dalam hal pencahayaan ruangan otomatis. Secara garis besar, ketika sistem sudah mengenali wajah penyandang disabilitas tersebut maka lampu penerangan akan menyala. Berdasarkan hasil pengujian sistem, sistem ini beroperasi secara efisien pada jarak 40–50 cm dan intensitas cahaya 210–250 lux. Dalam sepuluh kali percobaan, keakuratan pengenalan wajah sistem ini sekitar 92%. *Web camera, relay*, Raspberry Pi dan lampu merupakan perangkat keras inti dari penelitian ini. Untuk memberikan solusi yang lebih efektif bagi penyandang disabilitas dan kelompok lain yang memerlukan penerangan otomatis, penelitian ini memberikan analisis menyeluruh mengenai desain sistem dan spesifikasinya.

Kata Kunci : Pengenalan wajah, Raspberry Pi, Autis.

Abstract

The current development of computer technology is a very rapid development and has a very important role in all aspects of human life. One important aspect that is rarely considered is the development of technology that supports accessibility for people with disabilities, making it difficult for them to carry out their activities. Therefore, this research combines the Haar-Cascade Classifier method for detecting faces and Local Binary Pattern Histogram (LBPH) as facial recognition which is run on a Raspberry Pi to increase accessibility for people with disabilities, especially in terms of automatic room lighting. In general, when the system recognizes the face of the disabled person, the lighting will turn on. Based on system test results, this system operates efficiently at a distance of 40–50 cm and a light intensity of 210–250 lux. In ten experiments, the accuracy of this system's facial recognition was around 92%. Web cameras, relays, Raspberry Pi and lights are the core hardware of this research. To provide more effective solutions for people with disabilities and other groups who require automatic lighting, this research provides a comprehensive analysis of system design and specifications.

Keyword : Face Recognition, Raspberry pi, Disability

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komputer saat ini merupakan salah satu perkembangan yang sangat pesat dan mempunyai peran yang sangat penting bagi segala aspek kehidupan manusia, termasuk pada kegiatan sehari-hari maupun dalam dunia kerja. Salah satu aspek penting yang jarang dipertimbangkan adalah perkembangan teknologi yang menunjang aksesibilitas bagi penyandang disabilitas sehingga membuat mereka susah dalam beraktivitas.

Permasalahan lainnya adalah pengabaian pemerintah dan masyarakat terhadap hak aksesibilitas

di ruang publik yang masih dianggap kurang memadai dan menyulitkan penyandang disabilitas untuk bergerak dan melakukan tugas sehari-hari. (Rizki Nur Rahayu, 2020). Penyandang disabilitas masih diwajibkan untuk tinggal di rumah biasa atau rumah panti. Pada kenyataannya, hal ini sangat menghambat dan mempersulit kemampuan penyandang disabilitas dalam melakukan aktivitas sehari-hari, berinteraksi dengan orang lain, dan berkembang menjadi pribadi yang setara. Sangat sedikit rumah yang dirancang

untuk memenuhi kebutuhan seorang penyandang cacat (Dwi Retno Sri Ambarwati, 2019)

Menurut Fatimah Dkk, (2021) Di dunia modern, otomatisasi atau pengendalian komponen listrik atau elektronik menjadi penting karena efisiensi dan kecepatan diperlukan dalam setiap aspek kehidupan untuk menciptakan sistem yang dapat diandalkan dan ramah pengguna. Ambil contoh sistem yang mengatur penerangan rumah dan layanan fasilitas umum.

Banyak penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian saat ini. Berdasarkan penelitian Rishad Harisdias dan Teddi Hariyanto (2020) Pada laboratorium telekomunikasi Politeknik Negeri Bandung sistem absensi masih dilakukan secara manual. Masih terdapat beberapa kekurangan pada proses manual ini, antara lain kemungkinan terjadinya penipuan melalui manipulasi data. Oleh karena itu, dibuatlah suatu sistem yang menggunakan pengenalan wajah untuk mencatat kehadiran dan mengirimkan data pengenalan tersebut melalui internet. Dengan menggunakan Raspberry Pi yang terintegrasi dengan modul kamera maka dilakukan pengenalan wajah. Wajah dideteksi menggunakan pendekatan *Haar-cascade*, dan Wajah ditransformasikan menjadi karakteristik baru menggunakan LBPH.

Berdasarkan Penelitian Axl Hanuebi, Dkk (2019) Sebuah aplikasi untuk pengenalan wajah dikembangkan dalam penelitian ini, dan memiliki kemampuan untuk membuka kunci pintu setelah identifikasi wajah. Program ini berjalan pada Raspberry Pi. *Local binary pattern histogram* merupakan algoritma pengenalan wajah yang digunakan. Saat pintu sedang digunakan, servo yang menahannya akan membukanya dengan mengenali wajah pengguna. Maket pintu digunakan untuk mengimplementasikan aplikasi ini..

Pada penelitian Prine Richard Setiono, Dkk (2020) Mayoritas kampus masih mencatat kehadiran di atas kertas, yang mudah dimanipulasi oleh siswa yang ceroboh. Sebuah “Aplikasi Pengenalan Wajah untuk Sistem Absensi Kelas Berbasis Raspberry Pi” dikembangkan dengan tujuan penelitian ini. Pendekatan *Local Binary Pattern* (LBP) digunakan dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi dan mendeteksi wajah. Untuk mengetahui apakah ada mahasiswa yang hadir di kelas dan untuk menyimpan nama mahasiswa yang belum hadir, aplikasi ini dirancang untuk mengenali wajah dan nama

mahasiswa. Identifikasi mahasiswa kemudian dilakukan secara *real time* dengan sistem absensi menggunakan ID, nama, dan informasi siswa. melalui format file CSV. Singkatnya, program ini, yang menghilangkan kebutuhan akan kertas untuk mencatat ketidakhadiran, dikembangkan untuk menghentikan penipuan tanda tangan ketidakhadiran.

