

Implementasi Sistem Penghitung Penumpang Pada Bus Menggunakan Kamera Berbasis Raspberry Pi

1st Farhan Hamdani
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

farhanmidin@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Muhammad Ikhsan Sani
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ikhkansani@telkomuniversity.ac.id

3rd Aris Pujud Kurniawan
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

arispujudku@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Sebagai upaya menghadapi COVID-19 pemerintah menerapkan kebijakan Pembatasan Kegiatan Masyarakat (PPKM). Disampaikan pada Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 15 Tahun 2019 bahwa angkutan antarkota harus menaikkan dan menurunkan penumpang di terminal. Untuk memastikan kapasitas penumpang di dalam bus sesuai dengan ketentuan kebijakan PPKM yang sedang diterapkan. Serta untuk memastikan pengemudi bus menaikkan dan menurunkan penumpang di terminal sesuai ketentuan dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 15 Tahun 2019. Dibutuhkan sebuah sistem penghitung penumpang di dalam bus. Pada penelitian-penelitian sebelumnya telah dirancang sistem menghitung penumpang atau manusia. Beragam cara dan perangkat keras yang dimanfaatkan, diantaranya yang digunakan adalah sensor infrared, webcam dan pressure pad. Pada Proyek Akhir ini dirancang sebuah sistem penghitung penumpang di dalam bus dengan memanfaatkan kamera dan Raspberry Pi. Sistem ini dirancang agar mampu mengambil gambar seluruh penumpang di dalam bus lalu menghitung penumpang yang ada di gambar tersebut. Sistem ini diuji dengan mengimplementasikan pada bus lalu bus dijalankan. Serta melakukan pemrosesan gambar-gambar dari bus klien TransTRACK.ID. Rata-rata akurasi penghitungan penumpang tertinggi dari pengujian yang dilakukan adalah 91.02% sedangkan rata-rata akurasi terendah adalah 0.56%.

Kata kunci— pengolahan gambar, penghitung penumpang, raspberry pi, kamera

I. PENDAHULUAN

Saat ini di Indonesia masih belum terbebas dari virus COVID-19[1]. Sebagai upaya menghadapi COVID-19 pemerintah menerapkan kebijakan Pembatasan Kegiatan Masyarakat (PPKM). PPKM ini membatasi kegiatan masyarakat yang berpotensi menciptakan kerumunan untuk mengurangi penyebaran virus Covid-19[2]. Salah satu yang dibatasi dalam PPKM adalah kapasitas penumpang transportasi umum dan kendaraan pribadi. Disampaikan pada Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 15 Tahun 2019 bahwa angkutan antarkota harus menaikkan dan menurunkan penumpang di terminal[3].

PT Indo Trans Teknologi adalah perusahaan yang bergerak di bidang telematika. Perusahaan ini mempunyai fleet management system yang bisa memberikan informasi terkait posisi kendaraan dan kondisi kendaraan dari armada yang menggunakan jasanya[4]. Tentunya untuk bisa menyediakan informasi tersebut PT Indo Trans Teknologi menggunakan teknologi Global Positioning System(GPS) mobil. GPS mobil saat ini mempunyai fitur selain mendeteksi posisi, seperti mengirimkan sinyal digital ketika memasuki wilayah tertentu[5].

Dibutuhkan sistem penghitung jumlah penumpang di dalam bus untuk memastikan PPKM diterapkan dan pengemudi bus menaikkan dan menurunkan penumpang di terminal pada bus dari armada yang menggunakan jasa PT Indo Trans Teknologi. Dengan sistem ini tentunya bisa diketahui apakah kuota penumpang di dalam bus sesuai dengan PPKM atau tidak. Serta dengan bantuan GPS mobil, akan diketahui jumlah penumpang saat posisi bus di terminal. Dengan begitu dapat diketahui apakah pengemudi menaikkan dan menurunkan hanya di terminal atau tidak.

Untuk memastikan kapasitas penumpang di dalam bus sesuai dengan ketentuan kebijakan PPKM yang sedang diterapkan. Serta untuk memastikan pengemudi bus menaikkan dan menurunkan penumpang di terminal sesuai ketentuan dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 15 Tahun 2019. Dibutuhkan sebuah sistem penghitung penumpang di dalam bus.

Proyek Akhir ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem yang bisa menghitung penumpang di dalam bus menggunakan kamera dan Raspberry pi serta membuat sistem yang bisa mengambil gambar secara berkala berdasarkan interval waktu yang ditentukan dan, membuat sistem yang bisa mengambil gambar ketika Raspberry Pi mendapatkan sinyal high pada salah satu pin GPIO . (General Purpose Input/Output).

