

ARTICLE

## Rancangan Bangun Sistem Pembatas Jumlah Penumpang Pada Lift Dengan Metode Klasifikasi K-Nearest Neighbors (KNN)

### *Design of a Passenger Limiting System in an Lift Using the K-Nearest Neighbors (KNN) Classification Method*

Jana Utama,<sup>\*</sup> Tri Rahajoeningroem, Riski Indra Kafil, dan Mujahid Assalam

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia Jl. Dipati ukur No 112, Bandung, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: jana.utama@email.unikom.ac.id

(Disubmit 23-08-25; Diterima 23-09-01; Dipublikasikan online pada 24-02-05)

#### Abstrak

Lift merupakan alat transportasi yang sering digunakan pada gedung bertingkat. Penggunaan lift yang sangat intens ini seringkali disertai dengan kegagalan mesin. Hal ini menyebabkan orang terjebak di dalam elevator selama berjam-jam, dan dalam kasus yang parah, kegagalan tersebut juga dapat menyebabkan hilangnya nyawa. Hal ini, biasanya bisa disebabkan karena kelebihan penumpang didalam lift. Pada penelitian ini membuat sistem peringatan batas penumpang pada lift dimana peringatan tersebut akan menggunakan alarm. Alarm ini digunakan sebagai peringatan kepada penumpang bila melebihi batas maksimum penumpang yang sudah ditentukan sebelumnya. Selain itu, pada penelitian ini juga menambahkan sebuah motor servo yang bertugas untuk menekan tombol pintu lift sehingga tertahan, sampai batas penumpangnya sesuai dengan yang ditentukan. Hal ini dikarenakan, sistem lift yang ada saat ini hanya membatasi jumlah penumpang di lift dengan menggunakan stiker himbauan batas penumpang akan tetapi hal tersebut belum efektif dikarenakan penumpang lift masih bisa melanggar peraturan batas penumpang di lift tersebut. Oleh karena itu diperlukan sebuah alat yang dapat melakukan peringatan batas jumlah penumpang di lift. Pada penelitian ini bertujuan untuk membuat alat yang dapat memberi peringatan berdasarkan jumlah penumpang di lift, dengan cara menghitung jumlah orang yang masuk atau keluar di lift secara berdekatan. Dimana metode yang akan digunakan metode K-Nearest Neighbor (KNN). Dimana Sistem pada penelitian ini memiliki persentase keberhasilan sebesar 86,66% saat penumpang masuk dan keluar dalam lift. Sistem yang dibuat juga sudah dapat membatasi jumlah penumpang dalam lift yang dapat diatur jumlah maksimal dalam liftnya, disertai dengan alarm dan pintu yang tetap terbuka jika terjadi over capacity.

**Kata kunci:** Lift; K-Nearest Neighbor (KNN); Pengolahan Citra.

#### Abstract

The elevator is a means of transportation that is often used in multi-storey buildings. This very intense use of the lift is often accompanied by machine failure. thus causing people to be trapped in elevators for hours, and in severe cases, these failures can also lead to loss of life. This can usually be caused by excess passengers in the elevator. In this study, a passenger limit warning system is created in an elevator where the warning will use an alarm. This alarm is used as a warning to passengers when exceeding the maximum passenger limit that has been predetermined. In addition, this study also added a servo motor whose job was to press the elevator

This is an Open Access article - copyright on authors, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY SA) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

**How to Cite:** J. Utama *et al.*, "RANCANGAN BANGUN SISTEM PEMBATAS JUMLAH PENUMPANG PADA LIFT DENGAN METODE KLASIFIKASI K-NEAREST NEIGHBORS (KNN)", *JIKO (JURNAL INFORMATIKA DAN KOMPUTER)*, Volume: 8, No.1, Pages 28–38, Februari 2024, doi: 10.26798/jiko.v8i1.1061.

door button so that it was held up, until the passenger limit was in accordance with what was specified. This is because the existing elevator system only limits the number of passengers in the elevator by using a passenger limit warning sticker, but this is not yet effective because elevator passengers can still violate the passenger limit regulations in the elevator. Therefore we need a tool that can warn the limit on the number of passengers in the elevator. In this study the aim was to create a tool that can give warnings based on the number of passengers in the elevator, by counting the number of people entering or leaving the elevator in close proximity. Where the method to be used is the K-Nearest Neighbor (KNN) method. Where the system in this study has a success percentage of 86.66% when passengers enter and exit the elevator. The system created can also limit the number of passengers in the elevator that can be set to the maximum number in the elevator, accompanied by alarms and doors that remain open in case of overcapacity.

