

# PENGEMBANGAN SISTEM DETEKSI *OCCUPANCY* MENGGUNAKAN *COMPUTERVISION* UNTUK *SMART BUILDING* DAN *AUTOMATION*

## *DEVELOPMENT OF OCCUPANCY DETECTION USING COMPUTER VISION FOR SMART BUILDING AND AUTOMATION*

Duta Sayoga<sup>1</sup>, Dr. Purba Daru Kusuma, S.T., M.T.<sup>2</sup>, Faisal Candrasyah Hasibuan, S.T., M.T.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[dutasayoga@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:dutasayoga@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[purbadaru@telkomuniversity.ac.id](mailto:purbadaru@telkomuniversity.ac.id),

<sup>3</sup>[faisalcandrasyah@telkomuniversity.ac.id](mailto:faisalcandrasyah@telkomuniversity.ac.id)

---

### Abstrak

Deteksi *Occupancy* dalam tugas akhir ini ditujukan untuk mendeteksi kehadiran orang dalam ruangan kelas yang akan digunakan untuk mengontrol intensitas cahaya dan suhu dalam ruangan. Dalam Tugas Akhir ini dibahas tentang pengembangan sistem deteksi *occupancy*, khususnya deteksi kehadiran manusia dalam ruangan kelas dengan menggunakan *computer vision*. *Deep learning* digunakan untuk memprediksi kehadiran manusia dari data citra atau video. Data yang didapat akan diolah, lalu keluarannya akan diteruskan ke kontroler untuk mengontrol kipas angin, lampu, dan tirai pada ruangan kelas.

Pengembangan sistem deteksi okupansi ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi pada ruangan kelas dengan mengontrol peralatan elektronik di dalam kelas dengan berdasarkan pada hasil deteksi okupansi. Dari penelitian ini didapatkan hasil akurasi rata-rata dalam mendeteksi orang sebesar 83.45%.

**Kata Kunci:** *Computer Vision, Deep Learning, IoT, Machine Learning, Occupancy*

---

### Abstract

*Occupancy detection in this final project is intended to detect the presence of people in the classroom that will be used to control the intensity of light and temperature in the room. This Final Project discusses the development of occupancy detection systems, specifically the detection of human presence in classrooms using computer vision. Deep learning is used to predict human presence from image data or video. The data obtained will be processed, then the output will be forwarded to the controller to control fans, lights, and curtains in the classroom.*

*The development of occupancy detection systems aims to improve the efficiency of energy use in classrooms by controlling electronic equipment in the classroom based on the results of occupancy detection. From this study, the average accuracy in detecting people was 83.45%.*

**Keyword:** *Computer Vision, IoT, Machine Learning*

---

## 1. Pendahuluan

Pada saat ini, penggunaan sumber energi listrik masih tidak efisien dalam penggunaannya [1]. Masih banyak ruangan yang tidak memanfaatkan sumber cahaya dan udara alami, menggunakan lampu sebagai sumber cahaya dan kipas untuk sirkulasi udara. Contohnya adalah pada ruangan kelas, masih banyak yang tetap menghidupkan lampu dan kipas walaupun ada sumber alami. Pada saat meninggalkan kelas, kita juga sering lupa untuk mematikan lampu dan kipas yang mengakibatkan penggunaan energi listrik menjadi boros dan tidak efisien. Oleh karena itu, penggunaan sistem *smart building* akan membantu pekerjaan manusia dan lebih mengefisienkan penggunaan energi. Salah satunya adalah penggunaan *smart room* pada ruangan kelas [1].

Seiring dengan perkembangan teknologi, sudah banyak sistem otomatis yang sangat efektif untuk digunakan dan memiliki dampak yang positif. Salah satu teknologi tersebut adalah *smart room* yang sering diartikan sebagai sistem dalam ruangan yang dapat mengatur dan mengotomasi kinerja beberapa fitur dan peralatan di dalam ruangan [2]. Konsep *smart room* adalah ruangan yang dikendalikan menggunakan perangkat lunak, sensor atau pengidentifikasi, dan jaringan ke perangkat yang biasanya tidak terkomputerisasi yang mengarah ke *Internet of Things* (IoT) [3].