II. KAJIAN TEORI

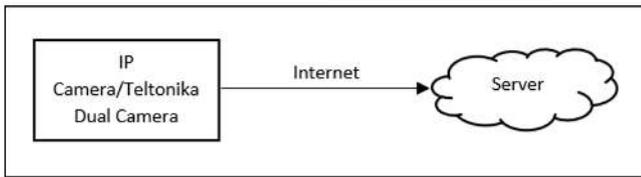
Pada penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya telah dibangun sebuah sistem yang mampu menghitung penumpang bus dengan memanfaatkan sensor infrared (IR) dan Raspberry Pi. Ketika IR mendeteksi gerakan masuk pada

pada pintu bus maka akan dikirimkan data “1” ke Raspberry Pi. Sedangkan jika IR mendeteksi gerakan keluar maka data yang dikirimkan adalah “-1”. Data yang dikirimkan ini akan dikalkulasikan oleh Raspberry Pi untuk menghitung penumpang pada bus[6]. Pada penelitian sebelumnya dibangun sistem penghitung penumpang bus secara otomatis dengan memanfaatkan switch push button dan node MCU. Switch push button akan disambungkan ke node MCU dan diletakkan dibawah kursi untuk mendeteksi penumpang pada bus. Data dari button akan dibaca oleh node MCU dan dikirimkan ke firebase[7].

Pada penelitian sebelumnya dirancang sistem yang bisa mendeteksi dan menghitung jumlah manusia. Penelitian ini memanfaatkan laptop dan webcam. Webcam akan mengambil video secara real-time dan akan di capture setiap 10 detik. Gambar yang di capture akan diproses oleh laptop untuk mengetahui keberadaan manusia. Jika pada gambar terdapat manusia maka sistem akan mendeteksi dan menghitungnya[8]. Pada penelitian yang telah dilakukan, telah dibangun prototipe yang bisa menghitung penumpang secara otomatis dengan memanfaatkan pressure pad dan Arduino Uno. Ketika pressure pad diduduki maka akan dikirimkan data “1” ke Arduino. Sedangkan jika tidak ada yang diduduki maka akan dikirimkan data “0”. Lalu Arduino akan mengkalkulasikan data yang diterima untuk mengetahui banyaknya penumpang [9].

III. METODE

A. GAMBARAN SISTEM SAAT INI

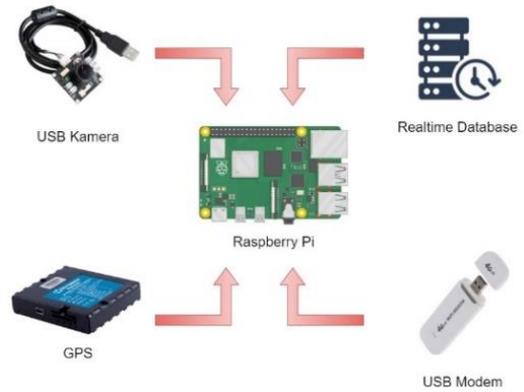


GAMBAR 1 (BLOK DIAGRAM SAAT INI)

Sistem saat ini ada yang menggunakan menggunakan IP Camera ada yang menggunakan Teltonika Dual Camera. Pada sistem yang menggunakan IP Camera(IP Cam), IP Cam diberikan koneksi internet melalui kabel Local Area Network(LAN) atau Wireless LAN. IP Cam dikonfigurasi dengan cara menyambungkan laptop dengan jaringan yang sama dengan kamera. Lalu dari laptop akses IP dari IP Cam menggunakan web browser. Konfigurasi yang bisa dilakukan adalah server yang akan menerima gambar potret dari IP Camera serta rentang waktu pengiriman ke server. Kekurangan dari sistem yang menggunakan IP Camera adalah tidak bisa diatur dari jarak jauh.

Sedangkan sistem yang menggunakan Teltonika Dual Camera menggunakan SIM Card M2M IoT untuk koneksi Internet. Pada sistem ini kamera dikonfigurasi menggunakan laptop atau komputer yang terhubung dengan internet melalui aplikasi Teltonika Configurator. Konfigurasi yang bisa dilakukan adalah server yang menerima, rentang waktu pengiriman, potret berdasarkan kejadian tertentu, dan potret berdasarkan digital input. Pada kedua sistem diatas kamera diletakkan di posisi yang bisa menjangkau semua penumpang di dalam bus. Pada sistem saat ini belum ada perhitungan penumpang.

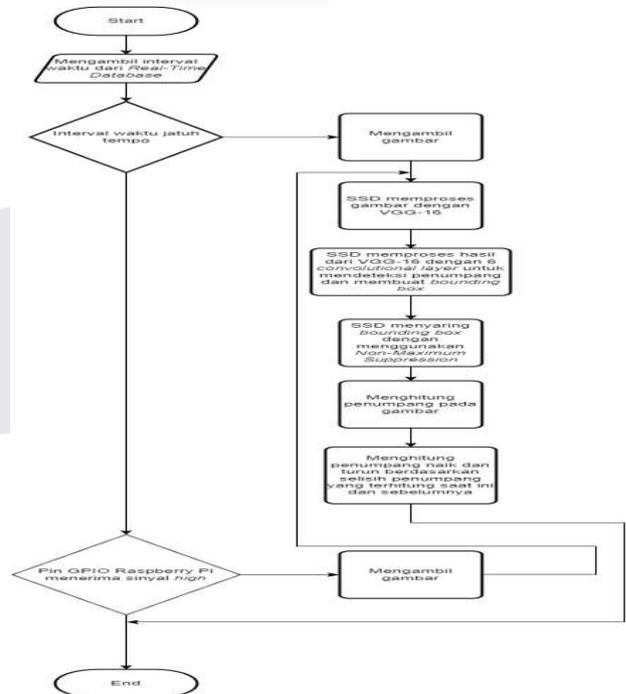
B. BLOK DIAGRAM DAN CARA KERJA SISTEM USULAN



