

CERMIN PINTAR DENGAN PENGOLAHAN CITRA BERBASIS MIKROKOMPUTER

SMART MIRROR WITH IMAGE PROCESSING BASED MICROCOMPUTER

Teguh Ison Nugraha¹, Erwin Susanto,^{ST.,MT.,Ph.D}², Ir. Porman Pangaribuan,^{M.T.}³

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹teguh.isron@gmail.com, ²erwinelektro@telkomuniversity.ac.id, ³porman@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Dalam kehidupan sehari-hari bercermin merupakan salah satu kebutuhan manusia untuk memperbaiki tampilan diri. Berbagai masalah timbul pada saat bercermin terutama pada cermin yang berukuran sedang atau kecil. Pada umumnya seseorang bercermin untuk memperbaiki atau memeriksa keadaan area wajah pada cermin yang berukuran sedang atau kecil. Dengan perbedaan tinggi setiap orang maka cermin yang berukuran sedang atau kecil yang dipasangkan secara permanen pada suatu tempat atau dinding menimbulkan masalah yaitu area wajah tidak terlihat untuk seorang yang terlalu pendek atau terlalu tinggi.

Dengan tugas akhir ini dibuat cermin berukuran sedang atau kecil yang bisa menyesuaikan dengan tinggi dengan penggunanya. Penggunaan mikrokomputer sebagai otak pada alat, kamera untuk mendeteksi adanya area wajah dan motor yang untuk menggerakkan cermin agar area wajah terlihat pada cermin. Ditambahkan juga LED agar pencahayaan pada saat bercermin cukup. Untuk mengetahui area wajah dibutuhkan kamera dan pengolah citra yang bisa mendeteksi area wajah dan dibutuhkan algoritma agar cermin tepat berada pada area wajah dengan pencahayaan yang cukup.

Ketika PIR deteksi pengguna, LED menyala dan cermin pintar mulai memindai dari atas ke bawah. Setelah area wajah terdeteksi cermin pintar berhenti. Kecepatan cermin pintar yaitu 3,083 cm/s ketika memindai area wajah.

Kata Kunci : *Mikrokomputer, Motor DC, PIR, Pengolahan Citra*

Abstract

In the daily life of the mirror is one of the human needs to improve the look of self. Various problems arise when the mirror is mainly on the medium or small size mirror. In general, someone reflects to repair or check the condition of the face area on a medium or small mirror. With each person's height difference, medium or small-sized mirrors permanently attached to a place or wall create a problem: the area of the face is not visible for a person too short or too high.

With this final project made a medium or small mirror that can adjust to high with users. The use of microcomputers as the brain on the tool, the camera to detect the face and motor area to move the mirror to the face area is visible on the mirror. Added also LED for lighting at the time of mirror enough. To know the facial area required a camera and image processor that can detect the face area and needed algorithm for the mirror right in the face area with sufficient lighting.

When user PIR detection, the LED is on and the smart mirror starts scanning from top to bottom. Once the face area is detected the smart mirror stops. The speed of the smart mirror is 3.083 cm / s when scanning the face area. The limiting switch is placed at the top dead and bottom dead points.

Keywords: *Microcomputer, Motor DC, PIR, Image Processing.*

1. Pendahuluan

Pada saat ini cermin adalah kebutuhan bagi manusia. Cermin berguna untuk mengetahui keadaan kerapihan diri. Semua rumah atau kamar membutuhkan cermin untuk mengetahui kerapihan penggunanya. Rata-rata cermin yang dibutuhkan di rumah atau kamar berukuran kecil atau sedang sehingga tidak membuat ruangan atau kamar menjadi sempit. Cermin yang berukuran kecil atau sedang membuat area wajah kadang terlihat atau tidak, tergantung dengan tinggi penggunanya. Cermin yang terpasang pada dinding kamar atau ruangan biasanya dipasang secara permanen dengan paku sehingga cermin tersebut hanya cocok untuk pengguna yang sesuai dengan ketinggian cermin. Seringkali cermin yang tidak sesuai dengan tinggi menimbulkan masalah kesehatan pada pengguna contohnya pengguna harus membungkuk saat bercermin. Pada saat bercermin juga pengguna membutuhkan cahaya yang cukup agar area wajah dapat terlihat. Pengguna bisa saja membeli cermin yang berukuran besar atau *full body* tetapi keterbatasan ruang untuk menyimpan cermin tersebut.

Dengan masalah ini cermin yang berukuran sedang atau kecil bisa berpindah secara vertikal menyesuaikan dengan tinggi penggunaannya. LED (*Light Emitting Diode*) yang dipasang di samping cermin agar pencahayaan di area wajah cukup ketika pengguna terdeteksi.

