

Pengaturan *On Off* Ruangan Berdasarkan Pergerakan Manusia *Haarcascade Classifier*

Arief Setyo Nugroho ¹, Abdul Fadlil ²

^{1,2} Program Studi Magister Informatika, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

Email: ^{1*} arief1500022058@webmail.uad.ac.id, ²fadlil@mti.uad.ac.id

*Corresponding Author

Abstract—Kebutuhan listrik di Indonesia saat ini semakin meningkat dari tahun ke tahun. Peningkatan kebutuhan listrik dapat disebabkan oleh kebiasaan membiarkan barang atau alat elektronik tetap menyala walaupun saat sedang tidak digunakan dan meninggalkannya dalam jangka waktu yang lama sehingga listrik yang terbuang menjadi tidak terkontrol. Teknologi saat ini banyak dikembangkan untuk mengurangi tingkat pemborosan listrik salah satunya adalah penggunaan IoT (*Internet of Things*). Selain itu banyak penelitian yang menggunakan sensor dari Arduino. Pada penelitian ini *image processing* akan digunakan sebagai metode yang dapat mengatur *on off* ruangan secara otomatis.

Pada penelitian ini *Image processing* digunakan untuk mendeteksi objek berupa pergerakan manusia didalam ruangan dengan metode *Haarcascade Classifier* dari *Emgu CV*. Pendeteksian objek dilakukan dengan mengenali tubuh bagian atas manusia didalam ruangan dengan intensitas cahaya yang berbeda. Setelah objek terdeteksi sistem akan memberikan perintah kepada *relay* untuk melakukan *ON / OFF* secara otomatis

Keberhasilan sistem diukur dengan menguji tingkat akurasi deteksi objek dengan intensitas cahaya yang berbeda dan sistem dapat mengatur *ON OFF* secara otomatis. Pada pengujian sistem deteksi objek menggunakan intensitas cahaya berbeda mendapatkan nilai akurasi 87,5 % dan sistem dapat mengontrol listrik dengan baik.

Keywords— Pemborosan Listrik, IoT (*Internet of Things*), *Image Processing*, *Haarcascade Classifier*, *EmguCV*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik di Indonesia saat ini semakin meningkat dari tahun ke tahun. Kebutuhan listrik yang tinggi dapat disebabkan karena penambahan jumlah beban yang harus dikeluarkan atau karena pemborosan pemakaian listrik. Khusus yang sering ditemukan saat ini dapat terjadi dikarenakan kebiasaan membiarkan alat elektronik tetap menyala walaupun saat sedang tidak digunakan dan meninggalkannya dalam jangka waktu yang lama[1]. Kondisi ini merupakan tindakan yang salah karena dapat meningkatkan penggunaan listrik menjadi tidak terkontrol. Penelitian ini akan melakukan pengembangan sistem pengaturan *On Off* ruangan menggunakan pengenalan manusia.

Banyak metode yang sudah diterapkan untuk pengatur *On Off* ruangan secara otomatis. Alat saklar otomatis dengan berbagai metode diantaranya menggunakan sensor PIR, pengenalan suara, kartu RFID, maupun menggunakan kontrol *Smartphone*[2][3]. Selain itu terdapat metode yang

menggunakan perangkat IoT (*Internet of Things*)[4][5][6]. Penelitian ini akan dikembangkan dengan pengolahan citra yang akan mengenali manusia dalam ruangan secara otomatis dan pembuatan GUI sebagai tampilan antarmuka.

Pengenalan manusia dapat menjadi sebuah metode yang dapat digunakan untuk berbagai hal diantaranya pengenalan manusia[7][8]. Pengamatan tersebut akan dapat dikembangkan suatu sistem untuk mengatur *on off* pada suatu ruangan berdasarkan gerak manusia dengan menggunakan metode *Haarcascade Classifier*[9][10]. Pengukuran deteksi dilakukan dengan menggunakan intensitas cahaya dalam ruangan dari pagi hingga sore hari. Sehingga dari pengembangan tersebut diharapkan mampu mengontrol penggunaan listrik saat sedang tidak digunakan.

II. DETEKSI OBJEK HAARCASCADE CLASSIFIER

Deteksi objek menggunakan *Haarcascade Classifier* adalah metode pendeteksi objek yang paling mudah digunakan yang dibuat oleh Paul Viola dan Michael Jones. Metode ini merupakan pendekatan dari pembelajaran fungsi *Cascade* diambil dari banyaknya nilai positif dan negative pada gambar yang digunakan untuk mendeteksi dari objek gambar yang lainnya[9].