GAMBAR 2 (BLOK DIAGRAM DAN CARA KERJA SISTEM)

Alat akan di pasang di dalam Bus. Posisi pemasangan kamera harus menjangkau semua penumpang di dalam Bus. Kemudian Raspberry Pi akan memerintahkan kamera mengambil gambar berdasarkan interval waktu yang ditentukan dan ketika pin GPIO Raspberry Pi mendapatkan sinyal high. Pin GPIO Raspberry Pi tersebut bisa disambungkan ke GPS mobil. GPS mobil bisa memberikan sinyal digital saat mendeteksi adanya kecelakaan ataupun keluar-masuk area(geofence). Interval waktu akan dikonfigurasi pada real-time database. Setelah kamera berhasil mengambil gambar, Raspberry Pi akan memproses gambar untuk menghitung penumpang. Selain itu alat akan menghitung jumlah orang yang naik dan turun dari kendaraan berdasarkan selisih dari jumlah penumpang yang telah terdeteksi sebelumnya.

C. FLOW CHART SISTEM USULAN



GAMBAR 3 (FLOW CHART)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem diimplementasikan pada bus. Kamera dipasang didepan kursi penumpang. kamera diletakkan pada posisi yang dapat menjangkau seluruh kursi penumpang.



GAMBAR 4 (IMPLEMENTASI SISTEM)



GAMBAR 5 (HASIL GAMBAR DARI KAMERA)

Sistem Penghitung Penumpang pada Bus Menggunakan Kamera Berbasis Raspberry Pi, akan melakukan pengambilan dan pengolahan gambar secara terus menerus dengan interval waktu yang ditentukan. Interval tersebut menyesuaikan dengan interval yang ada di real-time database. Pada sistem ini gambar diolah untuk bisa mendeteksi banyaknya penumpang pada gambar.

A. Pengujian Akurasi dan Presisi Penghitungan Penumpang
 Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dan presisi sistem dalam menghitung penumpang. Tingkat akurasi dan presisi di hitung dengan menggunakan Confusion Matrix. Confusion Matrix adalah metode untuk mengukur performa machine learning. Confusion Matrix, rumus akurasi dan rumus presisi dapat dilihat pada gambar 5. Parameter yang diujikan pada pengujian ini dapat dilihat pada gambar 6.

inpows.com

	Positive	Negative	
Positive	True Positive (TP)	False Negative (FN)	Sensitivity $\frac{TP}{(TP + FN)}$
Negative	False Positive (FP)	True Negative (TN)	Specificity $\frac{TN}{(TN + FP)}$
	Precision $\frac{TP}{(TP + FP)}$	Negative Predictive Value $\frac{TN}{(TN + FN)}$	Accuracy $\frac{TP + TN}{(TP + TN + FP + FN)}$

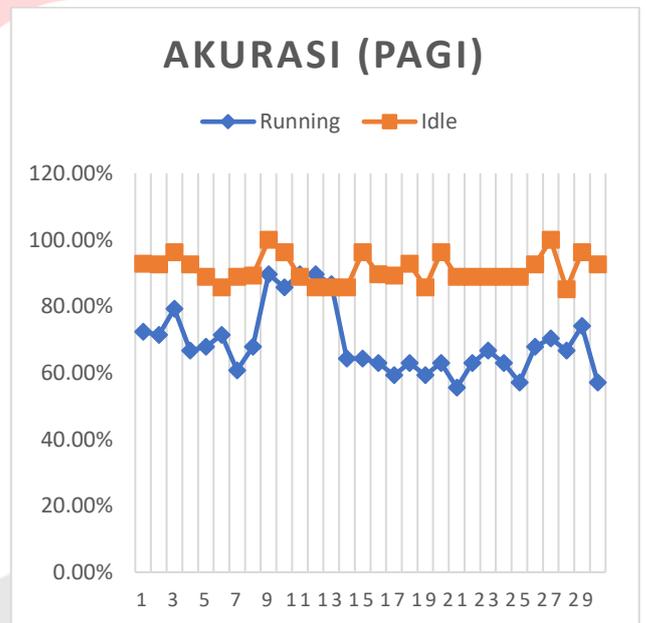
GAMBAR 6 (CONFUSION MATRIX [10])

<p>True Positive (TP) Jumlah Penumpang yang Benar Terdeteksi</p>	<p>False Negative (FN) Jumlah Penumpang yang Tidak Terdeteksi</p>
<p>False Positive (FP) Jumlah Penumpang yang Salah Terdeteksi</p>	<p>True Negative (TN) Jumlah Bangku Kosong yang Tidak Terdeteksi Sebagai Penumpang</p>