2. Dasar Teori

2.1 Mikrokomputer

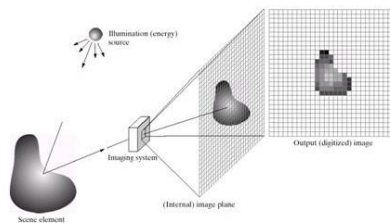
Mikrokomputer adalah interkoneksi antara mikroprosesor (CPU) dengan memori utama (main memory) dan antarmuka input-output (I/O devices) yang dilakukan dengan menggunakan sistem interkoneksi bus. Berikut adalah susunan gambar dari Mikrokomputer. Mikrokomputer dapat dikatakan pula sebagai sebuah mikroprosesor (CPU) dengan ditamapkannya unit memori serta sistem I/O.

Ciri utama sistem mikrokomputer adalah hubungan yang berbentuk “bus”. (Istilah bus diambil dari bahasa latin omnibus yang berarti kepada/untuk semua). Bus menunjukkan hubungan antara komponen-komponen secara elektrik. Bus meneruskan data, alamat-alamat (address) atau sinyal pengontrol.

Algoritma yang diberikan pada cermin pintar ini diimplementasikan pada Raspberry pi 3. Raspberry pi 3 adalah mikrokomputer yang mempunyai masukan dan keluaran digital seperti pada board mikrokontroler. Board ini memiliki pin GPIO sebanyak 40 pin. Raspberry pi 3 dilengkapi dengan Bluetooth 4.1, sebuah port USB, micro SD, RAM 1 GB, dan HDMI 1.3. Raspberry pi yang digunakan pada TA ini adalah Raspberry pi 3 model B.

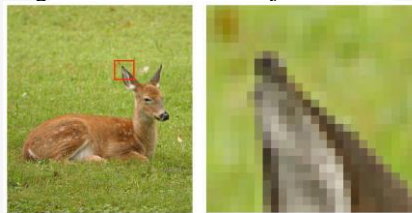
2.2 Pengolahan Citra

Citra digital adalah representasi citra dua dimensi sebagai kumpulan terhingga (*set finite*) dari nilai digital, yang disebut *picture elements* atau *pixels*. Sebuah gambar dapat didefinisikan ke dalam sebuah fungsi dua dimensi $f(x,y)$, yang merupakan koordinat spasial, dan amplitudo f pada setiap sepasang koordinat (x,y) disebut intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada titik tersebut. Pada saat nilai x , y , dan nilai amplitudo terbatas, dalam bentuk diskrit, kita menyebut gambar tersebut dengan *digital image*.



Gambar 1. Proses Pengubahan Citra ke Dalam Dua Dimensi

Bidang pengolahan citra digital mengacu pada pengolahan gambar digital melalui komputer digital. Gambar digital terdiri dari beberapa elemen yang terbatas dan masing-masing elemen memiliki lokasi dan nilai tersendiri. Elemen-elemen itu disebut *picture elements*, *image elements*, *pels*, dan *pixels*. [2] *Pixel* adalah istilah yang paling banyak digunakan untuk menunjukkan elemen gambar digital.



Gambar 2. *Pixels*

Format Citra Umum :

- 1 sampel per poin (B&W atau Grayscale)
- 3 sampel per poin (Red, Green, dan Blue)
- 4 sampel per poin (Red, Green, Blue, dan “Alpha”, atau Opasitas)



Gambar 3. (a) B&W atau *Grayscale*, (b) *Red*, *Green*, dan *Blue*, (c) *Red*, *Green*, *Blue*, dan “Alpha”, atau Opasitas
Pengolahan citra digital berfokus pada dua tugas utama :

- a. Meningkatkan informasi citra untuk interpretasi oleh manusia
- b. mengolah data citra untuk penyimpanan, transmisi dan representasi dalam *autonomous machine perception*.

2.3 Sensor

Sensor adalah transduser yang berfungsi untuk mengolah variasi gerak, panas, cahaya atau sinar, magnetis, dan kimia menjadi tegangan serta arus listrik. Transduser sendiri memiliki arti mengubah, resapan dari bahasa latin traducere, Bentuk perubahan yang dimaksud adalah kemampuan merubah suatu energi kedalam bentuk energi lain. Energi yang diolah bertujuan untuk menunjang daripada kinerja piranti yang menggunakan sensor itu sendiri. Sensor sendiri sering digunakan dalam proses pendeteksi untuk proses pengukuran. Dalam tugas akhir ini digunakan beberapa sensor diantaranya sebagai berikut :

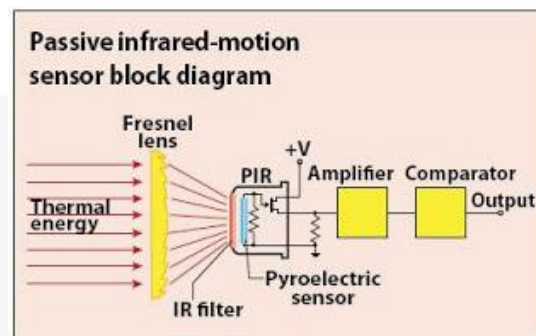
2.3.1. Sensor PIR (Passive Infrared) dan cara kerja

Sensor PIR (*passive infrared*) adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi adanya pancaran infra merah. Sensor PIR bersifat pasif, artinya sensor ini tidak memancarkan sinar infra merah tetapi hanya menerima radiasi infra merah dari luar.