Berbagai referensi yang telah didapatkan diatas, sistem keamanan yang dibuat menggunakan pengenalan wajah berbasis Raspberry Pi. Penelitian yang dilakukan memiliki tujuan yang hampir sama satu sama lain yaitu untuk memudahkan beraktivitas dan memberikan keamanan dalam kegiatan sehari-hari.

Berdasarkan masalah yang telah diuraikan dan kaitannya dengan penelitian yang sudah dilakukan. untuk itu peneliti merancang penerangan otomatis menggunakan pengenalan wajah berbasis Raspberry Pi yang diplikasikan untuk penyandang disabilitas yang dapat memudahkan mereka dalam melakukan kegiatan ataupun beraktivitas pada area rumah. Tujuan penerangan adalah untuk keamanan dan kenyamanan di ruang (Muhamad Royhan, 2020). Penerangan ruang yang dimaksud meliputi ruang tertutup maupun ruang terbuka.

Sistem lampu Penerangan ini juga bisa diaplikasikan untuk orang tua dan anak-anak yang sulit untuk menggapai saklar jika ingin menyalakan lampu. Pada Penelitian ini dibuatlah aplikasi pengenalan wajah yang dapat memberikan sinyal untuk menyalakan dan mematikan lampu pada kamar tidur saat wajah dikenali. Prototype ini berbasis Raspberry Pi.

KAJIAN PUSTAKA

Haar-Cascade Classifier

Untuk deteksi wajah, *Haar-cascade* digunakan. Haar-cascade digunakan karena mendeteksi wajah dengan tingkat kecepatan dan akurasi yang tinggi. Paul Viola dan Michael Jones mengembangkan algoritma *Haar-cascade Classifier*, yang dilatih menggunakan sejumlah besar gambar positif (wajah) dan negatif (tanpa wajah). (Sunardi, Dkk. 2022).

Local Binary Pattern Histogram (LBPH)

Teknik baru untuk mengubah performa hasil pengenalan wajah adalah *Local Binary Pattern Histogram* (LBPH), yang berasal dari metode *Local*

Binary Pattern (LBP). Karena gambar wajah dapat dilihat sebagai gabungan pola tekstur mikro, atau operator non-parametrik yang mencirikan penataan spasial lokal gambar. LBP adalah deskriptor tekstur yang juga dapat digunakan untuk merepresentasikan wajah. (Harris simaremare dan Agung Kurniawan. 2016)

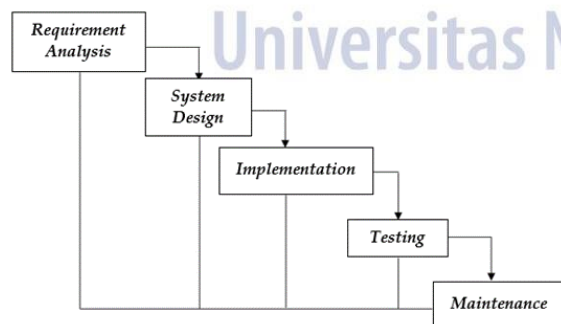
METODE

Teknik Pengumpulan Data

Berbagai teknik pengumpulan data, termasuk tinjauan literatur dan penelitian literatur, digunakan untuk melakukan penelitian ini. Sebagai salah satu jenis studi penelitian, studi literatur khususnya melibatkan pengumpulan data dan informasi dari perpustakaan dengan menggunakan berbagai teknik. Pendekatan ini mencakup penelusuran buku referensi, penelusuran temuan penelitian sebelumnya, perolehan artikel ilmiah, penjabaran catatan terkait, dan pembacaan jurnal yang relevan dengan isu yang diteliti. Dengan menggunakan strategi ini, peneliti dapat menciptakan kerangka pengetahuan yang menyeluruh, memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang isu-isu terkini, dan memastikan bahwa penelitian mereka didukung oleh literatur yang substansial dan relevan. (Vina Melinda dan Melva Zainil. 2020).

Tahapan Penelitian

Dalam rancang bangun prototype sistem lampu penerangan untuk disabilitas menggunakan pengenalan wajah berbasis Raspberry Pi memiliki beberapa tahapan pengerjaan. Tahapan tersebut dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. *Waterfall Model*

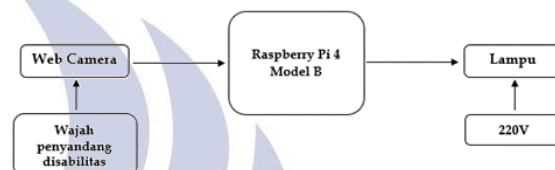
Melalui gambar 1 terdapat penjelasan dari tahapan penelitian sebagai berikut :

Requirement Analysis

Dalam mencari referensi teori yang diperlukan dalam membuat prototype sistem lampu penerangan untuk disabilitas menggunakan pengenalan wajah berbasis Raspberry Pi. Penulis melakukan analisis terhadap kebutuhan sistem yang akan dikembangkan dan didokumentasikan dalam dokumen kebutuhan.