**KeyWords:** Lift; K-Nearest Neighbor (KNN); Image Processing

## 1. Pendahuluan

Lift merupakan alat yang digunakan untuk mengangkat orang atau barang yang digerakkan dengan tenaga listrik, dapat turun maupun naik, dan dipakai pada gedung bertingkat. Dengan adanya lift tentunya dapat memudahkan pergerakan penumpang dari satu lantai ke lantai lainnya pada gedung bertingkat [1]. Kenyamanan dan keselamatan penumpang lift tentunya harus menjadi perhatian, salah satunya adalah mengatur jumlah penumpang yang ada didalam lift. Karena jumlah muatan lift yang berlebih dapat mengurangi rasa nyaman bahkan dapat membahayakan. Selain itu, penggunaan lift yang ekstensif ini juga disertai dengan kegagalan mesin. Seringkali, orang terjebak di dalam lift selama berjam-jam, dan dalam kasus yang parah, kegagalan tersebut juga dapat menyebabkan hilangnya nyawa [2]. Oleh sebab itu perlu dirancang Sistem Pembatas Jumlah Penumpang pada Lift, dimana akan digunakan metode Klasifikasi *K-Nearest Neighbors* (KNN) Berbasis Pengolahan Citra.

Penelitian tentang menghitung jumlah penumpang di lift adalah penelitian dari J. Zhao and G. Yan. Pada penelitian tersebut ini menghitung jumlah penumpang secara *real-time*, dengan tiga tahapan, yaitu mendeteksi status pintu menggunakan metode *background subtraction*, mendeteksi lantai saat ini dengan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dan menghitung jumlah penumpang [3]. Penelitian lain tentang menghitung orang yang masuk melewati pintu menggunakan metode *background subtraction* adalah penelitian dari Setiawan, D. Y., Fitriyah, H., & Arwani, I. Hasil dari penelitian tersebut adalah orang dapat dihitung yang masuk dan keluar. Akan tetapi pada penelitian tersebut terdapat masalah jika orang yang dideteksi berdekatan akan mendeteksi 1 orang [4]. Menurut penelitian dari nurhalimah, dkk. *Image moment* dapat menghitung jumlah *piksel* dari citra biner yang bernilai 1 dari setiap objek dengan mendapatkan nilai M00 [5]. Berdasarkan dari penelitian sebelumnya maka, pada penelitian ini akan menegembangkan sebuah algoritma yang mampu mendeteksi jumlah penumpang yang masuk kedalam lift secara bersamaan.

Pada penelitian ini akan membuat sebuah alat yang dapat menghitung jumlah orang yang masuk atau keluar pada lift dan menghitung jumlah penumpang yang masuk atau keluar pada lift secara berdekatan. Sistem peringatan yang ada pada lift saat ini adalah sistem peringatan berdasarkan jumlah berat penumpang tidak berdasarkan dari jumlah. Oleh sebab itu peneliti bertujuan untuk membuat alat yang dapat membatasi jumlah penumpang yang ada di lift.

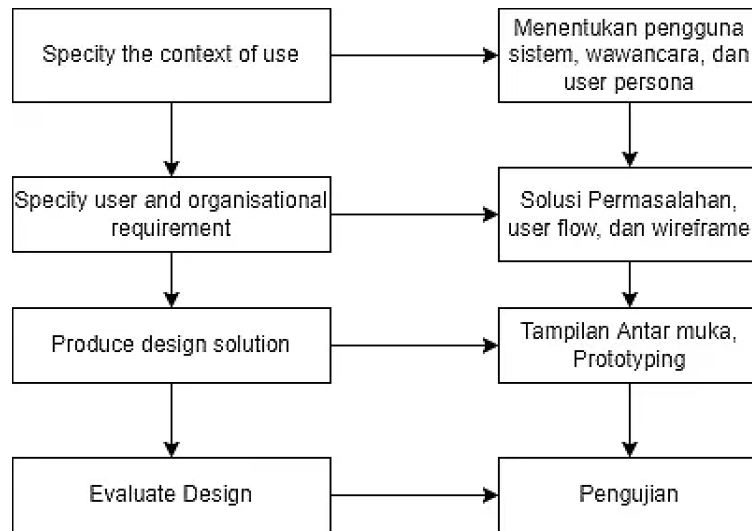
## 2. Metode

Dalam penelitian ini terdapat 2 bagian, yang pertama proses perancangan perangkat keras dan yang kedua perancangan perangkat lunak. Adapun proses perancangan perangkat keras dan perangkat lunak sebagai berikut.