Salah satu bagian dari otomasi *smart room* adalah deteksi okupansi. Deteksi okupansi dapat dilakukan dengan berbagai cara. Salah satunya dengan berdasarkan citra yang diambil [4-6], yaitu dengan mendeteksi ada atau tidaknya orang dalam ruangan yang digunakan [7,8]. Maka dari itu, dirancanglah sistem deteksi okupansi dengan bantuan *computer vision* yang digunakan pada ruangan kelas.

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Internet of Things (IoT)

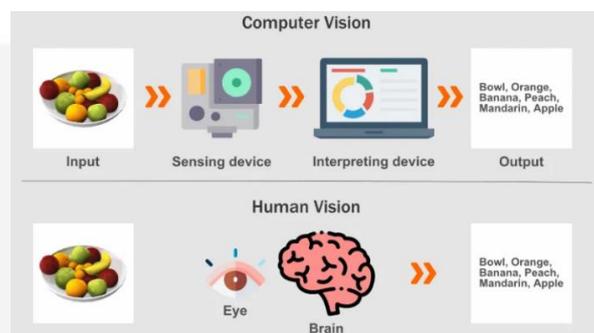
*Internet of Things* adalah suatu konsep yang terkait dengan obyek tertentu yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data lewat jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia ataupun dari manusia ke perangkat komputer [9]. *Internet of Things* lebih sering disebut dengan IoT. IoT ini sudah berkembang pesat mulai dari konvergensi teknologi nirkabel, *micro-electromechanical systems* (MEMS), dan juga Internet [9]. Konsep IoT mencakup 3 elemen utama, yaitu: benda fisik atau nyata yang diintegrasikan pada modul sensor, koneksi internet, dan pusat data pada *server* untuk menyimpan data ataupun informasi dari aplikasi [10].

### 2.2 Deteksi Okupansi

Sistem deteksi okupansi adalah sistem untuk mengetahui kehadiran suatu object. Deteksi okupansi dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai cara antara lain adalah, menggunakan Sensor Passive Infrared (PIR) yang bekerja dengan cara mendeteksi temperatur dari semua obyek dalam jangkauan sensor [15], menggunakan Sensor Ultrasonic yang bekerja menggunakan prinsip "Efek Doppler" [16], dan menggunakan Computer vision [17].

### 2.3 Computer Vision

*Internet of Things* adalah suatu konsep yang terkait dengan obyek tertentu yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data lewat jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia ataupun dari manusia ke perangkat komputer [9]. *Internet of Things* lebih sering disebut dengan IoT. IoT ini sudah berkembang pesat mulai dari konvergensi teknologi nirkabel, *micro-electromechanical systems* (MEMS), dan juga Internet [9]. Konsep IoT mencakup 3 elemen utama, yaitu: benda fisik atau nyata yang diintegrasikan pada modul sensor, koneksi internet, dan pusat data pada *server* untuk menyimpan data ataupun informasi dari aplikasi [10]. Adapun ilustrasi konsep IoT dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Computer Vision*

### 2.4 Object Detection

*Object detection* merupakan salah satu teknik dari *computer vision* yang berguna untuk mendeteksi suatu obyek pada citra. Deteksi obyek dapat dibagi lagi menjadi *soft detection* dan *hard detection*. *Soft detection* hanya mendeteksi adanya obyek, sedangkan *hard detection* mendeteksi adanya obyek serta lokasi obyek [8].

### 2.5 Faster R-CNN (*Regional Convolutioanl Neural Network*)

Faster RCNN merupakan salah satu metode *deep learning* yang digunakan untuk mengenali suatu obyek pada citra. Pengenalan dilakukan dengan menelusuri ciri-ciri yang dimiliki oleh obyek pada citra. Penelusuran dilakukan melalui sejumlah layer (seperti yang dilakukan pada *neural network*) melalui proses konvolusi atau yang lebih dikenal dengan nama *Convolutional Neural Network* (CNN) [20]. Formula *convolutional* dapat dilihat pada persamaan 1.