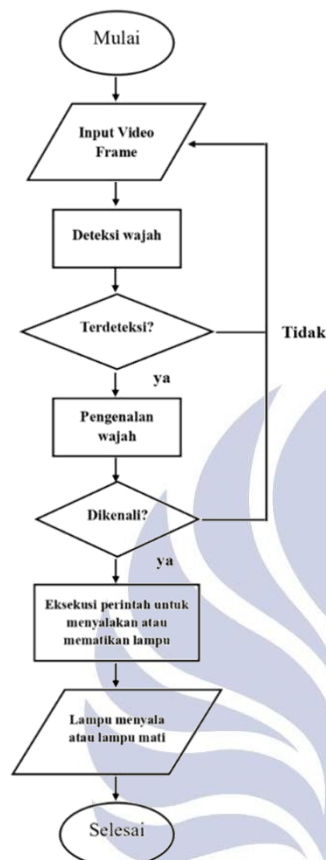
System Design

Diagram blok yang menggambarkan prosedur lengkap yang digunakan untuk membuat alat ditunjukkan pada Gambar 2



Gambar 2. Blok Diagram Hardware

Tiga fase utama dari proses pada gambar 2 adalah input, proses, dan output. Kamera Web adalah alat utama yang digunakan pada tahap input. Selanjutnya akan diproses pada perangkat berbasis Raspberry Pi melalui beberapa tahapan. Kamera web berfungsi sebagai sumber data visual yang diperlukan untuk meluncurkan tugas lain dalam aplikasi ini. Selanjutnya, Raspberry Pi akan memproses data visual yang diperoleh dari kamera Web, menjalankan algoritma tertentu, dan menghasilkan keluaran yang sesuai dengan tujuan utama instrumen ini. Dalam hal ini keluarannya berupa lampu yang dibuat khusus untuk menerangi kamar tidur bagi penyandang disabilitas. Lampu ini memiliki tujuan praktis dengan memberikan pencahayaan yang aman dan menyenangkan bagi individu dengan keterbatasan fisik, selain berfungsi sebagai indikator visual dari proses yang sedang berlangsung.



Gambar 3. Flowchart sistem keseluruhan

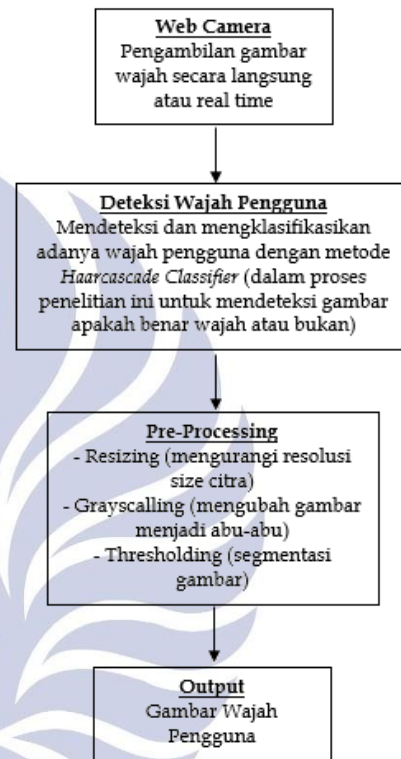
Flowchart dirancang dengan tujuan memberikan gambaran yang menampilkan Langkah-langkah yang lebih jelas dan sistematis dalam melakukan sebuah proses dari suatu program. Berikut adalah flowchart system pembuatan alat berbasis Raspberry pi dapat dilihat pada gambar 3.

Berdasarkan flowchart gambar 3, Ketika pengerjaan sudah dimulai Langkah awal yang dilakukan adalah melakukan input video frame berupa wajah penyandang disabilitas. Setelah itu, memasuki proses pendeteksian wajah. Apakah wajah tersebut bisa dideteksi atau tidak? Jika wajah terdeteksi maka lanjut dalam proses pengenalan wajah.

Dalam proses pengenalan wajah, apakah wajah tersebut dikenali oleh sistem penerangan berbasis raspberry pi atau tidak? Jika wajah dikenali oleh sistem tersebut maka sistem pengenalan wajah berbasis raspberry pi mengirim perintah untuk menyalakan atau mematikan lampu. Setelah perintah dikirim untuk menyalakan atau mematikan lampu maka output berupa lampu akan bekerja sesuai perintah yang dikirimkan, selesai.

Implementation

Tahap implementasi pada penelitian ini terdapat pengolahan citra saat registrasi pengguna, training wajah dan pengenalan wajah pengguna.



Gambar 4. Blok diagram pengolahan citra saat registrasi

Gambar 4. merupakan blok diagram dari pengolahan citra saat registrasi pengguna, penjelasan blok diagram tersebut dapat dilihat pada penjelasan dibawah ini.

1. Web camera
Memberikan input system merupakan langkah pertama yang dilakukan untuk dapat mengambil dan mendeteksi wajah pengguna.
2. Deteksi wajah pengguna
Wajah pengguna kemudian dicari dan difoto pada langkah berikutnya. *Haar Cascade Classifier* digunakan untuk mengidentifikasi wajah pengguna dari sebuah gambar. Pada penelitian ini, *Haar Cascade Classifier* digunakan untuk menentukan apakah itu suatu wajah tidak
3. Pre-processing

Gambar disiapkan selama tahap *Pre-Processing* agar lebih mudah untuk diproses nanti. *Resizing*, *grayscale*, dan *thresholding* adalah tiga langkah pre-processing yang digunakan dalam penelitian ini.