### 2.1 Diagram Blok Perangkat Keras

Pada penelitian ini terdiri dari 3 blok bagian diantaranya *input*, *proses*, dan *output*. Bagian bagian blok tersebut saling terhubung di mana pada Gambar 1 merupakan diagram blok sistem penelitian ini.

Pada Gambar 1 menjelaskan bahwa pada penelitian ini menggunakan 3 buah *input* yaitu *Webcam* sebagai alat untuk menangkap *frame* di dalam lift, Sensor metal untuk mendeteksi pintu dalam keadaan terbuka atau tertutup, *Push button* untuk menghentikan program di *raspberry pi*. Pada bagian proses terdapat



Gambar 1. Diagram blok sistem

*raspberry pi 3B* yang digunakan untuk mengolah *input* dan *output* pada *raspberry pi*. Pada bagian *output* menggunakan *LCD 5 inch* yang digunakan untuk *user interface* dan menggunakan *buzzer* dan motor *servo* untuk digunakan sebagai peringatan.

## 2.2 Algoritma Perancangan Lunak

Pada penelitian ini menggunakan metode pengolahan citra dan metode klasifikasi diantaranya *background subtraction*, kontur, *image moment*, dan *K-Nearest Neighbor* (KNN) sebagai metode klasifikasi. *K-nearest neighbour* (K-NN) digunakan memiliki akurasi yang baik dalam masalah klasifikasi citra dan biasa digunakan karena interpretasinya yang lebih mudah dan waktu perhitungannya yang rendah [6, 7]. Sehingga dalam penelitian ini pemilihan penggunaan metode KNN dirasa sangat tepat dalam implementasi sistem pembatas jumlah penumpang dalam lift, yang mana dalam proses perhitungannya tidak memerlukan waktu yang lama. Pada Gambar 2 merupakan *flowchart* keseluruhan dari sistem. Adapun *Flowchart* untuk proses menghitung dan pelacakan serta proses klasifikasi dengan KNN, seperti pada Gambar 3.