Semua benda memancarkan energi radiasi, sebuah gerakan akan terdeteksi ketika sumber infra merah dengan suhu tertentu (contoh manusia) melewati sumber infra merah yang lain dengan suhu yang berbeda (contoh dinding), maka sensor akan membandingkan pancaran infra merah yang diterima setiap satuan waktu, sehingga jika ada pergerakan maka akan terjadi perubahan pembacaan pada sensor.

Sensor PIR terdiri dari beberapa bagian yaitu :

- Lensa Fresnel
- Penyaring Infra Merah
- Sensor Pyroelektrik
- Penguat Amplifier
- Komparator



Gambar 4. Elemen Pada Sensor PIR

(<http://machinedesign.com/news/sensor-sense-passive-infrared-motion-sensors>)

Cara kerja Sensor PIR

Pancaran infra merah masuk melalui lensa Fresnel dan mengenai sensor pyroelektrik, karena sinar infra merah mengandung energi panas maka sensor pyroelektrik akan menghasilkan arus listrik. Sensor pyroelektrik terbuat dari bahan *galium nitrida* (GaN), *cesium nitrat* (CsNo₃) dan *litium tantalate* (LiTaO₃). Arus listrik inilah yang akan menimbulkan tegangan dan dibaca secara analog oleh sensor. Kemudian sinyal ini akan dikuatkan oleh penguat dan dibandingkan oleh komparator dengan tegangan referensi tertentu (keluaran berupa sinyal 1-bit). Jadi sensor PIR hanya akan mengeluarkan logika 0 dan 1, 0 saat sensor tidak mendeteksi adanya pancaran infra merah dan 1 saat sensor mendeteksi infra merah.

Sensor PIR didesain dan dirancang hanya mendeteksi pancaran infra merah dengan panjang gelombang 8-14 mikrometer. Diluar panjang gelombang tersebut sensor tidak akan mendeteksinya. Untuk manusia sendiri memiliki suhu badan yang dapat menghasilkan pancaran infra merah dengan panjang gelombang antara 9-10 mikrometer (nilai standar 9,4 mikrometer), panjang gelombang tersebut dapat terdeteksi oleh sensor PIR. Secara umum sensor PIR memang dirancang untuk mendeteksi manusia. Pada umumnya sensor PIR memiliki jangkauan pembacaan efektif hingga 5 meter, dan sensor ini sangat efektif digunakan sebagai human detector.

2.3.2. Saklar Pembatas

Saklar Pembatas (*Limit Switch*) adalah suatu alat yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik pada suatu rangkaian, berdasarkan struktur mekanik dari saklar pembatas itu sendiri. Saklar Pembatas memiliki tiga buah terminal, yaitu *central* terminal, *normally close* (NC) terminal, dan *normally open* (NO) terminal. Sesuai dengan namanya, saklar pembatas digunakan untuk membatasi kerja dari suatu alat yang sedang beroperasi. Terminal NC, NO, dan *central* dapat digunakan untuk memutuskan aliran listrik pada suatu rangkaian atau sebaliknya.

2.4. Python

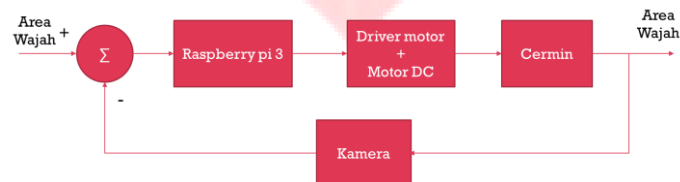
Python adalah bahasa pemrograman interpretatif multiguna dengan filosofi perancangan yang berfokus pada tingkat keterbacaan kode. Python diklaim sebagai bahasa yang menggabungkan kapabilitas, kemampuan, dengan sintaksis kode yang sangat jelas, dan dilengkapi dengan fungsionalitas pustaka standar yang besar serta komprehensif.

Python mendukung multi paradigma pemrograman, utamanya; namun tidak dibatasi; pada pemrograman berorientasi objek, pemrograman imperatif, dan pemrograman fungsional. Salah satu fitur yang tersedia pada python adalah sebagai bahasa pemrograman dinamis yang dilengkapi dengan manajemen memori otomatis. Seperti halnya pada bahasa pemrograman dinamis lainnya, python umumnya digunakan sebagai bahasa skrip meski pada praktiknya penggunaan bahasa ini lebih luas mencakup konteks pemanfaatan yang umumnya tidak dilakukan dengan menggunakan bahasa skrip. Python dapat digunakan untuk berbagai keperluan pengembangan perangkat lunak dan dapat berjalan di berbagai platform sistem operasi.