Proses penentuan objek menggunakan *Haarcascade Classifier* dilakukan dengan menggabungkan beberapa langkah sebagai berikut:

A. Pengubahan citra menjadi Grayscale

Citra yang akan diolah sebelumnya akan diubah dahulu menjadi citra *Grayscale* untuk mempermudah dalam perhitungan nilai piksel. Tahap ini akan melalui proses skala dan akan diubah menjadi dua warna dengan pengubahan citra RGB.

$$Gyarscale(W) = 0,2989R + 0,5870G + 0,1140B \quad (1)$$

B. Integral Image

Integral Image merupakan sebuah perhitungan untuk menentukan ada atau tidaknya fitur *Haar* dalam suatu citra yang terbagi dalam wilayah hitam dan putih[11].

$$s(x,y) = i(x,y) + s(x,y-1) + s(x-1,y) - s(x-1,y-1) \quad (2)$$

Perhitungan Integral Image dilakukan dengan menghitung nilai piksel ujung pada setiap bagian wilayah hitam maupun putih.



A	B	C	D	E
F	G	H	I	J
K	L	M	N	O
P	Q	R	S	T
U	V	W	X	Y

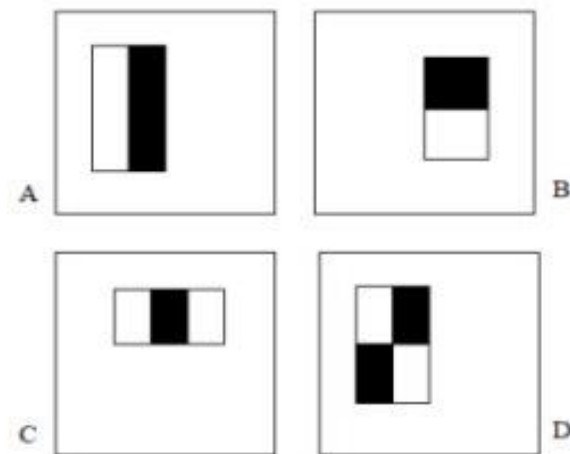
Gambar 1. Penentuan Perhitungan nilai fitur hitam dan putih

Nilai piksel daerah hitam dan putih dapat dihitung dengan menggunakan rumus.

$$\text{Hitam/Putih} = Y + A - U - E \quad (3)$$

C. Fitur Haar

Fitur *Haar* merupakan fitur persegi yang digunakan untuk menentukan ada atau tidaknya objek pada citra. Fitur ini dihitung dengan mengurangkan nilai piksel pada wilayah putih dan wilayah hitam. Jika nilai selisih piksel putih dan hitam diatas nilai ambang batas yang ditentukan maka fitur tersebut dianggap ada. Fitur *Haar* memiliki berbagai macam bentuk seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Terlihat fitur yang memiliki bentuk persegi Panjang secara vertical atau horizontal, memiliki 2 masing-masing daerah hitam dan putih dll[12].



Gambar 2. Fitur Haar

Penggambaran bahwa fitur (A) dan (B) terdapat dua persegi panjang, fitur (C) terdapat tiga persegi panjang dan fitur (d) terdiri empat persegi panjang. Cara menghitung dari semua fitur ini adalah dengan mengurangkan nilai piksel diarea putih dengan piksel aarea hitam[12]

D. Pengklasifikasi bertingkat Cascade Classifier

Pengklasifikasian dilakukan dengan menghubungkan banyaknya fitur secara bertingkat, sehingga proses pendeteksian objek menjadi lebih cepat.