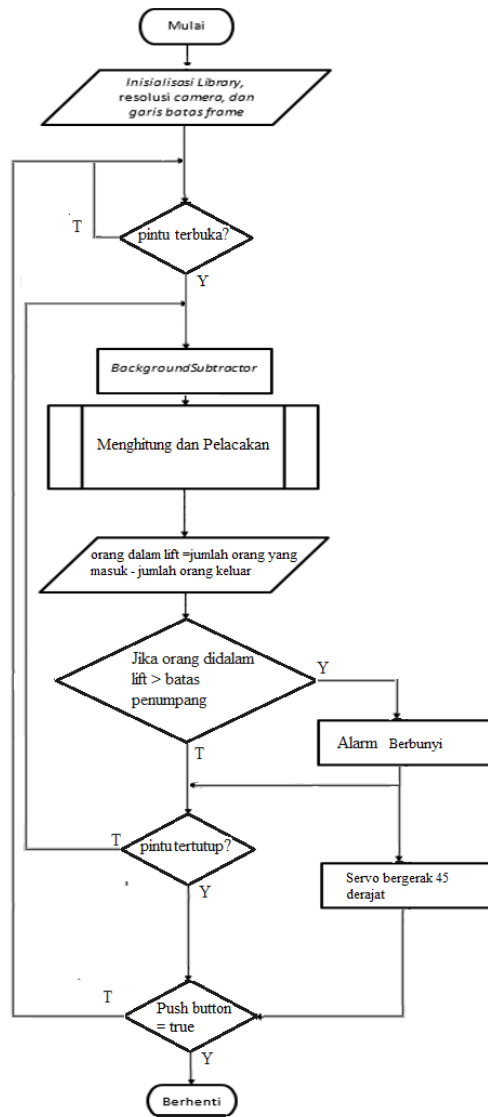
## 3. Hasil

### 3.1 Proses Inisialisasi pada frame

Proses inisialisasi *frame* dilakukan dengan membuat garis batas masuk dan batas keluar untuk mengetahui apakah objek tersebut masuk ke dalam lift atau keluar dari lift. Garis tersebut diberi warna merah, biru, dan putih. Di mana terdapat garis berwarna putih pada bagian bawah dan atas, merupakan daerah batas awal saat objek dilacak. Garis yang berwarna merah merupakan batas objek memasuki lift. Di mana terjadi Ketika objek bergerak dari batas warna putih bagian bawah, lalu bergerak melewati garis batas yang berwarna merah maka objek penumpang dinyatakan masuk ke dalam lift. Garis yang berwarna biru merupakan batas objek keluar lift. Di mana jika objek bergerak dari batas warna putih bagian atas, lalu bergerak melewati garis batas yang berwarna biru maka objek penumpang dinyatakan keluar dari lift. Selain itu pada *frame* diberikan indikator berupa *text* jumlah penumpang, batas penumpang, dan FPS. Pada Gambar 4 merupakan *frame* hasil inisialisasi yang telah selesai dilakukan.

### 3.2 Pemisahan Objek dengan Latar Menggunakan Metode Background subtraction Gaussian Mixture Model (GMM)

Pada tahap ini objek *frame* dikonversi dengan menggunakan *background subtraction gaussian mixture module* dimana programnya sudah menggunakan *library* yang sudah disediakan oleh *Python* dan *OpenCv*. Pada Gambar 5 merupakan hasil pemisahan Objek pada *frame* dengan latar menggunakan metode *background subtraction gaussian mixture model* (GMM). GMM adalah model statistik parametrik yang menggunakan tiga parameter utama: vektor rata-rata, matriks kovarians, dan *mixture weights* [8]. GMM terkenal dengan kinerjanya yang baik dalam hal kasus perubahan pencahayaan dan tantangan latar belakang yang



Gambar 2. Flowchart keseluruhan pada sistem

dinamis. Meskipun demikian, GMM cenderung memiliki kinerja yang buruk perubahan pencahayaan yang tidak terduga dan gerakan latar belakang yang tidak biasa [9, 10].

### 3.3 Proses Pelacakan pada Objek Penumpang

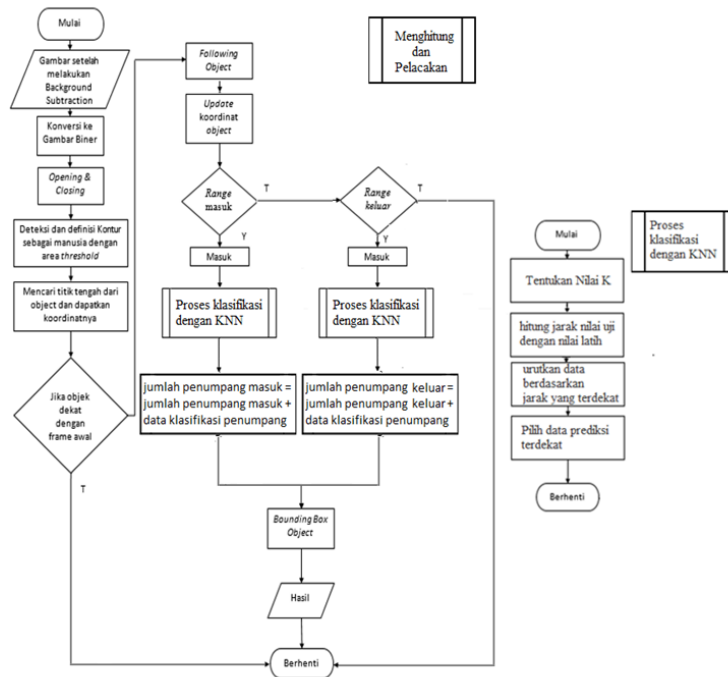
Pada tahap ini menjelaskan tentang proses pelacakan objek penumpang yang bergerak masuk ke dalam lift dan keluar dari lift. Pada proses ini terdiri dari beberapa tahap antara lain tahap konversi citra *greyscale* ke biner, Tahap *opening and closing*, Tahap kontur objek, dan Tahap mencari titik *centroid* serta jumlah *pixel* untuk di *tracking*.

#### 3.3.1 Tahap Konversi Citra Greyscale ke Biner (Thresholding)

Pada tahap ini citra yang sebelumnya sudah dirubah kedalam bentuk citra *grayscale* dengan proses *background subtraction* di ubah kembali ke dalam bentuk biner [11]. Citra biner merupakan citra yang membutuhkan 1 bit data yaitu 0 dan 1 dari citra biner. Pada Gambar 6 merupakan hasil *thresholding* pada penelitian ini.