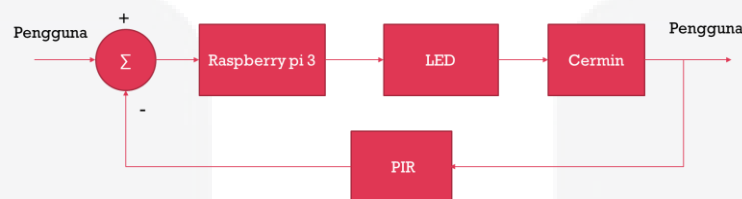
3.1 Diagram Blok Umum

Perancangan *hardware* merupakan hal yang sangat penting dalam pembuatan Tugas Akhir ini. Karena dengan adanya *hardware* barulah sistem dapat diuji secara nyata apakah alat ini dapat bekerja dengan baik atau tidak. Perancangan *hardware* ini meliputi diagram blok, perancangan sistem cermin pintar dan perancangan rangkaian elektronik yang digunakan.

Secara garis besar, diagram blok dari rangkaian sistem cermin pintar ini ditunjukkan pada gambar di bawah ini



Gambar 5. Diagram Blok Sistem Untuk Memindai Area Wajah



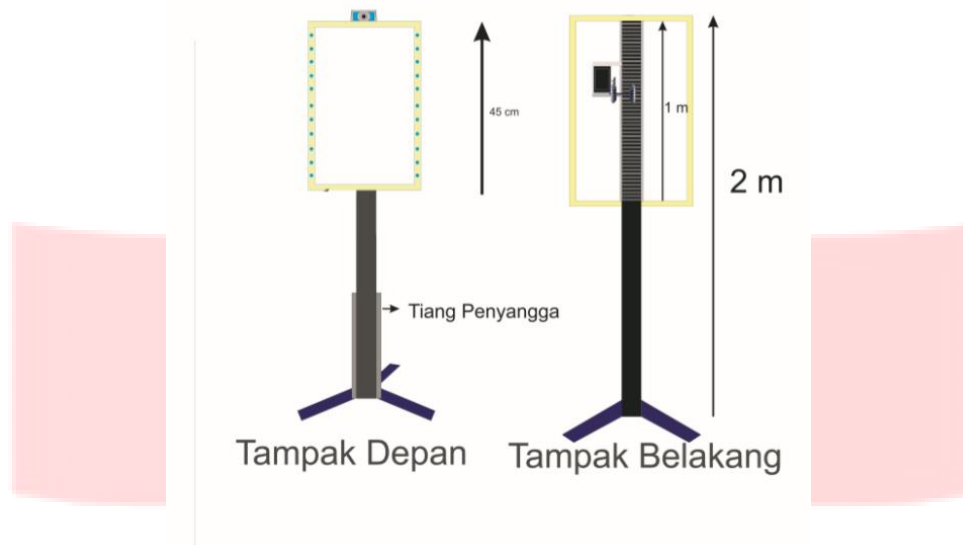
Gambar 6. Diagram Blok Sistem Untuk Pencahayaan Pada Cermin

Gambaran umum sistem ini dapat dilihat pada gambar III-1 dan III-2. Pada perencanaannya ada beberapa perangkat yang digunakan, seperti: sensor PIR, kamera, Raspberry pi 3 (mikrokomputer) sebagai pembaca *input* dan aksi *output*, motor DC, dan LED, masing-masing dari komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda. Berdasarkan gambar III-1 tersebut juga dapat dilihat masukan dari sistem ini adalah area wajah dan berdasarkan gambar III-2 tersebut juga dapat dilihat masukan dari sistem ini adalah pengguna. Pada sistem ini terdapat dua masukan, hal ini bertujuan agar cermin pintar mampu mengikuti area wajah dan LED akan menyala ketika ada pengguna.

Pada sistem ini kamera berfungsi untuk mendeteksi area wajah dengan pengolahan citra, PIR berfungsi untuk mendeteksi keberadaan pengguna. Pada tugas akhir ini saya juga menggunakan Raspberry pi 3 yang berfungsi untuk membaca masukan dari sensor PIR, dan menggunakan pengolahan citra digital. Pada sistem ini akan menghasilkan keluaran yang terbaca oleh Raspberry pi 3 untuk mengontrol cermin dapat mengikuti area wajah.