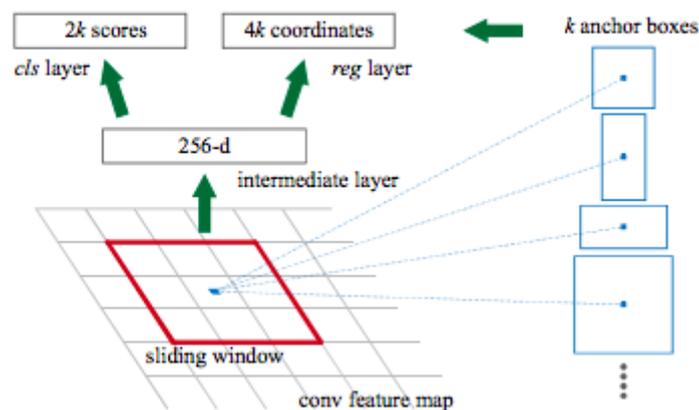
$$(x * w)[t] = \sum_{a=-\infty}^{\infty} x[a]w[a + t] \quad (1)$$

dengan:

$x$  = 2D array dari gambar

$w = \text{Kernel}$

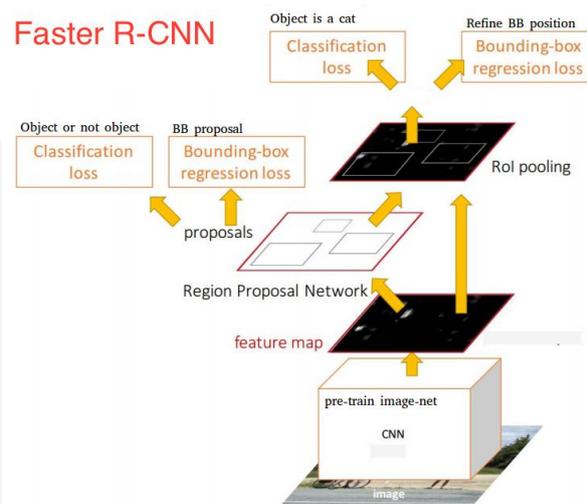
Selanjutnya, berbeda dengan *metode* RCNN sebelumnya, maka *Faster-RCNN* membuat perubahan dengan memunculkan *RegionProposalNetwork* (RPN) pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Region Proposal Network (RPN)

RPN adalah sebuah *neural network* yang menggantikan peran *Selective Search* untuk mengajukan region (bagian-bagian dari sebuah gambar yang perlu “dilihat” lebih jauh). RPN menghasilkan beberapa *bounding box* dengan setiap *box* memiliki 2 skor probabilitas yang menyatakan ada atau tidaknya obyek pada lokasi tersebut.

Region-region yang dihasilkan tersebut akan menjadi input untuk arsitektur yang mirip seperti Fast R-CNN. Arsitektur Faster R-CNN dapat dilihat pada Gambar 2.3.