#### 3.3.2 Tahap Opening dan Closing

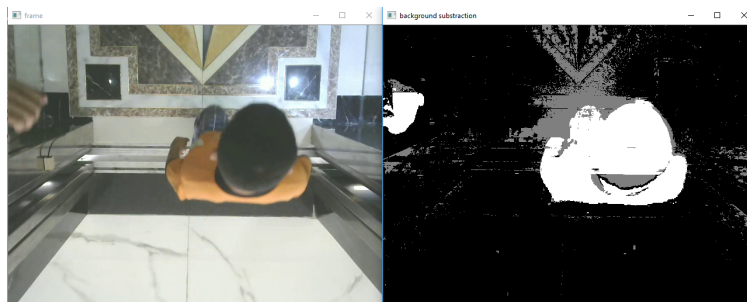
*Opening* dan *closing* merupakan teknik yang dapat meminimalisir *noise* setelah dilakukannya proses *background subtraction*. *Opening* fungsinya untuk mengikis atau mengeliminasi *pixel* yang tidak dibutuhkan [11]. *Closing* fungsinya untuk mengisi lubang pada *pixel*. Pada Gambar 7 merupakan hasil *opening* dan



Gambar 3. Flowchart untuk proses menghitung dan pelacakan serta proses klasifikasi dengan KNN



Gambar 4. Hasil inisialisasi pada frame

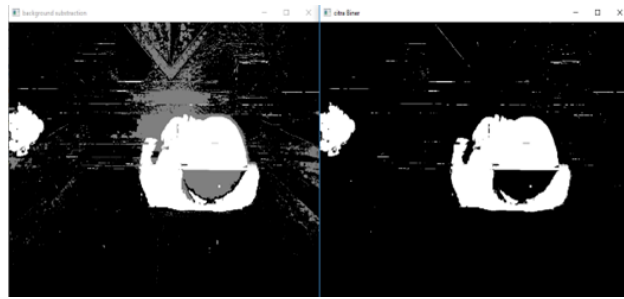


Gambar 5. Hasil Pemisahan Objek pada Frame menggunakan background subtraction GMM

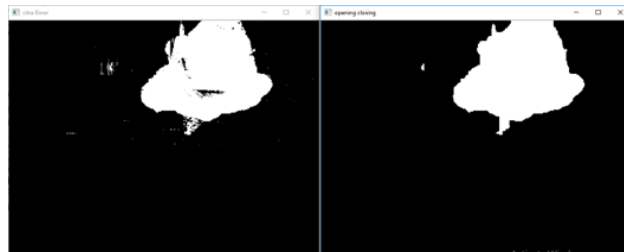
closing pada penelitian ini..

### 3.3.3 Tahap Objek kontur

Pada tahap ini proses mencari titik kontur dari objek. Titik kontur ini merupakan proses yang sangat sederhana dan efektif untuk mendeteksi objek tersebut merupakan manusia dengan cara yaitu dengan cara membuat ambang batas minimum suatu area agar dapat didefinisikan objek tersebut sebagai manusia. Nilai minimum yang digunakan nilai yang dipakai bergantung pada ukuran resolusi. resolusi yang digunakan

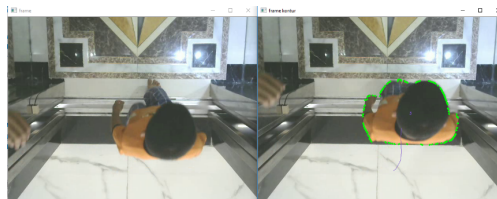


Gambar 6. Tahap Konversi Citra Greyscale ke Biner (Thresholding)



Gambar 7. Tahap Opening dan Closing

adalah 320x240 piksel dikarenakan pada penelitian sebelumnya. Pada Gambar 8 merupakan hasil deteksi kontur.