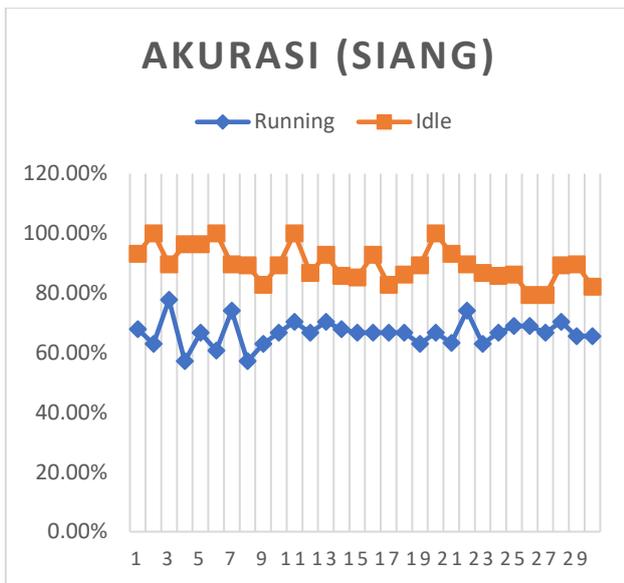
GAMBAR 7 (PARAMETER YANG DIUJIKAN)

1. Implementasi Pada Bus

Sistem diimplementasikan pada bus, dengan dua kondisi yaitu bus beroperasi (running) dan tidak beroperasi (idle). Diuji pada tiga waktu yaitu pagi, siang, dan malam. Namun pengujian waktu malam hanya dilakukan pada kondisi bus idle. Setiap pengujian dilakukan 30 kali penghitungan penumpang.



GAMBAR 8 (GRAFIK AKURASI IMPLEMENTASI PAGI)



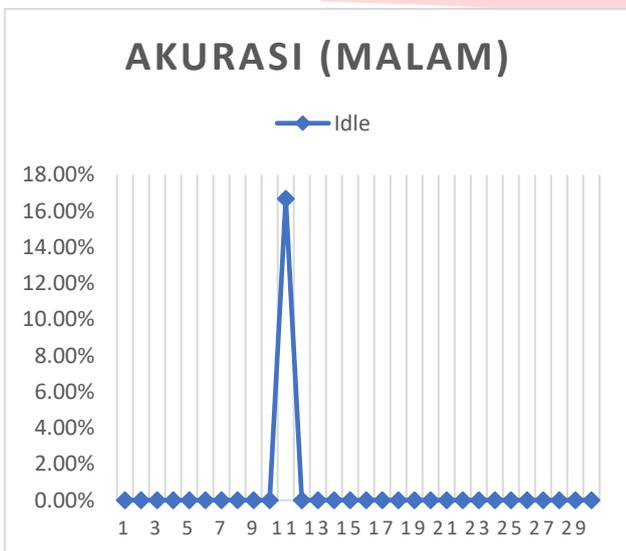
GAMBAR 9 (GRAFIK AKURASI IMPLEMENTASI SIANG)



GAMBAR 12 (HASIL IMPLEMENTASI DI PAGI HARI BUS RUNNING)

Rata-rata akurasi paling tinggi adalah saat pagi dengan kondisi bus running yaitu 91.02%. Hal ini dikarenakan pada saat pengujian tersebut penumpang duduk dibagian depan dan banyak kursi yang kosong. Sedangkan saat pengujian implementasi pada bus dengan kondisi bus running kursi kosong lebih sedikit.

Pada kondisi bus running penumpang lebih banyak, dengan posisi penumpang lebih tersebar, ada yang di belakang dan di depan. Pada pengujian implementasi pada bus, penumpang yang berada dibelakang kurang terlihat. Hanya ujung kepalanya saja yang terlihat. Sehingga sistem sulit mendeteksi keberadaan penumpang dengan kondisi seperti itu. Selain itu, pada saat kondisi bus running terkadang gambar blur atau posisi kamera berubah. Ini dikarenakan saat bus running ada guncangan yang terjadi pada bus.



GAMBAR 10 (GRAFIK AKURASI IMPLEMENTASI (MALAM)

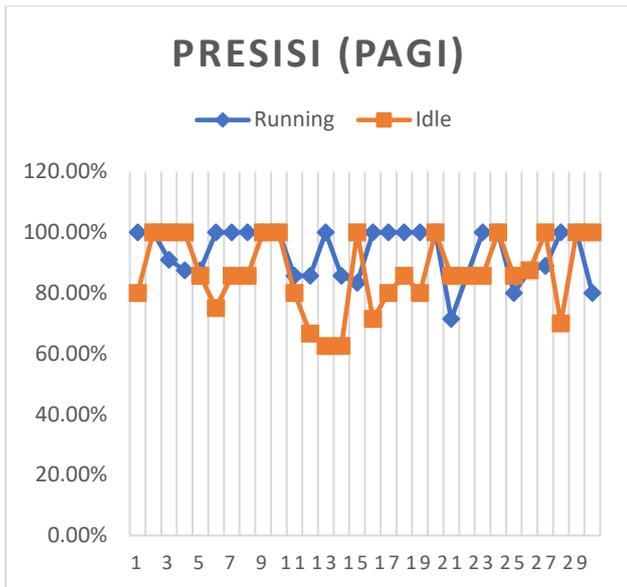


GAMBAR 13 (HASIL IMPLEMENTASI PADA MALAM HARI)

Sedangkan yang terendah adalah saat malam dengan kondisi bus idle yaitu 0.56%. Dari 30 kali penghitungan penumpang pada pengujian dengan kondisi bus idle di malam hari hanya 1 kali yang dapat mendeteksi 1 penumpang. Hal ini dikarenakan penumpang yang terdeteksi mendekatkan layar laptop. Sehingga wajahnya terlihat karena terpapar cahaya layar laptop.