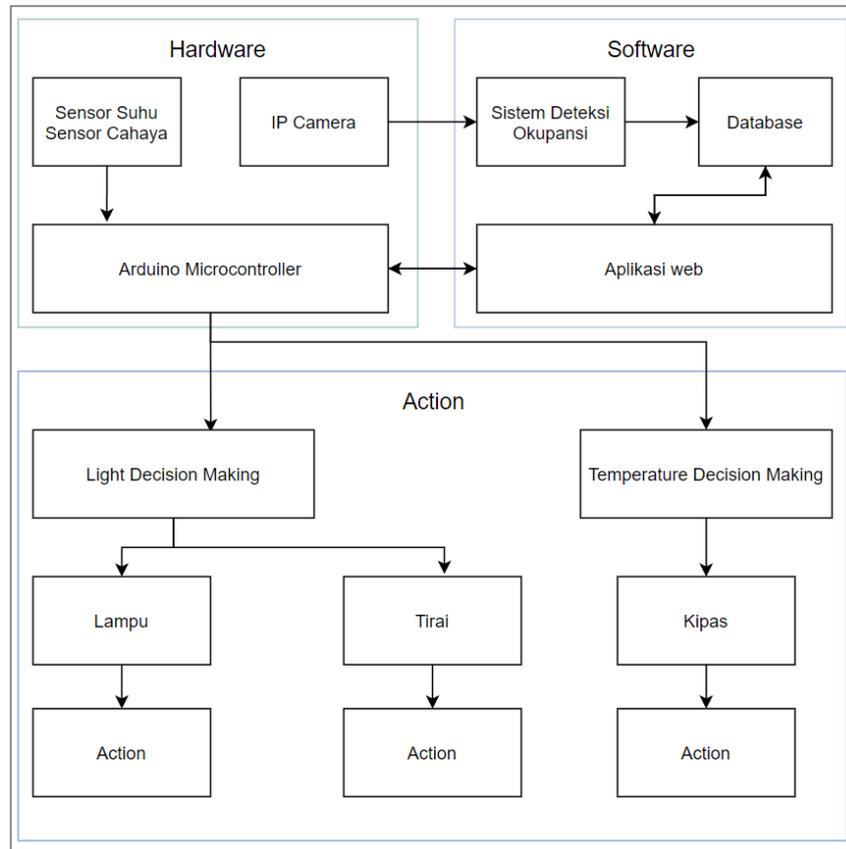
Gambar 2.3 Arsitektur Faster R-CNN

Penggunaan *RPN* untuk mengganti *SelectiveSearch* ini mengurangi kebutuhan komputasi yang cukup signifikan, dan membuat keseluruhan model dapat dilatih secara *end-to-end* (karena tidak lagi ada metode yang digunakan terpisah seperti dengan region proposal method sebelumnya). Selain itu, *Faster R-CNN* juga menghasilkan performa yang lebih cepat dan lebih akurat bila dibandingkan dengan *Fast R-CNN*[19], dan saat ini telah menjadi pilihan model yang umum digunakan untuk deteksi obyek dengan solusi berbasis deep learning [19].

### 3. Pembahasan

#### 3.1 Gambaran Umum Sistem

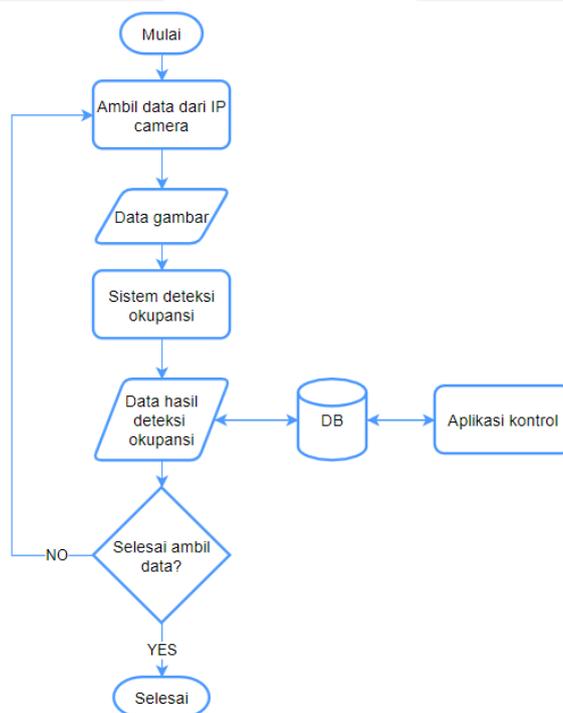
Pada perancangan sistem, alur dari proses sistem bekerja dijelaskan pada diagram blok gambaran umum Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Gambaran Umum Sistem

Alur kerja sistem dimulai dari pengambilan data dari *IP Camera*, kemudian data gambar digunakan untuk mendeteksi orang pada ruangan kelas. Setelah terdeteksi, data akan digunakan untuk menentukan bagian ruangan kelas yang terisi dan yang tidak. Data akan dikirimkan ke *database* pada *server*. Setelah itu data yang diperoleh akan diproses pada aplikasi berbasis *web*. Kemudian aplikasi akan mengirimkan data ke *Arduino* yang digunakan untuk mengontrol tirai, kipas dan lampu pada ruangan kelas.