Pada sistem ini PIR akan bekerja untuk memindai adanya pengguna. Ketika ada pengguna maka cermin pintar aktif untuk memindai area wajah. Pada sistem ini cermin akan memindai ke atas menuju titik mati atas, ketika cermin menekan titik mati atas yang berupa saklar pembatas maka cermin memindai ke bawah menuju titik mati bawah dan seterusnya. Ketika area wajah terdeteksi maka cermin akan diam menahan beban cermin. Solenoid push pull digunakan sebagai rem saat cermin mendeteksi wajah dan motor DC berhenti. Solenoid akan tertarik ketika cermin sedang memindai dan menekan kembali ketika area wajah terdeteksi atau sudah tidak pengguna.

3.2 Desain Perangkat Keras



Gambar 7. Desain Perangkat keras

Pada perancangan perangkat keras ini penulis menggunakan Raspberry pi 3 sebagai otak dari sistem atau mikrokomputer. Lalu penulis menggunakan motor DC sebagai aktuator, sensor PIR sebagai pendeteksi pengguna, solenoid sebagai pengerem cermin pintar, saklar pembatas untuk titik mati atas dan bawah. Dan yang terakhir driver motor untuk mengendalikan pompa dengan PWM yang diterima dari Raspberry pi 3.

3.3 Cara Kerja Sistem

Pertama alat diaktifkan kemudian pengguna dideteksi oleh PIR apakah pengguna di depan cermin atau tidak. Setelah dipastikan ada pengguna di depan cermin maka LED menyala. Setelah itu cermin pintar memindai area wajah. Ketika kamera tidak bisa mendeteksi area wajah maka motor DC akan menyala dan melakukan pemindaian hingga posisi wajah terdeteksi oleh kamera. Ketika posisi wajah sudah terdeteksi maka motor DC akan mati. PIR akan mendeteksi apakah masih ada pengguna atau tidak. Ketika sudah tidak pengguna maka cermin tidak akan memindai.

Pemindaian dilakukan dengan motor DC bergerak ke atas sampai saklar pembatas atas tertekan. Ketika saklar pembatas atas tertekan maka motor DC berbalik arah dan bergerak ke bawah sampai saklar pembatas bawah tertekan.

4. Hasil Percobaan dan Analisa

4.1 Pengujian Pengolahan Citra Pada Area Wajah

Dalam proses mendapatkan data pengujian pengolahan citra pada area wajah terdapat koordinat dimana area terdeteksi oleh kamera.

Tabel 1. Tabel Posisi Wajah Pengguna

Wajah No	Koordinat X	Koordinat Y
1	217	135
2	200	88
3	152	157
4	203	116
5	175	174

Pada tabel di atas dengan lima percobaan, area wajah terdeteksi dengan perbedaan ukuran kotak pada area wajah. Pada sistem ini minimal kotak wajah yang bisa terdeteksi yaitu 40 x 40 pixel. Pada percobaan tersebut area wajah bisa terdeteksi di koordinat sumbu X 175 sampai 217 dan pada sumbu Y 88 sampai 157. Pada tugas akhir ini ketika ada wajah yang terdeteksi maka akan menghentikan laju dari motor DC sehingga pengguna bisa bercermin dengan area wajah terlihat di cermin.

4.2 Pengujian Sensitivitas PIR Pada Pengguna

Pada sensor PIR terdapat selang waktu untuk mendeteksi keberadaan pengguna. Waktu yang dibutuhkan untuk sensor mendeteksi pengguna dengan lima percobaan didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Tabel pengujian nilai *output* antara Matlab dan arduino
Dari “ada orang” menjadi “tidak ada orang”

No	Percobaan	Waktu	Bekerja	Keterangan
1	Percobaan 1	2,9 s	Baik	-
2	Percobaan 2	3,17 s	Baik	-
3	Percobaan 3	4,3 s	Baik	-
4	Percobaan 4	3,56 s	Baik	-
5	Percobaan 5	4,21 s	Baik	-

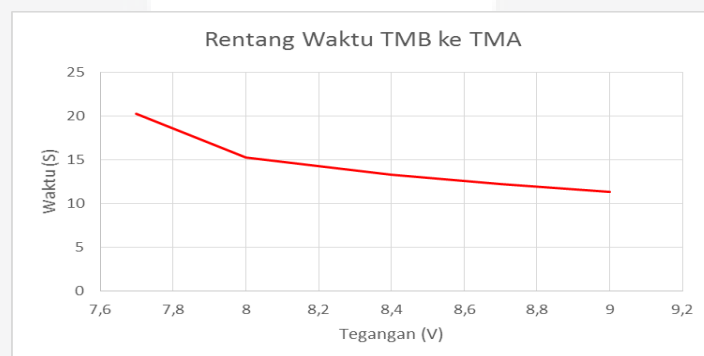
Pada tabel diatas didapatkan waktu *timeout* pad PIR. Dengan percobaan tersebut dari lima kali percobaan keberhasilan sebesar 100% dengan rata-rata waktu 3,628 detik.