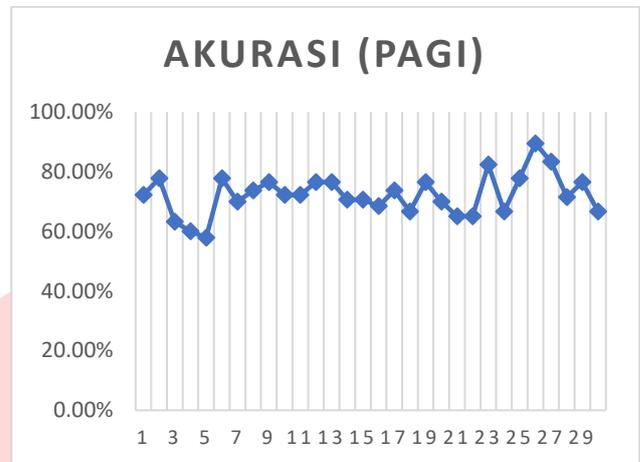
GAMBAR 11 (HASIL IMPLEMENTASI DI PAGI HARI BUS IDLE)



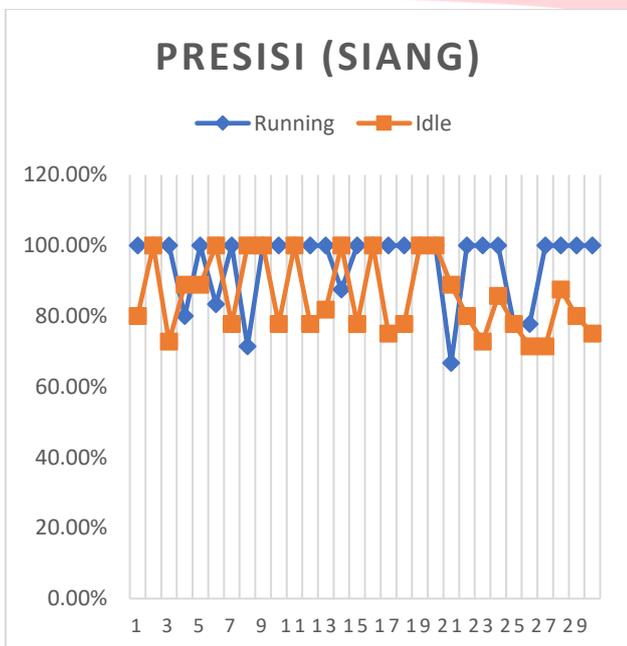
GAMBAR 14
(GRAFIK PRESISI IMPLEMENTASI PAGI)

2. Data Dari Klien TransTRACK.ID

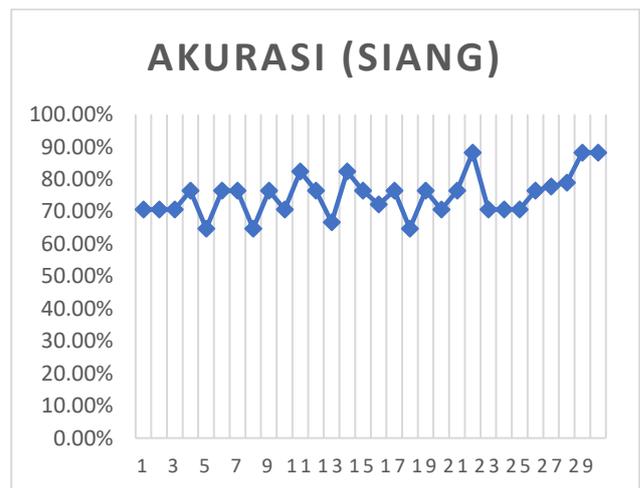
Sistem melakukan pengolahan citra dari salah satu bus milik klien TransTRACK.ID yang dipasangkan kamera InfraRed (IR). Foto diambil dari 3 waktu, yaitu Pagi, Siang dan Malam. Jumlah foto yang diambil dari tiap waktu tersebut adalah 30 foto.



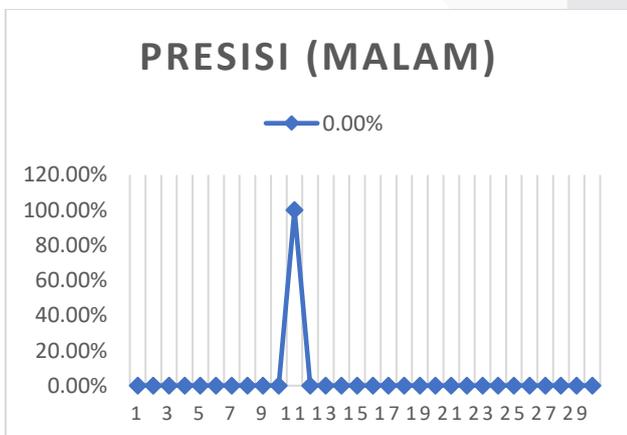
GAMBAR 17
(GRAFIK AKURASI DATA DARI KLIEN PAGI)