E. Perhitungan akurasi

Akurasi dihitung dalam persen untuk menentukan keakuratan dalam proses deteksi objek.

$$\text{Akurasi}(\%) = \frac{\text{Masukkan Riil}}{\text{Masukkan Perkiraan}} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

Akurasi(%) = Nilai akurasi dalam persen

Masukkan Riil = Hasil deteksi

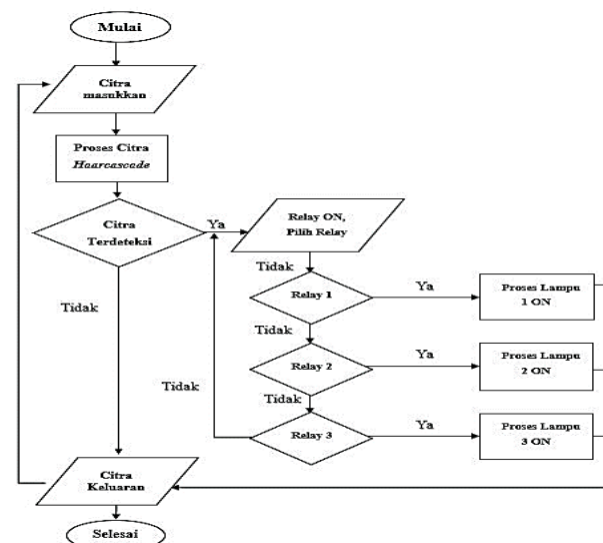
Masukkan Perkiraan = Jumlah percobaan.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan menggunakan beberapa metode diantaranya perancangan *Software*, perancangan *Hardware*, dan pengujian system.

A. Perancangan Software

Perancangan *Software* dilakukan dengan membuat tampilan GUI (*Graphic User Interface*) menggunakan *Visual Studio* dengan Bahasa Pemrograman C#. Tampilan GUI akan terdapat beberapa komponen diantaranya gambar tamplan kamera, *Timer*, status *ON / OFF*, tampilan nilai sensor dan beberapa tombol digital. *Flowchart* pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3. Terlihat pada penelitian ini proses setelah objek terdeteksi akan dilakukan proses untuk menjalankan beberapa *Relay*.



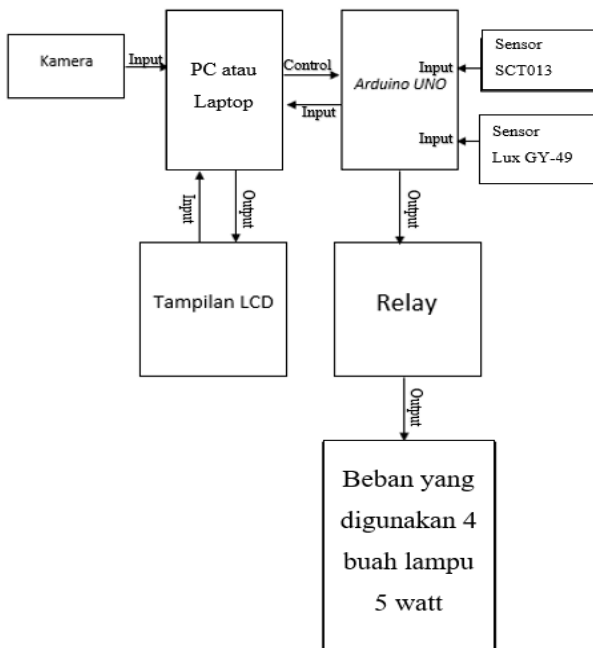
Gambar 3. Flowchart perancangan system

Sistem dimulai dengan memasukkan citra yang akan diolah, selanjutnya dilakukan suatu pengenalan citra menggunakan metode *Haarcascade Classifier* dari pustaka *Emgu CV* untuk mendapatkan pengenalan citra tubuh bagian atas[13]. Setelah citra yang diinginkan didapatkan maka sistem akan mengirimkan perintah kepada Arduino untuk mengontrol beban menggunakan modul *relay* sesuai yang diinginkan.

Pada penelitian ini digunakan dua Bahasa pemrograman yaitu C# yang digunakan sebagai Bahasa pemrograman utama dan Bahasa pemrograman pada C aplikasi Arduino IDE sebagai Bahasa pemrograman Arduino UNO. Keduanya akan dikomunikasikan dengan menggunakan port USB.

B. Perancangan Hardware

Pembuatan *Hardware* dilakukan dengan membuat sebuah sistem sederhana dengan menggunakan beberapa komponen elektronika seperti, PC, Arduino, LCD, *Relay*, Sensor, dan Lampu 5 Watt.