a. *Resizing*

Mengurangi ukuran gambar keluaran (wajah pengguna) adalah prosedur yang digunakan untuk membuat pencocokan gambar lebih mudah dan lebih ringan

b. *Grayscale*

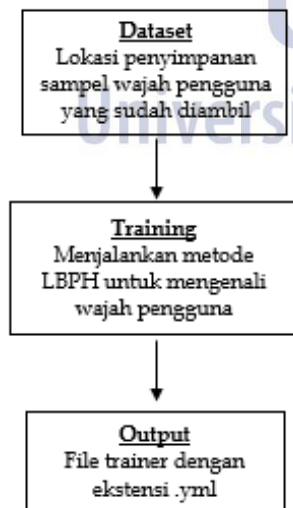
Gambar kemudian akan diubah menjadi *Greyscale*. Hasil dari prosedur ini, yang mengubah setiap piksel RGB (*Red*, *Green*, dan *Blue*) menjadi gambar hitam-putih. Tujuannya adalah untuk membuat gambar lebih kecil sehingga komputasi dapat berjalan lebih cepat.

c. *Thresholding*

Segmentasi gambar adalah langkah terakhir. Segmentasi ini dilakukan untuk menghapus elemen yang tidak perlu dari background. Dalam hal ini, yang memerlukan pemotongan objek sampai hanya wajah pengguna yang tersisa.

4. Output

Hasil dari pengolahan citra ini adalah wajah pengguna yang disimpan pada memori internal Raspberry Pi dan biasa dinamai dengan folder “dataset” untuk prosedur *training* wajah



Gambar 5. Blok diagram saat training wajah

Gambar 5. merupakan blok diagram dari pengolahan citra saat training wajah pengguna, penjelasan blok diagram tersebut dapat dilihat pada penjelasan dibawah ini.

1. Dataset

Dataset pada penelitian ini merupakan lokasi penyimpanan wajah pengguna yang sudah diambil.



Gambar 6. Dataset

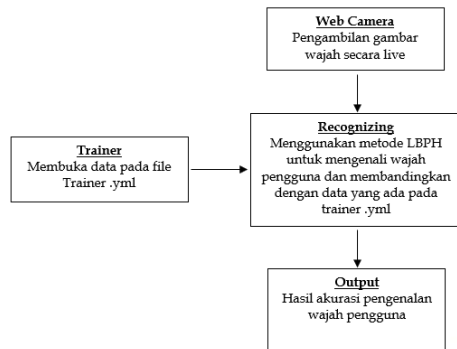
Gambar 6. merupakan sebuah folder dataset yang terdiri dari sampel wajah pengguna yang difoto selama proses pendaftaran pengguna. Berdasarkan revisi yang diberikan oleh penguji dengan menambahkan dataset dari sampel penyandang disabilitas membuat penelitian ini menjadi lebih bisa diandalkan dalam mengenali wajah disabilitas.

2. Training

Proses pelatihan wajah merupakan langkah dalam membangun database wajah menggunakan gambar wajah pengguna yang disimpan di folder “dataset”. Metode LBPH kemudian digunakan untuk mengubah citra menjadi data matriks.

3. Output

File trainer dengan ekstensi (.yml) adalah hasil dari proses ini. File ini berisi data matriks untuk setiap sampel wajah pengguna yang diperoleh selama proses training pada metode LBPH.



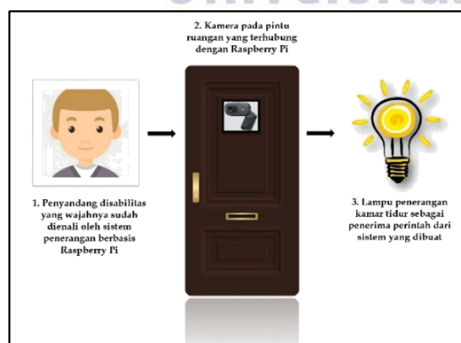
Gambar 7. Blok diagram saat pengenalan wajah pengguna

Gambar 7. merupakan blok diagram dari pengolahan citra saat pengenalan wajah pengguna, Web camera digunakan untuk Mengambil gambar langsung (*streaming video*) dari wajah pengguna untuk proses pengenalan wajah. berikutnya, trainer bertugas untuk membuka dan memuat ke dalam sistem file Trainer.yml yang diperoleh selama pelatihan wajah pengguna.

Pada *recognizing*, prosedur pengenalan digunakan saat meluncurkan videostream untuk pengenalan wajah. Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi wajah pengguna setelah terekam dalam video saat melakukan *Face Recognition*, setelah itu akan diubah menjadi matriks menggunakan metode *Local Binary Pattern Histogram* (LBPH) dan dibandingkan dengan data yang ada dalam trainer.yml. Hasil dari pemrosesan gambar ini adalah ketepatan yang dapat digunakan pengguna untuk mengenali wajahnya.

Testing

Testing pada penelitian ini meliputi skenario sistem lampu penerangan.



Gambar 8. Skenario Sistem Lampu Penerangan

Gambar 8. merupakan gambaran umum skenario dari sistem lampu penerangan menggunakan

pengenalan wajah berbasis Raspberry Pi dari awal sampai akhir. Pada tahapan skenario yang pertama ketika wajah penyandang disabilitas memasuki jarak pendeteksian dari *web camera* yang berada didepan pintu kamar sistem penerangan yang menggunakan pengenalan wajah berbasis Raspberry Pi akan mendeteksi dan mengenali wajah tersebut. Ketika sistem sudah mengenali wajah penyandang disabilitas tersebut maka lampu penerangan kamar tidur akan menyala. Jika penyandang disabilitas tersebut ingin mematikan lampu kamar tidur maka penyandang disabilitas haruslah melakukan pengenalan wajah pada sistem yang dibuat sekali lagi.