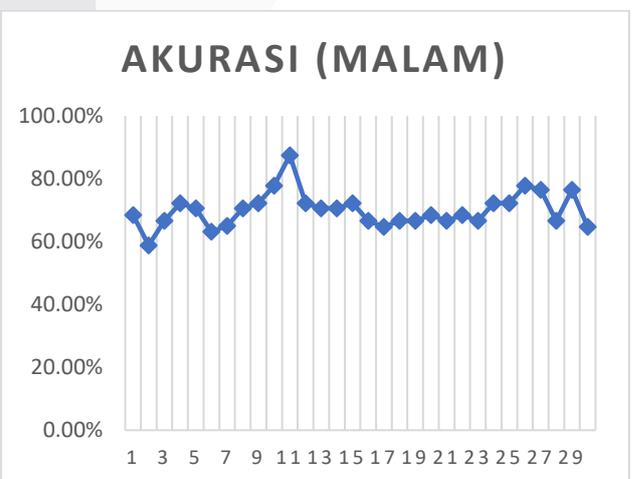
GAMBAR 15
(GRAFIK PRESISI IMPLEMENTASI SIANG)



GAMBAR 18
(GRAFIK AKURASI DATA DARI KLIEN SIANG)



GAMBAR 16
(GRAFIK PRESISI IMPLEMENTASI MALAM)

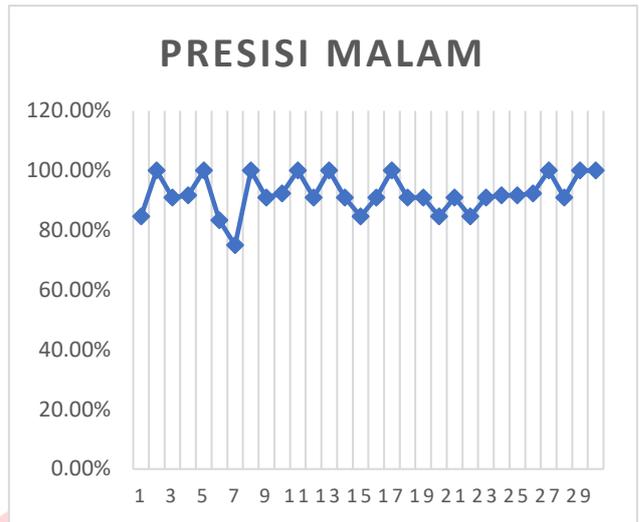


GAMBAR 19
(GRAFIK AKURASI DATA DARI KLIEN MALAM)

Dapat terlihat pada grafik bahwa, pada pengujian ini sistem bisa menghitung penumpang saat malam hari. Ini dikarenakan foto yang diolah diambil menggunakan kamera IR.



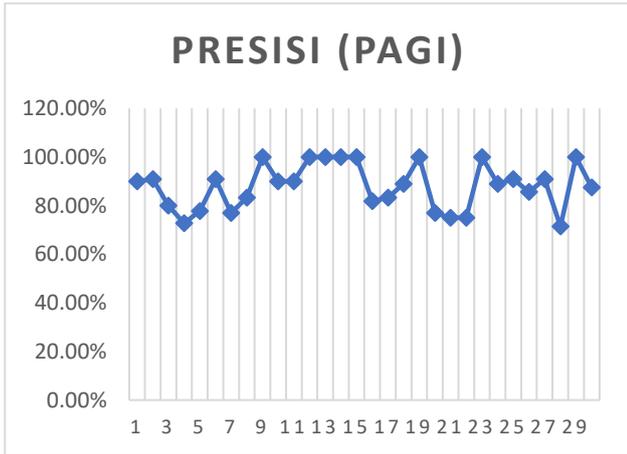
GAMBAR 20



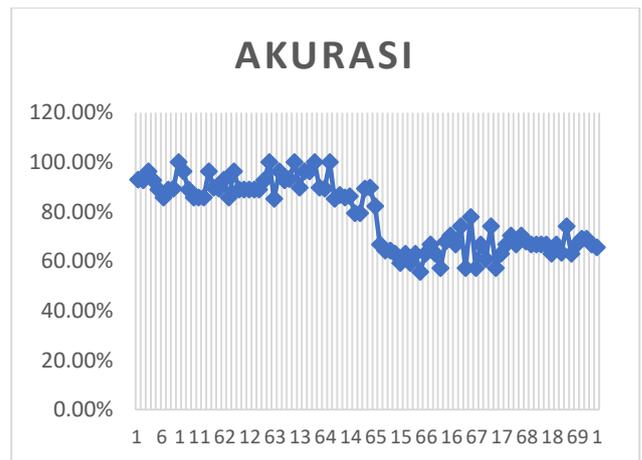
GAMBAR 23
(GRAFIK PRESISI DATA DARI KLIEN MALAM)

3. Penumpang Posisi Duduk

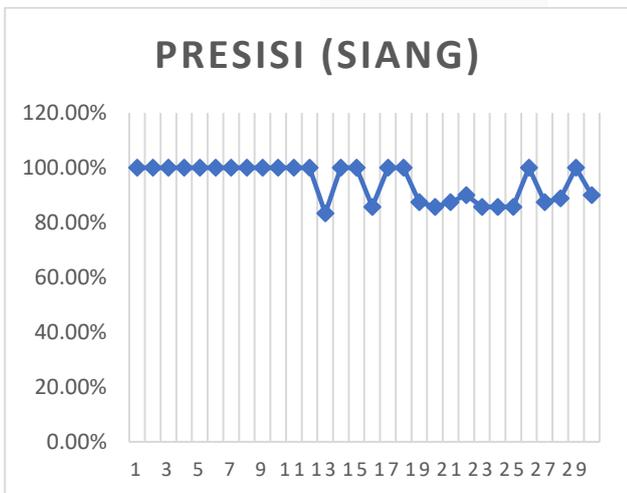
Pengujian ini dilakukan dengan mengolah foto-foto saat semua penumpang dalam posisi duduk. Foto-foto yang diolah diambil dari pengujian implementasi pada bus. Jumlah dari foto yang diolah adalah 91.