Gambar 4. Diagram Blok Perancangan *Hardware*

Perancangan *Hardware* seperti pada Gambar 4 terlihat kamera digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi citra tubuh manusia yang akan diproses oleh PC. Arduino digunakan sebagai mikrokontroler yang akan memberikan perintah kepada *Relay* untuk mengatur *ON/OFF* pada beban yang digunakan. Sensor lain yang digunakan pada penelitian ini antara lain sensor *Lux GY-49*, dan sensor arus

C. Pengujian Sistem

Penangkapan citra pengenalan manusia menggunakan *Haarcascade Classifier* dengan intensitas cahaya di dalam ruangan yang berbeda. Penentuan intensitas cahaya ditentukan dengan waktu pagi hari, siang hari dan sore hari menggunakan sensor *GY-49*[14][15].

Pengujian dilakukan berdasarkan nilai keberhasilan deteksi objek berdasarkan nilai akurasi. Pengujian juga dilakukan dengan mencoba seluruh sistem yang dibuat untuk mengatur *ON/OFF* pada sebuah ruangan.

Beban percobaan dari ruangan digantikan dengan menggunakan 4 buah lampu 5 Watt, selain itu pengujian seluruh fungsi GUI yang telah dibuat

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Software

Hasil dari pembuatan *software* pada penelitian ini dapat ditunjukkan pada Gambar 5. GUI dari *software* yang telah dibuat ini dapat digunakan oleh pengguna karena sudah berekstensi.



Gambar 5. Tampilan *Software* dengan GUI

Rancangan dari bagian GUI memiliki fungsi diantaranya:

1. Tampilan kamera digunakan untuk menampilkan hasil dari *webcam*.
2. *Choose Button* digunakan untuk memilih keluaran yang akan diberikan.
3. *Timer* digunakan untuk menghitung mundur sistem saat tidak terdeteksi objek yang diinginkan dan mematikan *ON OFF* didalam ruangan.
4. Indikator *Power ON* atau *OFF* digunakan untuk menampilkan status dari sistem.
5. Sensor indikator digunakan untuk menampilkan nilai sensor yang terbaca.

B. Hardware

Hardware dibuat dengan menggunakan sebuah Laptop berbasis *Windows 10*, LCD, Arduino, *Relay*, dan Sensor seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7. Pada penelitian ini beban pada ruangan digantikan dengan menggunakan 4 buah lampu 5 watt.



Gambar 6. Tampilan *Hardware* depan



Gambar 7. Tampilan *Hardware* atas

C. Perhitungan Nilai Objek

Salah satu bagian dari citra *grayscale* yang nilai piksel yang digunakan untuk mencari nilai fitur pada Gambar 8 yang terbagi dalam wilayah hitam dan putih. Selanjutnya akan dihitung nilai *Integral Image* yang mengacu pada (2).

39	37	36	39	47	56	62	70	77
37	31	28	28	32	38	43	51	59
37	33	29	26	27	28	30	35	41
37	35	31	29	30	31	31	34	38
37	34	30	29	31	32	32	34	38
39	37	33	31	33	34	34	38	42

Gambar 8. Nilai Piksel Citra

Proses sebagian dari perhitungan *Integral Image* dapat terlihat pada Tabel 1.