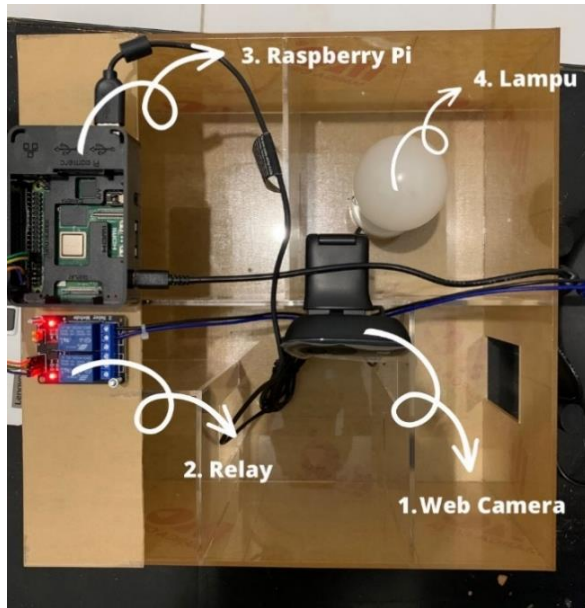
Maintenance

Penulis pada proses yang terakhir ini melakukan pemeliharaan. Pemeliharaan termasuk memperbaiki kesalahan yang ditemukan setelah pengujian terhadap alat yang dibuat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* merupakan hasil rancang bangun prototype sistem lampu penerangan otomatis menggunakan pengenalan wajah berbasis Raspberry Pi. Bentuk miniatur dibuat menyerupai sebuah rumah beserta ruangan yang ada didalamnya. Miniatur rumah yang dibuat dengan menggunakan akrilik dengan tebal 3mm ini terdapat 4 ruangan yaitu 2 buah kamar tidur, 1 kamar mandi dan 1 ruang tamu.

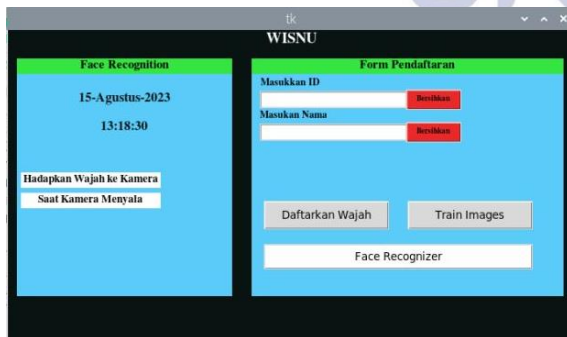


Gambar 9. Hasil perancangan hardware

Gambar 9 merupakan rancangan perangkat keras yang dibuat seperti *Web camera*, *relay*, Raspberry Pi dan lampu yang ditunjukkan pada Gambar 9. membentuk keseluruhan rangkaian perangkat keras. Raspberry Pi 4 dan *relay* dipasang di atas miniatur rumah dengan bantuan penyangga akrilik. Fitting lampu dan lampu kemudian dipasang di kamar tidur. Terakhir, kamera web diposisikan di atas pintu kamar tidur yang berisikan lampu.

Graphical User Interface (GUI)

Graphical user interface (GUI) digunakan untuk melakukan pengenalan wajah.



Gambar 10. Halaman Utama GUI

Gambar 10 merupakan halaman utama graphical user interface (GUI). Modul yang digunakan dalam membuat GUI di Raspberry Pi adalah library Tkinter. Wajah pengguna dikenali dan didaftarkan menggunakan halaman utama GUI di atas. Wajah

pengguna pertama kali didaftarkan saat menggunakan GUI ini. ID dan nama pengguna adalah dua jenis informasi yang diperlukan untuk mendaftarkan wajah. Pengguna kemudian harus menekan tombol *face recognizer* sebelum melakukan pengenalan wajah atau *face recognition*.

Pengujian Pendeteksian Wajah Berdasarkan Jarak Pengguna

Pengujian dilakukan untuk menentukan jarak ideal dalam mengidentifikasi wajah pengguna.. Tiga percobaan berdasarkan skenario yang melibatkan satu individu yang dilakukan pada setiap jarak yang telah ditentukan untuk mendapatkan hasil yang akurat. Satu orang digunakan sebagai perwakilan dalam serangkaian uji coba yang digunakan sistem untuk melakukan proses deteksi wajah. Untuk menjamin ketepatan dan konsistensi hasil yang diperoleh selama percobaan ini, peralatan pengukuran 100cm digunakan untuk setiap langkah pengujian, menekankan perlunya akurasi dalam pengukuran jarak. Oleh karena itu, setiap langkah proses pengujian direncanakan dengan cermat untuk menemukan jarak optimal untuk proses pendeteksian wajah pengguna.

Tabel 1 Pengambilan data pendeteksian wajah berdasarkan intensitas jarak

Jarak (cm)	Tingkat Akurasi		
	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Rata-rata
10 cm	0	3	0%
20 cm	0	3	0%
30 cm	0	3	0%
40 cm	3	0	100%
50 cm	3	0	100%
60 cm	3	0	100%
70 cm	3	0	100%
80 cm	3	0	100%
90 cm	3	0	100%
100 cm	3	0	100%

Rentang jarak sistem operasi dapat mengidentifikasi antara 40 dan 100 cm berdasarkan data pada Tabel 1. Ketika pengguna berada antara 10 sampai dengan 30 cm dari kamera, terlihat bahwa sistem tidak dapat mengidentifikasi wajah pengguna.