4.3 Pengujian Rentang Waktu Titik Mati Bawah ke Titik Mati Atas

Pengujian dengan menempatkan cermin di titik mati bawah lalu diaktifkan sehingga cermin menuju titik mati atas. Perhitungan rentang waktu antara titik mati atas dan titik mati bawah berpengaruh untuk menentukan kecepatan dan tegangan yang dibutuhkan oleh pengguna. Cermin pintar harus menentukan kecepatan motor DC untuk mencapai titik mati atas agar cermin tidak terlalu cepat atau terlalu lambat. Karena cermin pintar membutuhkan torsi yang besar maka pengujian dengan mengubah tegangan input pada motor DC dan PWM yang digunakan 100%. Pada pengujian ini dilakukan lima kali percobaan sebagai berikut:

Tabel 3. Tabel Rentang Waktu Dari TMB ke TMA

No	Tegangan input Motor DC	Waktu TMB ke TMA
1	7,7 V	20,230 s
2	8,0 V	15,244 s
3	8,4 V	13,336 s
4	8,7 V	12,251 s
5	9,0 V	11,357 s



Gambar 8. Grafik Rentang Waktu TMB ke TMA

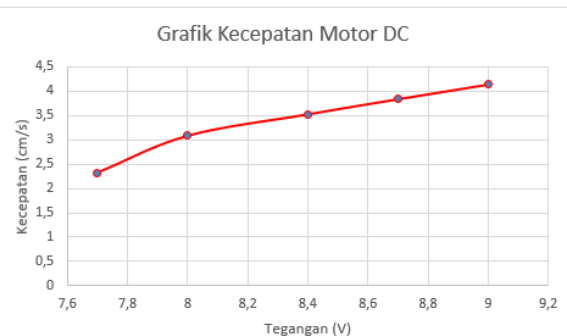
Dari lima pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar tegangan maka semakin cepat cermin menuju ke titik mati atas. walaupun semakin besar tegangan semakin cepat cermin menuju ke titik mati atas tetapi dibutuhkan tegangan yang cocok agar kecepatan motor tidak cepat atau terlalu lambat karena bila terlalu cepat cermin yang terpasang kamera tidak bisa mendeteksi area wajah sehingga area wajah terlewat. Penulis memakai tegangan 8,0 V pada motor DC karena kamera lebih efektif mendeteksi area wajah.

4.4. Pengujian Kecepatan Motor DC

Pengujian dilakukan dengan cara mengukur rentang waktu dari titik mati bawah menuju titik mati atas. pengujian juga dilakukan dengan memberi tegangan masukan pada motor DC yang berbeda. Panjang lintasan dari titik mati bawah ke titik mati bawah adalah 47 cm. PWM yang digunakan adalah 100%.

Tabel 4. Tabel Kecepatan Motor DC

No	Tegangan	Kecepatan
1	7,7 V	2,323 cm/s
2	8,0 V	3,083 cm/s



3	8,4 V	3,524 cm/s
4	8,7 V	3,836 cm/s
5	9,0 V	4,138 cm/s

Gambar 9. Grafik kecepatan Motor DC

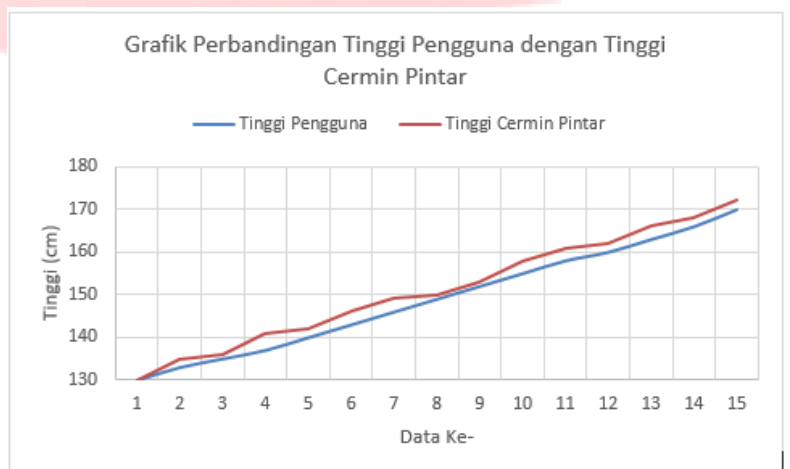
Pada lima kali pengujian didapatkan hasil kecepatan motor DC dari titik mati atas menuju titik mati atas. Pada gambar 9 semakin besar tegangan maka kecepatan motor DC semakin cepat. Kecepatan terendah pada 7,7 V yaitu 2,323 cm/s dan kecepatan tertinggi pada 9,0 V yaitu 4,138 cm/s. Dengan lima kali percobaan penulis memilih kecepatan motor DC yang ideal agar cermin pintar bisa mendeteksi wajah dengan tepat. Maka dari lima kali percobaan ini penulis memilih kecepatan 3,083 cm/s pada 8,0 V untuk dipakai di cermin pintar.