TABEL I. PROSES PERHITUNGAN INTEGRAL IMAGE

Nilai Piksel	Keterangan				
<table border="1"> <tr><td>$i(x,y) = 39$</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	$i(x,y) = 39$	0	0	0	Nilai intensitas piksel (1,1) adalah $i(x,y) = 39$ $s(x-1,y) = 0$ (diluar batas matrix) $s(x,y-1) = 0$ (diluar batas matrix) $s(x-1,y-1) = 0$ (diluar batas matrix) $s(x,y) = i(x,y) + s(x,y-1) + s(x-1,y) - s(x-1,y-1)$, maka akan didapatkan nilai piksel (1,1) adalah $s(x,y) = 39 + 0 + 0 - 0 = 39$
$i(x,y) = 39$	0				
0	0				
<table border="1"> <tr><td>$s(x,y)=39$</td><td>$i(x,y)=37$</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	$s(x,y)=39$	$i(x,y)=37$	0	0	Nilai intensitas piksel (1,2) adalah $i(x,y) = 37$ $s(x-1,y) = 39$ $s(x,y-1) = 0$ (diluar batas matrix) $s(x-1,y-1) = 0$ (diluar batas matrix) $s(x,y) = i(x,y) + s(x,y-1) + s(x-1,y) - s(x-1,y-1)$, maka akan didapatkan nilai piksel (1,2) adalah $s(x,y) = 37 + 39 + 0 - 0 = 76$
$s(x,y)=39$	$i(x,y)=37$				
0	0				
<table border="1"> <tr><td>$s(x,y)=39$</td><td>$s(x,y)=76$</td></tr> <tr><td>$i(x,y)=37$</td><td>0</td></tr> </table>	$s(x,y)=39$	$s(x,y)=76$	$i(x,y)=37$	0	Nilai intensitas piksel (2,1) adalah 39 $s(x-1,y) = 0$ (diluar batas matrix) $s(x,y-1) = 39$ $s(x-1,y-1) = 0$ (diluar batas matrix) $s(x,y) = i(x,y) + s(x,y-1) + s(x-1,y) - s(x-1,y-1)$, maka akan didapatkan nilai piksel (2,1) adalah $s(x,y) = 37 + 0 + 39 - 0 = 76$
$s(x,y)=39$	$s(x,y)=76$				
$i(x,y)=37$	0				
<table border="1"> <tr><td>$s(x,y)=39$</td><td>$s(x,y)=76$</td></tr> <tr><td>$s(x,y)=76$</td><td>$i(x,y)=31$</td></tr> </table>	$s(x,y)=39$	$s(x,y)=76$	$s(x,y)=76$	$i(x,y)=31$	Nilai intensitas piksel (2,2) adalah $i(x,y) = 31$ $s(x-1,y) = 76$ $s(x,y-1) = 76$ $s(x-1,y-1) = 39$ $s(x,y) = i(x,y) + s(x,y-1) + s(x-1,y) - s(x-1,y-1)$, maka akan didapatkan nilai piksel (2,2) adalah $s(x,y) = 31 + 76 + 76 - 39 = 144$
$s(x,y)=39$	$s(x,y)=76$				
$s(x,y)=76$	$i(x,y)=31$				

Nilai hasil perhitungan *Integral Image* seperti yang ditampilkan pada Gambar 9.

39	76	112	151	198	254	316	386	463
76	144	208	275	354	448	553	674	810
113	214	307	400	506	628	763	919	1096
150	286	410	532	668	821	987	1177	1392
187	357	511	662	829	1014	1212	1436	1689
226	433	620	802	1002	1221	1453	1715	2010

Gambar 9. Hasil perhitungan *Integral Image*

Wilayah pada daerah hitam ditandai dengan warna merah dan daerah putih ditandai dengan warna biru. Nilai-nilai

tersebut akan dihitung berdasarkan daerah masing-masing menggunakan Persamaan 3.

Perhitungan daerah hitam dengan diketahui nilai piksel yang didapatkan adalah

39	76	112	151	198
76	144	208	275	354
113	214	307	400	506
150	286	410	532	668
187	357	511	662	829
226	433	620	802	1002

Gambar 10. Piksel *Integral Image* daerah hitam

Berdasarkan dari nilai piksel yang ditampilkan pada Gambar 10 dapat diketahui:

$$Y = 1002$$

$$A = 39$$

$$U = 226$$

$$E = 198$$

$$\text{Sehingga Hitam} = Y + A - U - E = 1002 + 39 - 226 - 198 = 617.$$

Nilai piksel yang didapatkan untuk menghitung daerah putih dapat terlihat pada Gambar 11.

198	254	316	386	463
354	448	553	674	810
506	628	763	919	1096
668	821	987	1177	1392
829	1014	1212	1436	1689
1002	1221	1453	1715	2010

Gambar 11. Piksel *Integral Image* daerah putih

Sedangkan perhitungan daerah putih adalah

$$Y = 2010$$

$$A = 198$$

$$U = 1002$$

$$E = 463$$

$$\text{Sehingga nilai wilayah Putih} = Y + A - U - E = 2010 + 198 - 1002 - 463 = 743.$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas nilai selisih pada kedua daerah hitam dan putih tersebut lebih besar dari nilai ambang batas pada keterangan citra. Sehingga daerah pada piksel tersebut memiliki fitur objek yang diinginkan.

D. Pendeteksian Objek pada Intensitas Cahaya yang Berbeda

Intensitas cahaya yang digunakan bersarkan waktu dalam satu hari yaitu pada pagi hari, siang hari dan sore hari. Nilai intensitas cahaya diukur menggunakan sebuah sensor GY-49 yang program menggunakan Arduino UNO.

- *Percobaan pagi hari pukul 07.00 WIB dengan lux 3,06*

Pada pengenalan manusia pada waktu ini dapat terlihat pada Gambar 12. Tampak intensitas cahaya didalam ruangan kurang sehingga ruangan menjadi sedikit gelap. Namun sistem tetap dapat mendeteksi objek dengan baik.