Pengujian Pendeteksian Wajah Berdasarkan Intensitas Cahaya

Pengujian dilakukan untuk menentukan tingkat cahaya ideal untuk mengidentifikasi wajah pengguna. Satu orang menjalani tes ini yang terdiri dari 3 kali percobaan yang sudah disesuaikan dengan skenario penyandang disabilitas untuk melakukan pengenalan wajah pada sistem dengan berbagai intensitas cahaya. Memanfaatkan *smart bulb* yang dapat meningkatkan kecerahan menggunakan *smartphone* membantu dalam pengujian.

Tabel 2. Pengambilan data pendeteksian wajah berdasarkan intensitas jarak

Intensitas Cahaya (%)	Intensitas Cahaya (Lux)	Tingkat Akurasi		
		Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Rata-rata
1	24	0	3	0%
20	61	3	0	100%
40	110	3	0	100%
60	160	3	0	100%
80	210	3	0	100%
100	250	3	0	100%

Dari data pada Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa intensitas cahaya sistem kerja berkisar antara 61 hingga 250 lux. Ketika intensitas cahaya turun menjadi hanya 1%, seperti yang terjadi pada aplikasi dengan pencahayaan 24 lux, sistem mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi wajah. Tantangan ini menggambarkan bagaimana intensitas cahaya dapat berdampak besar pada kinerja sistem. nilai intensitas cahaya yang rendah dapat mempersulit pendeteksian wajah. Oleh karena itu, agar sistem dapat berfungsi dengan baik dalam berbagai kondisi pencahayaan, sistem tersebut harus dipertimbangkan dan dikelola dengan cermat..

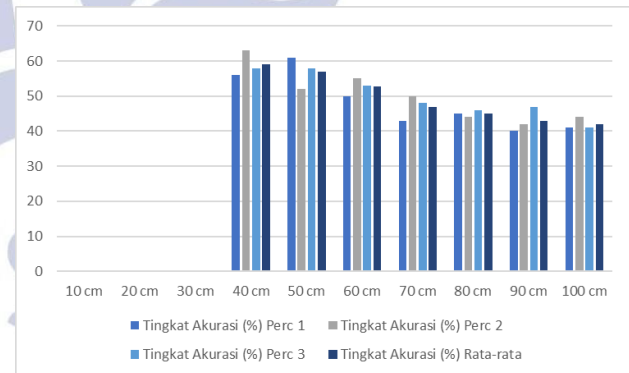
Pengujian Pengenalan Wajah Berdasarkan Jarak Pengguna

pengujian dilakukan untuk mencari jarak ideal selama prosedur deteksi wajah pengguna. Tiga uji coba dilakukan pada setiap jarak yang dipertimbangkan, dengan memperhitungkan skenario yang melibatkan individu penyandang disabilitas, untuk memverifikasi validitasnya. Satu orang menjalani pelatihan pengenalan wajah ekstensif sehingga kinerja sistem dan reaksi terhadap berbagai skenario dapat dilihat dari hasil pengujian. Alat ukur dengan panjang 100 cm juga digunakan sebagai penyangga untuk mengukur

jarak sesuai dengan parameter pengujian yang telah ditentukan.

Tabel 3. Pengambilan data pengenalan wajah berdasarkan jarak

Jarak (cm)	Tingkat Kepercayaan (%)			Rata-rata
	Perc 1	Perc 2	Perc 3	
10 cm	-	-	-	-
20 cm	-	-	-	-
30 cm	-	-	-	-
40 cm	56	63	58	59
50 cm	61	52	58	57
60 cm	50	55	53	52,67
70 cm	43	50	48	47
80 cm	45	44	46	45
90 cm	40	42	47	43
100 cm	41	44	41	42



Gambar 11. Grafik pengambilan data pengenalan wajah berdasarkan jarak

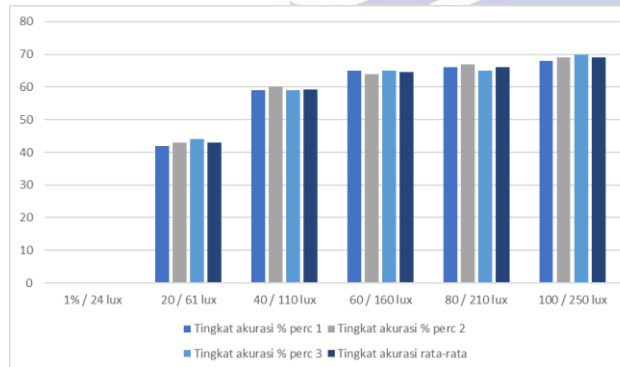
Jarak sistem operasi antara 40 dan 100 cm berdasarkan informasi pada Tabel 3 dan grafik pada Gambar 11. Sistem akan beroperasi pada tingkat kepercayaan paling optimal atau efektif ketika pengguna berada antara 40 dan 50 cm dari web kamera. namun pada jarak 10 sampai dengan 30 cm berdasarkan informasi pada tabel 3 dan gambar 11, sistem tidak dapat mengenali wajah pengguna.

Pengujian Pengenalan Wajah Berdasarkan Intensitas Cahaya

Pengujian dilakukan untuk menentukan tingkat cahaya ideal untuk mengidentifikasi wajah pengguna. Satu orang menjalani tes ini yang terdiri dari 3 kali percobaan yang sudah disesuaikan dengan skenario penyandang disabilitas untuk melakukan pengenalan wajah pada sistem dengan berbagai intensitas cahaya. Memanfaatkan *smart bulb* yang dapat meningkatkan kecerahan menggunakan *smartphone* membantu dalam pengujian.