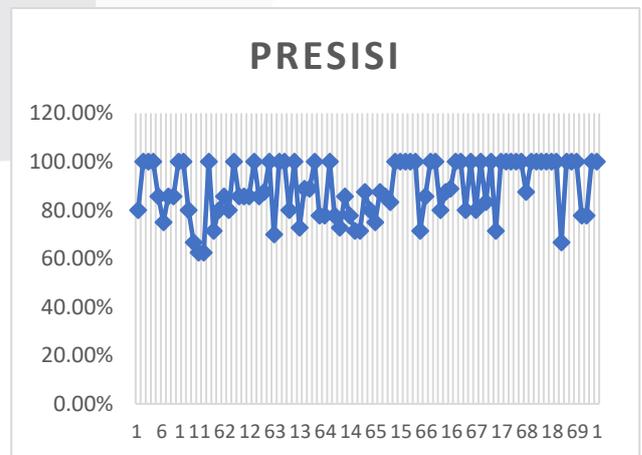
GAMBAR 21
(GRAFIK PRESISI DATA DARI KLIEN PAGI)



GAMBAR 24
(GRAFIK AKURASI PENUMPANG POSISI DUDUK)



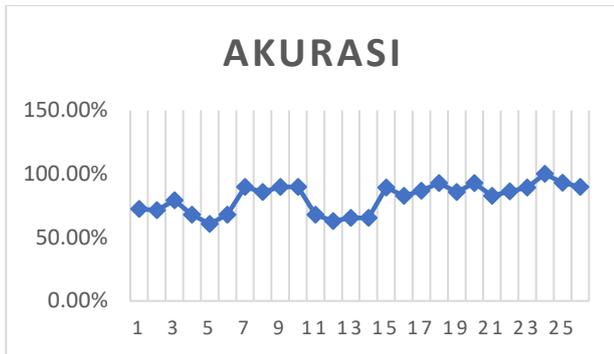
GAMBAR 22
(GRAFIK PRESISI DATA DARI KLIEN SIANG)



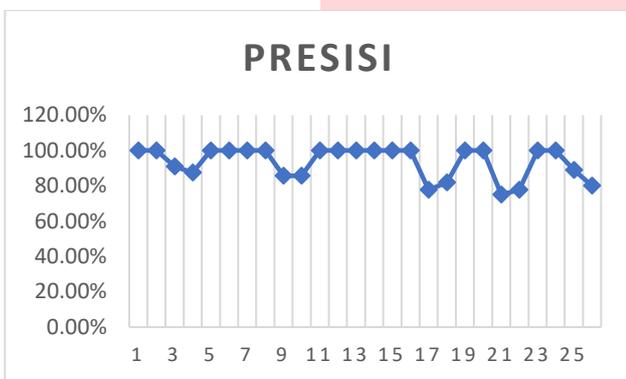
GAMBAR 25
(GRAFIK PRESISI PENUMPANG POSISI DUDUK)

4. Penumpang Beragam Posisi

Pengujian ini dilakukan dengan mengolah foto-foto yang terdapat penumpang dengan beragam posisi. Foto-foto yang diolah diambil dari pengujian implementasi pada bus. Jumlah dari foto yang diolah adalah 26.



GAMBAR 26 (GRAFIK AKURASI PENUMPANG BERAGAM POSISI)



GAMBAR 27 (GRAFIK PRESISI PENUMPANG BERAGAM POSISI)

B. Pengujian Persebagian Tubuh Manusia

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui persebagian tubuh manusia yang dapat terdeteksi dengan baik oleh sistem. Dapat dilihat pada tabel 1, persebagian tubuh manusia yang paling baik terdeteksi oleh sistem adalah kaki-ujung kepala, lutut-ujung kepala, pinggang-ujung kepala dan dada-ujung kepala. Lalu, persebagian tubuh manusia yang cukup baik terdeteksi oleh sistem adalah dagu-ujung kepala, mulut-ujung kepala, hidung-ujung kepala. Persebagian tubuh manusia yang kurang baik terdeteksi oleh sistem adalah jidat-ujung kepala. Persebagian tubuh manusia yang sangat tidak baik terdeteksi oleh sistem adalah ujung kepala.