Pengujian pertama ini dilakukan sebanyak 10 kali dan dapat mendeteksi dengan benar 8.



Gambar 12. Hasil deteksi dengan lux 3,06

- *Percobaan pagi hari pukul 10.00 WIB dengan nilai lux 19,89*

Berdasarkan hasil percobaan kedua intensitas cahaya didalam ruangan tampak lebih terang dari sebelumnya seperti pada Gambar 13. Sistem dapat mendeteksi dengan lebih baik dari sebelumnya. Hasil percobaan yang dilakukan sebanyak 10 kali sistem dapat mendeteksi objek dengan benar sebanyak 9 kali.



Gambar 13. Hasil deteksi dengan lux 19,8

- *Percobaan siang hari pukul 13.00 WIB dengan nilai lux 48,96*

Percobaan ini nilai intensitas cahaya didalam ruangan lebih besar dari sebelumnya sehingga ruangan tampak lebih terang seperti pada Gambar 14. Sistem dapat pula berjalan dengan baik. Hasil dari 10 kali percobaan sistem dapat mendeteksi seperti pada percobaan sebelumnya yaitu 9 kali dengan benar.



Gambar 14. Hasil deteksi dengan lux 48,96

- *Percobaan sore hari pukul 16.00 WIB dengan nilai lux 55,08*

Intensitas cahaya pada percobaan ini lebih besar sedikit dari sebelumnya seperti yang ditampilkan pada Gambar 15. Sistem deteksi dapat menghasilkan deteksi yang baik dari 10 kali percobaan sistem dapat mendeteksi 9 kali dengan benar.



Gambar 15. Hasil deteksi dengan lux 55,08

Setelah seluruh percobaan proses deteksi dengan intensitas cahaya yang berbeda dilakukan. Hasil dari percobaan akan dihitung nilai akurasi pada setiap percobaan dengan mengacu pada (4).

TABEL II. HASIL DETEKSI OBJEK DAN NILAI AKURASI

Waktu	Lux	Jumlah Percobaan	Jumlah Terdeteksi	Akurasi(%)
Pagi Hari (07.00)	3,06	10	8	80
Pagi Hari (10.00)	19,89	10	9	90
Siang Hari (13.00)	48,96	10	9	90
Sore Hari (17.00)	55,08	10	9	90

Hasil pendeteksian objek pada Tabel 2 terlihat bahwa akurasi pada percobaan saat intensitas cahaya ruangan yang berbeda menunjukan nilai yang baik. Pendeteksian objek dengan intensitas cahaya yang paling rendah menghasilkan nilai akurasi sebesar 80% dan intensitas cahaya yang laing tinggi menghasilkan nilai akurasi sebesar 90%. Berdasarkan hasil percobaan tidak terdeteksinya objek karena kurangnya nilai fitur yang ditangkap kamera sehingga tidak menghasilkan deteksi objek yang diinginkan. Sehingga dari penelitian ini didapatkan semakin besar intensitas cahaya didalam ruangan semakin baik proses deteksi objek.

E. Pengujian Sistem

Pengujian sitem dilakukan dengan menguji seluruh sistem yang dibuat selain itu pengujian dilakukan menggunakan pergerakan manusia didalam ruangan. Ketika kamera mendeteksi objek didalam ruangan maka komputer akan memproses dan akan memberikan informasi kepada mikrokontroller untuk memerintah *relay* untuk melakukan *ON* atau *OFF* didalam ruangan. Hasil pengujian pada penelitian ini terlihat pada Tabel 3.

TABEL III. PENGUJIAN SISTEM

Pengujian	Berhasil	Tidak Berhasil
Pengujian Tampilan Kamera	√	-
Pengujian Timer	√	-
Penampil Sensor	√	-
On / Off Otomatias	√	-
Menyalakan beban	√	-

Berdasarkan hasil pengujian seluruh sistem menghasilkan tingkat keberhasilan yang baik. Sistem dapat berjalan dan berfungsi sesuai yang diharapkan seperti:

1. Pengujian Kamera dapat mendeteksi pergerakan manusia didalam ruangan dan menampilkannya didalam tampilan GUI.
2. Pengujian *Timer* berjalan dengan baik saat pergerakan manusia tidak terdeteksi.
3. Nilai sensor berhasil ditampilkan pada tampilan GUI yang dikirimkan Arduino melalui komunikasi serial.
4. Sistem dapat mengatur *ON OFF* dengan baik saat ada atau tidaknya pergerakan manusia didalam ruangan.
5. Pengujian penyalan beban dengan menggunakan *checkbox* dapat berjalan dengan baik yang mampu mengaktifkan dan mematikan *Relay*.