Gambar 8. Tahap objek kontur

### 3.3.4 Tahap Mencari Titik Centroid serta Jumlah piksel untuk di lacak

Pada tahap ini proses mencari titik tengah dari objek yang terdeteksi dengan mendapatkan nilai  $c_x$  dan nilai  $c_y$  di mana rumus untuk mencari nilai  $c_x$  dan  $c_y$  terdapat pada persamaan (1) [12].

$$c(x, y) = \sqrt{\sum_i^k (x_i - y_i)^2} \tag{1}$$

Posisi dari titik tengah objek pada sumbu x adalah nilai  $c_x$  dan sumbu y adalah nilai  $c_y$ . Jumlah piksel dari citra biner yang bernilai 1 pada objek penumpang didapatkan dengan mendapatkan nilai  $M_{00}$ . Persamaan dari nilai  $M_{00}$  terdapat pada persamaan (2). Pada Gambar 9 merupakan Titik centroid serta jumlah piksel dari citra biner yang bernilai 1 pada objek.

$$M_{(ij)} = \sum_x \sum_y x^i y^j I(x, y) \tag{2}$$

$$\bar{x} = \frac{M_{(10)}}{M_{(00)}}, \bar{y} = \frac{M_{(01)}}{M_{(00)}} \tag{3}$$

## 4. Pembahasan

### 4.1 Pengujian untuk Mencari Nilai Minimum Kontur pada Penumpang

Pada tahap pengujian ini sistem di uji untuk mencari nilai minimum kontur sebagai batasan yang terdefiniskan penumpang yang masuk atau keluar lift tersebut. Pada pengujian ini diuji penumpang yaitu 2





**Gambar 9.** Tahap Mencari Titik Centroid serta Jumlah piksel untuk di lacak

orang anak kecil yang masuk ke dalam lift di mana didefinisikan sebagai orang ke 1 dan orang ke 2. Pada Tabel 1 merupakan hasil pengujian untuk mencari nilai kontur minimum penumpang yang masuk ke dalam lift atau keluar lift dengan jarak antara kamera dengan lantai lift adalah 212 cm dengan area *threshold* sebesar 200.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian untuk Mencari Nilai Kontur Minimum Penumpang didalam Lift

Nilai Kontur yang diatur	Orang ke 1	Orang ke 2
15000	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
14000	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
13000	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
12000	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
11000	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
10000	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
9000	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
8000	Terdeteksi	Terdeteksi

#### 4.2 Pengujian Sistem Menghitung Jumlah Piksel pada Penumpang yang Masuk atau Keluar di lift

Pada tahap pengujian ini sistem di uji untuk menghitung jumlah piksel pada penumpang yang masuk atau keluar di lift. Pada Tabel 2 merupakan hasil pengujian menghitung jumlah *piksel* pada penumpang yang masuk atau keluar di lift.

Dan berikut ini adalah sampel gambar hasil pengujian jumlah penumpang yang diambil saat keluar dari lift dari data yang terdapat pada Tabel 2 untuk nomor pengujian nomor 12 (1 Penumpang keluar dari lift) dan nomor 25 (2 Penumpang keluar dari lift), seperti pada Gambar 10.

#### 4.3 Pengujian Proses Penentuan Jumlah Penumpang dengan Metode Klasifikasi KNN

Pada tahap pengujian ini sistem di uji untuk menghitung jumlah penumpang dengan metode klasifikasi KNN dimana jumlah nilai terdekat K adalah 3 pada penumpang yang masuk atau keluar di lift. Pada Tabel 3 merupakan hasil pengujian menghitung jumlah penumpang dengan metode klasifikasi KNN yang masuk atau keluar di lift.

Pada data hasil pengujian pada Tabel 3 dapat hitung persentase keberhasilan sistem dalam menghitung jumlah orang yang masuk atau keluar dengan metode klasifikasi KNN. Pada persamaan (4) merupakan rumus untuk menghitung persentase keberhasilan.

$$\text{Persentase keberhasilan} = (\text{Jumlah deteksi benar}) / (\text{jumlah uji}) \times 100\%$$

$$\text{Persentase keberhasilan} = 26/30 \times 100\%$$

$$\text{Persentase keberhasilan} = 86,66\%$$

(4)

Tabel 2. Hasil Pengujian Menghitung Jumlah Piksel pada Penumpang yang Masuk atau Keluar di Lift