### 3.2 Perancangan Sistem

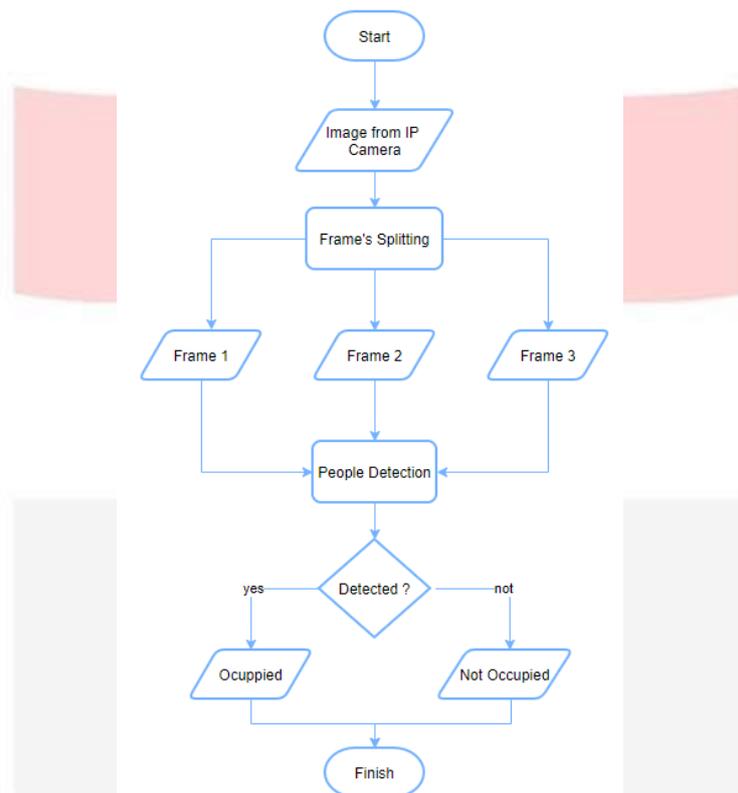


Gambar 3.1 Diagram alir sistem

Diagram alir sistem pada Gambar 3.2. menunjukkan bahwa sistem deteksi okupansi di mulai dari proses pengambilan data dengan IP Camera yang berupa gambar, yang kemudian akan dimasukkan ke dalam sistem deteksi okupansi. Sistem okupansi bekerja dengan mendeteksi orang dalam ruangan kelas. Kemudian data hasil deteksi okupansi akan dimasukkan ke dalam *database*. Sebelum didapatkan deteksi okupansi akan diperlukan beberapa proses.

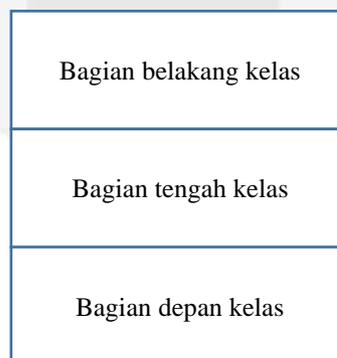
### 3.3 Sistem Deteksi Okupansi

Proses perancangan sistem deteksi okupansi dimulai dari mengambil data gambar dari *IPCamera*, kemudian dilakukan pembagian bagian frame menjadi 3 bagian. Pada bagian-bagian tersebut akan dilakukan deteksi orang. Jika orang terdeteksi pada bagian frame, maka dapat disimpulkan bagian frame tersebut ter-okupansi. Diagram alir dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram alir sistem deteksi okupansi

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 3.3 sistem deteksi okupansi dilakukan dengan menggunakan pembagian frame pada frame citra awal yang didapat dari *IP Camera*. Frame dibagi menjadi tiga meliputi bagian-bagian kelas seperti Gambar 3.4 di bawah.



Gambar 3.4 Pembagian Frame pada ruangan kelas

Sistem deteksi okupansi dirancang menggunakan pengolahan citra dengan OpenCV. Penulis melakukan pembagian frame pada frame asli yang diambil dari *IP Camera*. Setelah melakukan pembagian frame, akan dilakukan deteksi orang pada setiap frame untuk menentukan apakah bagian frame terisi atau tidak. Kemudian data akan dimasukkan ke dalam database untuk proses lebih lanjut.

#### 4. Implementasi dan Pengujian Sistem

##### 4.1 Hasil Pengujian Sistem Deteksi Okupansi

Hasil pengujian dari sistem deteksi okupansi dibagi menjadi 4 aspek sebagai berikut:

###### a. Pengujian Posisi Kamera

Pada pengujian posisi kamera, penulis akan mengambil 5 contoh akurasi terbaik dari setiap posisi, posisi kamera di depan pada tabel 4.2, posisi kamera di samping pada tabel 4.3, posisi kamera di belakang pada tabel 4.2 :