TABEL 1 (TABEL PENGUJIAN PERSEBAGIAN TUBUH MANUSIA)

	Kaki - Ujung Kepala	Lutut - Ujung Kepala	Pinggang - Ujung Kepala	Dada - Ujung Kepala	Dagu - Ujung Kepala
Normal	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
Menggunakan Kacamata	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
Menggunakan Topi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
Menggunakan Hijab	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi

	Mulut - Ujung Kepala	Hidung - Ujung Kepala	Mata - Ujung Kepala	Jidat - Ujung Kepala	Ujung Kepala
Normal	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
Menggunakan Kacamata	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
Menggunakan Topi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
Menggunakan Hijab	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi

V. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan, proyek akhir ini berhasil mengimplementasikan sistem penghitung penumpang di dalam bus dengan menggunakan kamera dan Raspberry Pi. Rata-rata akurasi tertinggi dari penghitungan penumpang adalah saat implementasi pada bus dengan kondisi bus idle yaitu 91.02%. Sedangkan rata-rata

akurasi terendah adalah saat pengujian implementasi pada bus di malam hari yaitu 0.56%.

Akurasi penghitungan penumpang dipengaruhi dengan posisi kamera. Posisi kamera yang terbaik adalah ketika diposisikan, kamera bisa mendapatkan gambar penumpang dengan jelas. Dari pengujian persebagian tubuh manusia, persebagian tubuh manusia yang kurang baik terdeteksi oleh sistem adalah jidat-ujung kepala dan yang sangat tidak baik terdeteksi oleh sistem adalah ujung kepala.

Saat malam hari akurasi sangat dipengaruhi oleh jenis kamera yang digunakan. Jika jenis kamera yang digunakan bukan kamera infrared. Maka akan sangat sulit untuk mendeteksi penumpang.

Selain itu proyek akhir ini berhasil membuat sistem yang bisa mengambil gambar secara berkala berdasarkan interval waktu yang ditentukan dan membuat sistem yang bisa mengambil gambar ketika Raspberry Pi mendapatkan sinyal dari GPS.

Disarankan untuk menggunakan kamera infrared agar bisa mendeteksi penumpang di malam hari. Memosisikan kamera yang bisa melihat penumpang dengan jelas. Gunakan braket untuk kamera agar kamera tidak berubah posisi karena guncangan bus. berisi hal-hal baru atau hal-hal yang diperoleh penulis yang dapat memperbaiki atau mengembangkan esensi dari pembahasan. Jika bus panjang, disarankan menggunakan dua kamera sehingga bisa mendapatkan gambar penumpang dengan cakupan lebih luas. Agar tidak hanya terlihat jidat atau ujung kepala dari penumpang.

REFERENSI

- [1] Satuan Tugas Penanganan COVID-19, "Peta Sebaran Covid-19," 2021. [Online]. Available: <https://covid19.go.id/peta-sebaran>
- [2] M. Idris, "Masih Belum Paham Apa Itu PPKM?," *Kompas.com*, Jul. 17, 2021. [Online]. Available: <https://money.kompas.com/read/2021/07/17/111002626/masih-belum-paham-apa-itu-ppkm?page=all>
- [3] Menteri Perhubungan Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 15 Tahun 2019 Tentang Penyelenggaraan Angkutan Orang Dengan Kendaraan Bermotor Umum Dalam Trayek," *PERMEN Perhub. Republik Indones.*, p. 13, 2019, [Online]. Available: http://jdih.dephub.go.id/assets/uudocs/permen/2015/P_M_180_Tahun_2015.pdf
- [4] TransTRACK.ID, "TransTRACK.ID," 2022. <https://transtrack.id/en/aboutUs> (accessed Jul. 09, 2022).
- [5] Teltonika, "FMB110," 2022. <https://teltonika-gps.com/product/fmb110/#features> (accessed May 15, 2022).
- [6] H. N. M. Aditama, "SISTEM MONITORING DAN PENGHITUNG PENUMPANG PADA BUS RAPID TRANSIT (BRT) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS," *Univ. Telkom*, 2018, [Online]. Available: <https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/home/catalog/id/146057/slug/sistem-monitoring-dan-penghitung-penumpang-pada-bus-rapid-transit-brt-menggunakan-teknologi-internet-of-things.html>
- [7] M. M. MUBAROK, "OTOMASI SISTEM PENGHITUNGAN JUMLAH PENUMPANG PADA POS PEMERIKSAAN BIS," *Univ. Telkom*, 2018,

- [8] [Online]. Available: <https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/home/catalog/id/140693/slug/otomasi-sistem-penghitungan-jumlah-penumpang-pada-pos-pemeriksaan-bis.html>
M. I. PANUTAN, "Perancangan Sistem Pendeteksi Manusia Beserta Jumlahnya Berbasis Pengolahan Citra," *Univ. Telkom, D3 Teknol. Telekomun.*, 2019, [Online]. Available: <https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/pustaka/153933/perancangan-sistem-pendeteksi-manusia-beserta-jumlahnya-berbasis-pengolahan-citra.html>
- [9] J. I. Sojol, N. Ferdous, S. Sadman, and T. Motahar, "Smart Bus: An Automated Passenger Counting System," *Int. J. Pure Appl. Math.*, vol. 118, no. 18, pp. 3169–3177, 2018, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/323027620_Smart_Bus_An_Automated_Passenger_Counting_System
- [10] Inpows, "Confusion Matrix Pada Machine Learning," 2020. <https://www.inpows.com/machine-learning/confusion-matrix-pada-machine-learning/> (accessed Aug. 25, 2022).