Tabel 4. Pengambilan data pengenalan wajah berdasarkan intensitas cahaya

Intensitas Cahaya (%)	Intensitas Cahaya (Lux)	Tingkat Kepercayaan (%)			
		Perc1	Perc2	Perc3	Rata-rata
1	24	-	-	-	-
20	61	42	43	44	43
40	110	59	60	59	59.33
60	160	65	64	65	64.67
80	210	66	67	65	66
100	250	68	69	70	69



Gambar 12. Grafik pengambilan data pengenalan wajah berdasarkan intensitas cahaya

Dari data pada tabel 4 dan grafik pada gambar 12 bahwa intensitas cahaya sistem kerja berada pada 61-250lux. Ketika intensitas cahaya berada pada range 210-250lux, tingkat kepercayaan sistem akan jauh lebih efektif atau bekerja dengan optimal dan sistem tidak dapat mengenali wajah pada intensitas cahaya 1% pada aplikasi dengan 24lux.

Spesifikasi Sistem yang Didapatkan

Cukup jelas dari hasil penelitian sebelumnya bahwa informasi yang dikumpulkan dari penelitian ini memungkinkan penentuan intensitas dan jarak cahaya yang optimal. Hasil eksperimen berfungsi sebagai ringkasan karakteristik ideal dan landasan penting untuk mengembangkan dan menetapkan spesifikasi sistem. spesifikasi sistem yang diperoleh dari dua pengujian variabel jarak dan intensitas cahaya. Sistem yang dibuat memiliki spesifikasi jarak optimal 40-50cm dan intensitas cahaya optimal 210-250lux.

Pengujian Tingkat Akurasi Berdasarkan Spesifikasi Sistem

Berdasarkan spesifikasi yang diterima dari dua pengujian yang dilakukan, pengujian dijalankan untuk memastikan bahwa sistem benar-benar mampu mengenali wajah dengan tingkat akurasi yang tinggi. Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali percobaan guna menjamin kehandalan sistem dalam mengenali berbagai wajah dengan tepat. Hal ini bertujuan untuk mempermudah penulis dalam melakukan perhitungan tingkat akurasi, yang dihitung berdasarkan rumus: $\text{Tingkat Akurasi} = (\text{Jumlah prediksi benar} / \text{Jumlah Sampel}) \times 100\%$ (Luh Mulyani Dkk. 2018). Dengan melakukan pengujian sebanyak 10 kali, diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang seberapa efektif dan akuratnya sistem dalam mengenali wajah.

Tabel 5. Pengujian akurasi berdasarkan spesifikasi sistem

Subjek	Rata-rata Fps	Jarak (cm)	Intensitas Cahaya (Lux)	Tingkat Akurasi		
				terdeteksi	Tidak terdeteksi	Rata-rata (%)
Orang Normal 1	7.825	40	250	10	0	100
Orang Normal 2	7.929	40	250	10	0	100
Orang Normal 3	7.668	40	250	9	1	90
Orang Normal 4	7.077	40	250	9	1	90
Orang Normal 5	7.112	40	250	10	0	100
Penyandang disabilitas	10.694	40	600	7	3	70

Tabel 5 menyajikan gambaran komprehensif kinerja sistem yang menunjukkan kemampuannya mengidentifikasi enam orang secara akurat dengan tingkat akurasi 91,67%. Angka ini menunjukkan seberapa akurat sistem menjalankan tugasnya, terutama ketika diuji dalam sepuluh percobaan terpisah. Pada pengujian tersebut terdapat perbedaan parameter intensitas cahaya pada orang normal dan penyandang disabilitas. pengujian orang normal dilakukan di ruangan yang disediakan untuk pengujian dengan kontrol ruangan dipegang oleh penulis sedangkan untuk pengujian penyandang disabilitas dilakukan di pusat pelayanan autis UNESA dengan cahaya ruangan yang diluar kontrol penulis. Berdasarkan revisi yang diberikan oleh penguji untuk menambahkan pengambilan data pada penyandang disabilitas membuat penelitian ini menghasilkan kinerja yang dapat diandalkan dalam hal pengenalan wajah pengguna. Oleh karena itu, kemampuan sistem untuk memberikan hasil yang akurat dalam mengidentifikasi objek dapat dikonfirmasi dari hasil pengujian.

PENUTUP

Simpulan

Kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut mengikuti tahapan perancangan dan pembuatan sistem, yang kemudian dilanjutkan dengan langkah pengujian dan analisis.

1. Berdasarkan hasil rancang bangun prototype sistem lampu penerangan otomatis menggunakan pengenalan wajah berbasis Raspberry Pi. Kamera web, relay, Raspberry Pi 4, dan lampu merupakan perangkat keras inti. Dengan bantuan stand akrilik, Raspberry Pi dan relay dipasang di atas miniatur rumah, dan lampu dipasang di kamar tidur. Di atas pintu kamar tidur yang menampung lampu adalah tempat webcam berada. Oleh karena itu, bagian ini memberikan gambaran umum tentang perangkat keras sistem dan komponen utamanya.
2. Metode Haarcascade classifier digunakan untuk mendeteksi wajah pengguna pada penelitian kali ini. Penelitian menggunakan metode tersebut cukup baik untuk mendeteksi wajah, yang dibuktikan dengan hasil pengujian pada variabel jarak dan intensitas cahaya.
 - a. Jarak kerja sistem berada pada jarak 40 - 100cm, namun pada jarak kurang dari 40 cm, sistem tidak dapat mengidentifikasi wajah pengguna.
 - b. Intensitas cahaya sistem kerja berada pada 61-250lux. sistem tidak dapat mendeteksi wajah pada intensitas cahaya 1% pada aplikasi dengan 24lux.
3. Metode LBPH merupakan metode yang digunakan untuk mengenali wajah pengguna

pada penelitian kali ini. Penelitian menggunakan metode tersebut cukup baik untuk mengenali wajah, yang dibuktikan dengan pengujian tingkat akurasi sistem dengan hasil 91.67%.