No	Jumlah Piksel	Jumlah Penumpang
1	8941	1 Penumpang
2	9086	1 Penumpang
3	9221	1 Penumpang
4	9617	1 Penumpang
5	10229	1 Penumpang
6	10400	1 Penumpang
7	10871	1 Penumpang
8	11679	1 Penumpang
9	12339	1 Penumpang
10	12339	1 Penumpang
11	14521	1 Penumpang
12	15188	1 Penumpang
13	15743	1 Penumpang
14	15743	1 Penumpang
15	17991	1 Penumpang
16	18337	1 Penumpang
17	19608	1 Penumpang
18	19617	1 Penumpang
19	19953	1 Penumpang
20	24000	2 Penumpang
21	24043	2 Penumpang
22	24783	2 Penumpang
23	28916	2 Penumpang
24	29568	2 Penumpang
25	35990	2 Penumpang
26	37406	2 Penumpang
27	38539	2 Penumpang
28	38863	2 Penumpang
29	44063	2 Penumpang
30	48199	2 Penumpang



(a)



(b)

Gambar 10. Sampel gambar pengujian nilai piksel (a) 1 Penumpang keluar dari lift dengan nilai piksel 15188, dan (b) 2 Penumpang keluar dari lift dengan nilai piksel 35990

Persentase keberhasilan dari sistem klasifikasi dengan menggunakan KNN untuk mendeteksi orang yang masuk atau keluar di lift secara adalah 86,66%. Hasil tersebut menunjukkan cukup baik sistem ini untuk



Tabel 3. Data Pengujian Jumlah Penumpang dengan Metode Klasifikasi KNN

No	Jumlah piksel penumpang	Jumlah penumpang hasil klasifikasi	Jumlah penumpang yang sebenarnya
1	10285	1	1
2	12753	1	1
3	13271	1	1
4	10726	1	1
5	16352	1	1
6	<b>24436</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
7	14945	1	1
8	18984	1	1
9	33527	2	2
10	39434	2	2
11	43843	2	2
12	41624	2	2
13	20054	1	1
14	21387	1	1
15	16516	1	1
16	13195	1	1
17	20666	1	1
18	13220	1	1
19	<b>24135</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
20	16914	1	1
21	31136	2	2
22	26565	2	2
23	43977	2	2
24	<b>25213</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
25	30584	2	2
26	30026	2	2
27	28385	2	2
28	28209	2	2
29	<b>25319</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
30	33051	2	2

mendeteksi orang yang masuk atau keluar di lift secara berdekatan.

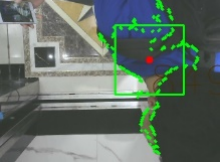

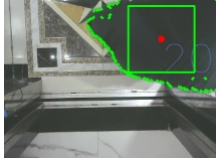

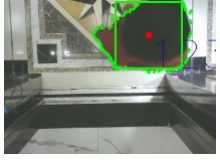

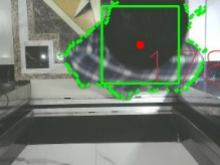

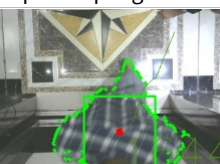

#### 4.4 Pengujian Sistem Peringatan Batas Penumpang

Pada tahap pengujian ini sistem diuji untuk mendeteksi jika penumpang melebihi batas yang sudah ditetapkan. Batas yang ditetapkan pada pengujian ini adalah sebanyak 3 penumpang dikarenakan luas dari lift sendiri kecil. Pada Tabel 4 merupakan hasil pengujian batas maksimal penumpang di dalam lift.

### 5. Simpulan

Pada sistem ini dapat mengenali objek penumpang yang masuk atau keluar di lift berdasarkan pergerakan di mana menggunakan *background subtraction* untuk mengetahui perbedaan kondisi saat tidak ada pergerakan dan saat ada pergerakan di lift. Sistem pada penelitian ini memiliki persentase keberhasilan sebesar 86,66% saat penumpang masuk dan keluar dalam lift. Di mana sistem masih terjadi kesalahan saat mendeteksi penumpang yang masuk 1 orang tetapi terdeteksi 2 orang hal tersebut dipengaruhi oleh posisi penumpang yang masuk atau keluar di dalam lift. Sistem yang dibuat juga sudah dapat membatasi jumlah penumpang dalam lift yang dapat diatur jumlah maksimal dalam liftnya, disertai dengan alarm dan pintu tetap tetap terbuka jika terjadi *over capacity*.