4.5. Pengujian Tinggi Pengguna Dengan Tinggi Cermin Pintar

Pada percobaan terakhir ini penulis melakukan perbandingan antara tinggi pengguna dengan tinggi cermin pintar. Dapat diketahui selisih tinggi cermin pintar dengan tinggi pengguna

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Tinggi Pengguna dengan Tinggi Cermin Pintar

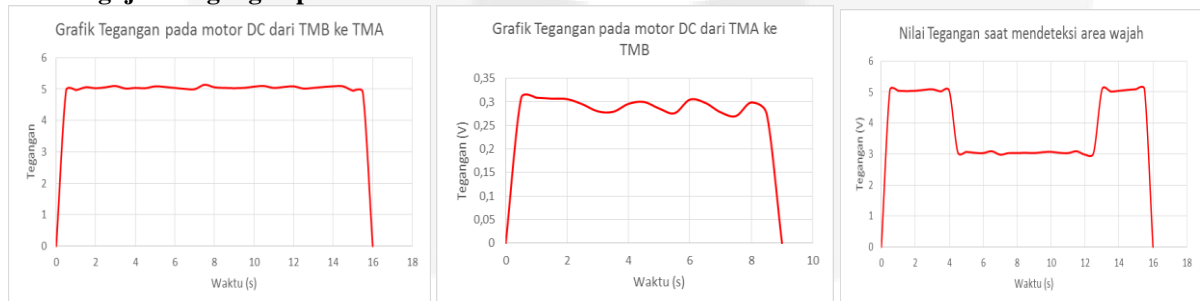
No Percobaan	Tinggi Pengguna	Tinggi Cermin
1	130 cm	130 cm
2	133 cm	135 cm
3	135 cm	136 cm
4	137 cm	141 cm
5	140 cm	142 cm
6	143 cm	146 cm
7	146 cm	149 cm
8	149 cm	150 cm
9	152 cm	153 cm
10	155 cm	158 cm
11	158 cm	161 cm
12	160 cm	162 cm
13	163 cm	166 cm
14	166 cm	168 cm
15	170 cm	172 cm



Gambar 10. Grafik Perbandingan Tinggi Pengguna dengan Tinggi Cermin Pintar

Hasil pada pengujian perbandingan tinggi pengguna dengan tinggi cermin pintar rentang selisih tinggi berkisar 2 – 3 cm. Hal ini terjadi karena dibutuhkan waktu untuk mendeteksi area wajah. Dengan tegangan input pada motor DC sebesar 8,0 V maka kecepatan pada cermin untuk naik sebesar 3,083 cm/s. Perbedaan tinggi cermin pintar dengan pengguna dipengaruhi juga dengan sudut kamera yang di letakan pada atas cermin. Dibutuhkan sudut pantau dari kamera yang ideal agar tinggi cermin dan tinggi pengguna sama. Dari hasil pengujian ini disimpulkan bahwa perbedaan tinggi pengguna dengan tinggi cermin dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kecepatan pada motor DC, sudut pantau kamera, dan tingkat *fps* (*frame per second*) ketika raspberry pi dan kamera mendeteksi wajah.

4.6. Pengujian Tegangan pada Motor DC



Gambar 11. Grafik nilai tegangan ketika dari TMB ke TMA, TMA ke TMB, dan saat mendeteksi area wajah

Pada gambar kiri merupakan nilai tegangan motor DC dari TMB (titik mati bawah) menuju TMA (titik mati atas). Nilai tegangan pada saat mengangkat beban cermin berkisar antara 5 V sampai 5,14 V. Nilai tegangan terbesar pada pengujian ini adalah 5,14 V. Nilai tegangan tidak berubah terlalu besar ketika cermin mengangkat beban cermin pintar. Pada gambar tengah merupakan nilai tegangan pada saat cermin bergerak dari TMA ke TMB. Nilai tegangan terendah dari pengujian adalah 0,27 V dan nilai tegangan tertinggi adalah 0,308 V. Pada saat cermin bergerak dari TMA ke TMB nilai PWM pada motor DC adalah 0%. Cermin pintar diberikan PWM bernilai 0%

karena gaya tarik gravitasi akan menarik menarik cermin pintar sehingga akan melaju ke bawah. Gaya gravitasi mampu membuat cermin pintar melaju ke titik mati bawah tanpa diberi PWM. Ini membuat tegangan motor DC pada saat melaju ke bawah berkisar 0,27 V sampai 0,308 V. Pada gambar 4.11 merupakan nilai arus pada saat cermin diam dan motor DC menahan beban cermin ketika kamera mendeteksi adanya area wajah seseorang. Pada grafik tersebut motor DC menahan beban cermin selama 8 detik. Pada gambar 4.11 cermin pintar mendeteksi area wajah pada detik ke 4,5 sampai detik ke 12,5. Nilai tegangan terendah ketika mendeteksi area wajah pada grafik yaitu 3,06 V dan nilai terbesar adalah 3,09 V. Pada saat mendeteksi area wajah, motor DC menahan beban cermin. Ketika menahan beban cermin tegangan turun dari 5 V ke 3 V karena pada mendeteksi area wajah PWM turun menjadi 30%. Pada pengujian ini motor DC diberi tegangan 8,0 V dan PWM 30% pada cermin pintar ketika mendeteksi adanya area wajah.