- a. jarak sistem kerja berada pada 40-100 cm. Ketika pengguna berada antara 40 dan 50 cm dari sistem, tingkat kepercayaan sistem akan jauh lebih efektif atau optimal.
 - b. sistem kerja berada pada 61-250lux. Ketika intensitas cahaya berada pada range 210-250lux, sistem tidak dapat mengenali wajah pada intensitas cahaya 1% pada aplikasi dengan 24lux.
 - c. Berdasarkan dua pengujian berdasarkan variabel jarak dan intensitas cahaya yang sudah dilakukan didapatkan spesifikasi sistem dengan jarak optimal 40 – 50cm dan Intensitas Cahaya optimal 210-250lux.
 - d. Berdasarkan pengujian akurasi sistem yang dilakukan sesuai dengan spesifikasi yang didapatkan. sistem dapat 91.67% mengidentifikasi 6 orang dengan akurat dalam 10 uji coba.
4. Prototype sistem lampu penerangan untuk disabilitas menggunakan pengenalan wajah berbasis raspberry pi memiliki cara kerja dalam menyalakan dan mematikan lampu. Ketika sistem sudah mengenali wajah penyandang disabilitas tersebut maka lampu penerangan kamar tidur akan menyala. Jika penyandang disabilitas tersebut ingin mematikan lampu kamar tidur maka penyandang disabilitas haruslah melakukan pengenalan wajah pada sistem yang dibuat sekali lagi

Saran

Hasil jurnal yang sudah dilakukan terdapat beberapa kekurangan yang bisa dikembangkan lagi, untuk itu penulis memiliki beberapa saran yang merasa dibutuhkan untuk pengembangan prototype yang dibuat sebagai berikut :

1. Mengembangkan perangkat hardware dengan penambahan LCD layar sentuh tampilan UI.
2. Penambahan variabel pengujian agar sistem dapat bekerja lebih akurat dan efektif.
3. Mengembangkan tampilan UI menjadi lebih menarik dan mudah digunakan oleh pengguna

Daftar Pustaka

- Ambarwati, Dwi Retno Sri. 2017. *Aplikasi Pengenalan Wajah Untuk Membuka Pintu Berbasis Raspberry Pi*. Jurnal Pengetahuan & Perancangan Interior.
- Bustomi, Harisdias Rishad. Hariyanto, Teddi. 2020. *Sistem Absensi Berbasis Pengenalan Wajah dengan Metode LBPH Menggunakan Raspberry Pi*. IRWNS : Industrial Research Workshop and National Seminar.
- Fatimah. Rahmawati, Eka. Sofiyah dan Subhan, Muhammad. 2021. *Sistem Lampu Otomatis Berbasis Arduino Uno Menggunakan Modul Sensor PIR HC 501*. Graviti Edu Jurnal Pembelajaran dan Pengajaran Fisika. Vol 4(1), 5-9.
- Hanuebi, Axl. Sompie, Sherwin dan Kambey, Feisy. 2019. *Aplikasi Pengenalan Wajah Untuk Membuka Pintu Berbasis Raspberry Pi*. Jurnal Teknik Informatika. Vol 14(2), 243-252.
- Mulyani, Luh. Sulindawati, Ni Luh Gede Erni dan Wahyuni, Made Arie. 2018. *Analisis Perbandingan Ketepatan Prediksi Finansial Distress Perusahaan Menggunakan Metode Altman, Springate, Zmijewski, Dan Grover (Studi Pada Perusahaan Retail Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Periode 2015-2017)*. JIMAT (Jurnal Ilmiah Mahasiswa Akuntansi). Vol 9(2), 139-150.
- Rahayu, Rizki Nur. 2020. *Pemenuhan Layanan Publik Yang Aksesibel Bagi Penyandang Disabilitas Netra Di Kabupaten Sleman*. Skripsi. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.
- Royhan, Muhamad. 2020. *Pemasangan Lampu penerangan di Ruang dengan Sensor Passive Infrared Receiver (PIR) terintegrasi Arduino*. Journal of Informatics and Communications Technology (JICT). Vol 2(2), 1-9.
- Setiono, Richard Prince. Sompie, Sherwin R.U.A dan Najoan, Meicsy E.I. 2020. *Aplikasi Pengenalan Wajah Untuk Sistem Absensi Kelas Berbasis Raspberry Pi*. Jurnal Teknik Informatika. Vol 15(3), 179-188.
- Simaremare, Harris. Kurniawan, Agung. 2016. *Perbandingan Akurasi Pengenalan Wajah Menggunakan Metode LBPH dan Eigenface*

dalam Mengenal Tiga Wajah Sekaligus secara Real-Time. Jurnal Sains, Teknologi dan Industri. Vol 14(1), 66-71.

Sunardi. Yudhana, Anton dan Talib, Muhamad Alwi. 2022. *Perancangan Sistem Pengenalan Wajah untuk Keamanan Ruangan Menggunakan Metode Local Binary Pattern Histogram. JTE (Jurnal Teknologi Elektro). Vol 13(2), 123-12*