Tabel 4.1 Tabel Akurasi Posisi Kamera di Depan

No	Data Testing	Orang Terdeteksi	Jumlah Orang	Akurasi
1	image (2).jpg	27	31	87.10%
2	image (17).jpg	15	19	78.95%
3	image (22).jpg	13	14	92.86%
4	image (24).jpg	28	32	87.50%
5	image (27).jpg	17	24	70.83%
Akurasi rata-rata				83.45%

Tabel 4.2 Tabel Akurasi Posisi Kamera di Samping

No	Data Testing	Orang Terdeteksi	Jumlah Orang	Akurasi
1	image (10).jpg	10	16	62.50%
2	image (14).jpg	7	20	35.00%
3	image (16).jpg	18	41	43.90%
4	image (18).jpg	11	16	68.75%
5	image (30).jpg	16	25	64.00%
Akurasi rata-rata				54.83%

Tabel 4.3 Tabel Akurasi Posisi Kamera di Belakang

No	Data Testing	Orang Terdeteksi	Jumlah Orang	Akurasi
1	image (5).jpg	25	29	86.21%
2	image (9).jpg	15	20	75.00%
3	image (13).jpg	12	14	85.71%
4	image (19).jpg	18	25	72.00%
5	image (26).jpg	15	17	88.24%
Akurasi rata-rata				81.43%

Dari pengujian pada letak posisi kamera, dapat disimpulkan bahwa hasil akurasi rata-rata yang tinggi didapatkan dengan posisi kamera di depan dengan hasil 83.45%.

###### b. Pengujian hubungan antara threshold dengan akurasi

Pengujian ini dilakukan dengan mengganti nilai threshold atau tingkat keyakinan pada deteksi orang.

Tabel 4.4 Hubungan antara threshold dengan akurasi

Data Uji	n	Th > 0.9		Th > 0.7		Th > 0.5		Th > 0.3		Th > 0.1	
		d	acc(%)								
image (5).jpg	29	25	86.21	25	86.21	26	89.66	26	89.66	27	93.10

image (10).jpg	16	10	62.50	10	62.50	11	68.75	11	68.75	13	81.25
image (12).jpg	24	16	66.67	16	66.67	17	70.83	17	70.83	20	83.33

Keterangan:

n= Jumlah orang

Th= threshold

acc= akurasi

d= orang terdeteksi

Tabel 4.5 Hasil pengujian deteksi pada obyek bukan manusia.

Data	Th > 0.94		Th > 0.9		Th > 0.7		Th > 0.5	
	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N
Monkey.jpg	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗

Keterangan:

Y : obyek monyet terdeteksi

N: obyek monyet tidak terdeteksi

Dari pengujian hubungan antara threshold dengan akurasi pada Tabel 4.4 dan pengujian deteksi pada obyek bukan manusia dapat disimpulkan bahwa semakin rendah tingkat keyakinan maka semakin tinggi nilai akurasi, akan tetapi obyek yang bukan manusia ikut terdeteksi sebagai obyek manusia. Menurut Tabel 4.5 tingkat keyakinan yang optimal adalah 0.94.

c. Pengujian hubungan antara visibilitas gambar dengan hasil akurasi.

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil rata-rata akurasi gambar dengan visibilitas tinggi, sedang dan rendah. Hasil visibilitas didapat dari tabel 4.6

Tabel 4.6 Visibilitas gambar

Kerapatan Orang	Tampak Muka	Visibilitas
Rendah	Iya	Tinggi
Rendah	Tidak	Sedang
Tinggi	Iya	Sedang
Tinggi	Tidak	Rendah

Tabel 4.7 Rata-rata akurasi berdasarkan visibilitas gambar

Visibilitas	Rata-rata Akurasi
Tinggi	83.68%
Sedang	60.13%
Rendah	34.49%

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan pada Tugas Akhir ini, maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada pengujian deteksi okupansi, hasil akurasi tertinggi didapat ketika posisi kamera di depan dengan rata-rata akurasi 83.45% .
2. Hasil yang bagus juga didapatkan dengan visibilitas gambar tinggi, dengan nilai akurasi rata-rata 83.68%
3. Tingkat *threshold* yang optimal adalah 0.94.

### 5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian Tugas Akhir ini, penulis memiliki saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Meningkatkan akurasi sistem deteksi okupansi dengan meningkatkan kualitas data latih.
2. Membuat sistem keamanan untuk aplikasi *web*.
3. Mengaplikasikan sistem deteksi okupansi pada *cloud computing*.