Tabel 4. Pengujian Batas Maksimal Penumpang didalam Lift

Jumlah Penumpang	Jumlah pixels	Jumlah penumpang didalam lift	Respon sistem
 1 penumpang masuk	 8494 piksel	1 penumpang	Buzzer mati dan servo 0°
 1 penumpang masuk	 20441 piksel	2 penumpang	Buzzer mati dan servo 0°
 1 penumpang masuk	 12376 piksel	3 penumpang	Buzzer mati dan servo 0°
 1 penumpang masuk	 17836 piksel	4 penumpang	Buzzer berbunyi dan servo 45°
 1 penumpang masuk	 16448 piksel	3 penumpang	Buzzer mati dan servo 0°

**Sumber dana**

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Penelitian, Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat (DP3M) Universitas Komputer Indonesia.

**Ucapan Terima kasih**

Kami ucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian, Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat (DP3M) Universitas Komputer Indonesia dan Dewan Kemakmuran Masjid Al-Karomah yang telah mengijinkan untuk dapat mengimplementasikan alat tersebut pada lift yang ada Masjid Al-Karomah.

**Pustaka**

[1] R. I. Kafila, dan T. Rahajoeningroem, "Rancang Bangun Sistem Peringatan Batas Penumpang pada Lift menggunakan Buzzer dan motor servo Berbasis Pengolahan Citra Di Masjid Al-Karomah". *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, 10(1), 38-46, 2022. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v10i1.4714>

[2] A. Sharma, A. Chatterjee, P. K.Thakur, S. Jha, & K. Sriharipriya. IoT Based Automated Lift Emergency Alert System Using Android Mobile Application. In *2022 IEEE International Conference on Data Science and Information System (ICDSIS)* (pp. 1-6), 2022, IEEE. DOI: 10.1109/ICDSIS55133.2022.9915909.

- [3] J. Zhao and G. Yan, "Passenger Flow Monitoring of Lift Video Based on Computer Vision," in 2019 Chinese Control And Decision Conference (CCDC), Nanchang, China , pp. 2089–2094, Jun. 2019. doi: 10.1109/CCDC.2019.8833248.
- [4] Setiawan, D. Y., Fitriyah, H., & Arwani, I. Sistem Penghitung Jumlah Orang Melewati Pintu Menggunakan Metode Background subtraction Berbasis Raspberry Pi. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. (Vol. 3, Issue 2), hal. 2105-2113 2019. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [5] N. Nurhalimah, I. G. P. Suta Wijaya, and F. Bimantoro, "Klasifikasi Kain Songket Lombok Berdasarkan Fitur GLCM dan Moment Invariant Dengan Teknik Pengklasifikasian Linear Discriminant Analysis (LDA)," *JTIKA*, vol. 2, no. 2, pp. 173–183, Sep. 2020, doi: 10.29303/jtika.v2i2.98.
- [6] I. L. K. Beli. & C. Guo, Enhancing face identification using local binary patterns and K-Nearest Neighbors . *Journal of Imaging*, 3(3), 2017 <https://doi.org/10.3390/jimaging3030037>.
- [7] A. Tharwat, H. Mahdi, M. Elhoseny, & A. E. Hassanien. Recognizing human activity in mobile crowdsensing environment using optimized k-NN algorithm. *Expert Systems with Applications*, 107, 32-44, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.04.017>
- [8] C. Lin, B. Yan, W. Tan, Foreground detection in surveillance video with fully convolutional semantic network, in 2018 25th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 2018, 4118–4122. <https://doi.org/10.1109/icip.2018.8451816>
- [9] D. A. Reynolds, Gaussian Mixture Models, *Encycl. biometrics*, 741 (2009) 659–663. [https://doi.org/10.1007/springerreference\\_70943](https://doi.org/10.1007/springerreference_70943)
- [10] S. T. Ali, K. Goyal, J. Singhai, Moving objek detection using self adaptive Gaussian Mixture Model for real time applications, in 2017 International Conference on Recent Innovations in Signal processing and Embedded Systems (RISE), 2017, 153–156. <https://doi.org/10.1109/rise.2017.8378144>
- [11] J. Utama, & H. Y. Biu. General Remote Control Based on Hand Patterns Detection Using Convolutional Neural Network. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 879(1), 2020. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/879/1/012104>
- [12] J. Utama, & V. R. L. Fitriani. Pupil Center Detection Using Radial Symmetry Transform to Measure Pupil Distance in the Eye. *International Journal of Engineering, Transactions B: Applications*, 36(5), 870–878, 2023. <https://doi.org/10.5829/ije.2023.36.05b.04>