V. KESIMPULAN

Keberhasilan sistem dalam penelitian ini diukur dengan tingkat akurasi deteksi objek dengan intensitas cahaya didalam ruangan yang berbeda. Pada pengujian objek sistem dapat mendeteksi dengan akurasi 87,5 % selain itu sistem dapat berfungsi dengan baik dengan mengatur ON OFF berdasarkan deteksi manusia didalam ruangan. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat mendapatkan nilai akurasi deteksi yang lebih baik dari sebelumnya.

- [1] E. Desyantoro, A. F. Rochim, and K. T. Martono, "Sistem Pengendali Peralatan Elektronik dalam Rumah secara Otomatis Menggunakan Sensor PIR, Sensor LM35, dan Sensor LDR," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 3, no. 3, pp. 405–411, 2015.
- [2] D. Fortin-simard, J. Bilodeau, K. Bouchard, and S. Gaboury, "Exploiting Passive RFID Technology for Activity Recognition in Smart Homes," *IEEE Intell. Syst.*, vol. 30, no. 4, pp. 7–15, 2015.
- [3] A. Paul, "Voice Recognition Based Wireless Room Automation System," *2016 Int. Conf. Intell. Control Power Instrumentation(ICICPI)*, pp. 84–88, 2016.
- [4] M. Pan and C. Chen, "Intuitive Control on Electric Devices by Smartphones for Smart Home Environments," *IEEE Sens. J.*, vol. 16, no. 11, pp. 4281–4294, 2016.
- [5] M. Assadullah and K. Ullah, "Smart Home Automation System Using Bluetooth Technology," *2017 Int. Conf. Innov. Electr. Eng. Comput. Technol.*, pp. 1–6, 2017.
- [6] A. F. Jaya, M. A. Murti, and R. Mayasari, "Monitoring Dan Kendali Perangkat Pada Ruang Kelas Berbasis Internet of Things (Iot) Monitoring and Control Devices on Classrooms Based Internet of Things," *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 22–31, 2018.
- [7] D. A. Prasetya and I. Nurviyanto, "Deteksi wajah metode viola jones pada opencv menggunakan pemrograman python," *Simp. Nas. RAPI XI FT UMS*, pp. 18–23, 2012.
- [8] B. Sugandi, "Deteksi dan Pelacakan Wajah Berdasarkan Warna Kulit Menggunakan Partikel Filter," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 14, no. 2, 2018.
- [9] P. Viola and M. M. J. Jones, "Robust Real-Time Face Detection," *Int. J. Comput. Vis.*, vol. 57, no. 2, pp. 137–154, 2004.
- [10] S. Soo, "Object detection using Haar-cascade Classifier," *Inst. Comput. Sci. Univ. Tartu*, vol. 2, no.3, pp. 1–12, 2014.
- [11] U. D. Rosiani, P. Choirina, S. Sumpeno, and M. H. P., "Menuju Pengenalan Ekspresi Mikro: Pendeteksian Komponen Wajah Menggunakan Discriminative Response Map Fitting," vol. 7, no. 2, pp. 204–211, 2018.
- [12] M. D. Putro, T. B. Adji, and B. Winduratna, "Sistem Deteksi Wajah dengan Menggunakan Metode Viola-Jones," *Tugas Akhir*, pp. 1–5, 2012.
- [13] B. P. AR, *Computer Vision & Aplikasinya menggunakan C# & EmguCV*. Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2017.
- [14] M. Pamungkas, H. Hafiddudin, and Y. S. Rohman, "Perancangan dan Realisasi Alat Pengukur Intensitas Cahaya," *J. Elkomika*, vol. 3, no. 2, pp. 120–132, 2017.
- [15] R. . Firmansyah and S. . Bagaskara, "Penerapan Modul RF 433 dalam Pengukuran Intensitas Cahaya Menggunakan Sensor LDR Berbasis Arduino," *Ina. Indones. J. Electr. Eletronics Eng.*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2018.