### Daftar Pustaka

- [1] A. Jabeen and D. M. Kumar, "Automatic Classroom Lighting Controller and Energy Saving based on Microcontroller Uni," *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, vol. 3, no. 7, pp. 201-203, 2016.
- [2] G. Sfikas, C. Akasiados and E. Spyrou, "Creating Smart Room using an IoT approach," *National Center for Scientific Research Demokritos*, 2016.
- [3] A. M. Sukumar, N. S Thanjan, M. Varghese and R. K R, "Automated Smart Room," *International Journal of Advances in Engineering & Scientific Research*, pp. 24-39, 2017.
- [4] C. Luppe and A. Shabani, "Towards reliable intelligent occupancy detection for smart building applications," in *IEEE*, Windsor, 2017.
- [5] L. D. Tran, A. Stojcevski, T. C. Pham, T. d. Souza-Daw, N. T. Nguyen, V. Q. Nguyen and C. M. Nguyen, "A Smart Meeting Room Scheduling and Management System with Utilization Control and Ad-hoc Support Based on Real-Time Occupancy Detection," in *IEEE*, Ha Long, 2016.
- [6] T. Callemein, K. V. Beeck and T. Goedeme, "Anyone here? Smart embedded low-resolution omnidirectional video sensor to measure room occupancy," in *IEEE*, Boca Raton, 2019.
- [7] T.-Y. Chen, C.-H. Chen, D.-J. Wang and Y.-L. Kuo, "A People Counting System Based on Face-Detection," in *IEEE*, Shenzhen, 2010.
- [8] F. Jalled and I. Voronkov, "Object Detection Using Image Processing," 2016.
- [9] GSMA, "Understanding the Internet of Things (IoT)," 2014.
- [10] D. Setiadi and M. N. Abdul Muhaemin, "Penerapan Internet of Things (IoT) Pada Sistem Monitoring Irigasi (SMART IRIGASI)," *Infotronik*, vol. III, pp. 95-102, 2018.
- [11] T. F. Prasetyo, A. F. Isdiana and H. Sujadi, "Implementasi Alat Pendeteksi Kadar Air pada Bahan Pangan Berbasis Internet Of Things," *SMARTICS*, vol. V, no. 2, pp. 81-96, 2019.
- [12] C. Hasiholan, R. Primananda and K. Amron, "Implementasi Konsep Internet of Things pada Sistem Monitoring Banjir menggunakan Protokol MQTT," *Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. II, pp. 6128-6135, 2018.
- [13] D. Evans, "The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet," 2011.
- [14] R. K. Kodali, V. Jain, S. Bose and L. Boppana, "IoT Based Smart Security and Home Automation System," in *2016 International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA)*, Warangal, 2016.
- [15] L. Wu, Y. Wang and H. Liu, "Occupancy Detection and Localization by Monitoring Nonlinear Energy Flow of a Shuttered Passive Infrared Sensor," *IEEE Sensors Journal*, vol. PP, no. 1, 2018.
- [16] O. Shih and A. Rowe, "Occupancy Estimation using Ultrasonic Chirps," in *ICCP515*, Pittsburgh PA, 2015.
- [17] T. F. a. C. S. Sascha Wirges, "Object Detection and Classification in Occupancy Grid Maps using Deep Convolutional Networks," Karlsruhe.
- [18] Y. L. Q. L. S. a. F. L. Qing Wu, "The Application of Deep Learning in Computer Vision," 2017.
- [19] J. Le, "Medium," 12 April 2018. [Online]. Available: <https://heartbeat.fritz.ai/the-5-computer-vision-techniques-that-will-change-how-you-see-the-world-1ee19334354b>. [Accessed 11 Juni 2020].
- [20] D. Alamsyah and D. Pratama, "Deteksi Ujung Jari menggunakan Faster-RCNN dengan Arsitektur Inception v2 pada Citra Derau," *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi Komunikasi*, vol. II, no. 1, 2019.
- [21] C. Szegedy, V. Vanhoucke, S. Loffe and J. Shlens, "Rethinking the Inception Architecture for Computer Vision," in *arXiv*, London, 2015.