Dari ketiga percobaan tersebut dapat disimpulkan bahwa motor DC akan berbeda tegangan ketika mengangkat beban cermin pintar dan menahan beban cermin ketika mendeteksi wajah. Tegangan terendah ketika cermin melaju ke bawah karena PWM untuk melaju kebawah diatur sebesar 0%. Kenaikan tegangan terbesar pada saat motor DC mengangkat beban cermin.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan analisa pada tugas akhir ini, didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan sistem cukup berjalan baik untuk memindai area wajah pada cermin pintar.
2. Pendeteksian area wajah sudah berjalan cukup baik.
3. Motor DC sudah mampu mengangkat beban cermin pintar.
4. Sensitivitas PIR cukup baik walaupun harus sering di kalibrasi ulang.
5. Waktu yang ditempuh ketika cermin pintar bergerak dari titik mati bawah ke titik mati atas berkisar 15,244 s dengan panjang lintasan 47 cm.
6. Saklar pembatas atas sudah berjalan dengan baik dan saklar pembatas bawah sudah berjalan cukup baik.
7. Kecepatan cermin pintar tergantung pada tegangan masukan pada motor DC.
8. Beban arus masih dalam batas aman ketika motor DC mengangkat beban cermin pintar.
9. Perbedaan tinggi pengguna dengan tinggi cermin pintar berkisar 2-3 cm.
10. Kamera mampu mendeteksi tinggi pengguna dengan rentang perbedaan tinggi pengguna sekitar 15 cm pada jarak 80 cm pengguna dengan cermin.
11. Solenoid sudah bekerja cukup baik, kendala yang dihadapi adalah ketika gear dengan solenoid terkunci dengan kencang sehingga solenoid tidak bisa menarik batang pengunci cermin pintar.

5.2 Saran

Dari penelitian dan pengujian yang dilakukan pada tugas akhir ini memiliki beberapa hal yang harus di perbaiki dan dikembangkan. Seperti saran dibawah ini:

1. Mekanik yang digunakan lebih baik tipe *worm gear* agar torsi yang dihasilkan lebih besar dan mampu menahan beban cermin ketika mendeteksi area wajah.
2. Penerangan pada kamera ketika memindai area wajah dibuat lebih gelap untuk menghindari tidak terdeteksinya area wajah ketika kondisi ruangan/lingkungan sangat cerah yang mengakibatkan *backlight*.
3. Diharapkan kamera yang digunakan seharusnya lebih modern atau lebih kompatibel/cocok dengan opencv maupun raspberry pi 3 untuk menghindari error.
4. Pemilihan motor DC yang tepat ketika akan mengangkat beban dari cermin pintar untuk menghindari torsi motor DC tidak kuat mengangkat beban cermin.
5. Penambahan metode kendali untuk memperbaiki respon cermin pintar.

Daftar Pustaka

- [1] Zona Elektro. *Motor DC*. <http://zoniaelektro.net/motor-dc/>
- [2] Raspberry. *Raspberry pi 3 model B*. <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
- [3] Madenda, Sarifuddin. *Pengolahan Citra & Video Digital*. Erlangga. Jakarta, 2015.
- [4] Gonzalez, Rafael C. And Woods, Richard E, *Digital Image Processing second edition*. Prentice Hall Inc., 2002.
- [5] Utami, Ema dan Raharjo, Suwanto. *Logika Algoritma dan implementasinya dalam bahasa python di GNU/Linux*. ANDI, 2004.
- [6] Raharjo, Budi. *Mudah Belajar Phyton untuk Aplikasi Dekstop dan Web*. INFORMATIKA. Bandung, 2015.
- [7] Raharjo, Budi. *Kumpulan Solusi Pemrograman Python*. INFORMATIKA. Bandung, 2015.
- [8] Raharjo, Budi. *Pemrograman GUI dengan Phyton dan Pyqt*. INFORMATIKA. Bandung, 2015.
- [9] Jain, Anil K. *Fundamentals of Digital Image Processing*. Pearson Education. New York, 2015.
- [10] Brahmabhatt, Samarth. *Practical OpenCV*. Apress. 2013.
- [11] Baggio, Daniel Lelis. And et al. *Mastering OpenCV with Practical Computer Project*. Packt Publishing. Brimingham, 2012.