

SISTEM PERHITUNGAN PENDAPATAN BUS TRANS METRO BANDUNG BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)*

IOT-BASED INCOMING REVENUE CALCULATION SYSTEM OF BUS TRANS METRO BANDUNG

Nurwulan Fitriyanti¹, Sussi Sussi², Dadan Nur Ramadan³, Rendi Munadi⁴

¹ Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Telkom University.

^{2,4} Jurusan Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Telkom University.

³ Diploma Teknologi Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan. Universitas Telkom.

¹nurwulanf@telkomuniversity.ac.id; ²Sussiss@telkomuniversity.ac.id,
³[dadannr@telkomuniversity.ac.id](mailto:dadanr@telkomuniversity.ac.id), ⁴rendymunadi@telkomuniversity.ac.id.

Abstrak

Salah satu permasalahan yang dihadapi Trans Metro Bandung (TMB) yaitu penghitungan pendapatan masih dilakukan secara manual, TMB sudah pernah menerapkan system barcode untuk pembayaran hanya saja tidak digunakan secara optimal dikarenakan keterbatasan perangkat yang dimiliki oleh penumpang serta kurangnya pemahaman terkait penggunaan system barcode. Penelitian ini menawarkan solusi dengan menggunakan sensor GPS untuk mengetahui posisi Bus, kemudian untuk mendeteksi naik-turun penumpang pada pintu bus dengan tujuan mengetahui jumlah penumpang di dalam bus menggunakan sebuah USB Camera, sehingga perhitungan revenue diperoleh dengan benar. Kontribusi penelitian ini yaitu berupa alat dan aplikasi yang diimplementasikan secara langsung pada TMB. Metode yang digunakan adalah deteksi objek dan Internet of Things dimana keluar masuk penumpang di deteksi serta hasil Revenue harian dikirimkan kepada smartphone stakeholder. Hasil pengujian pada proses deteksi penumpang naik diperoleh akurasi sebesar 90% dan penumpang turun sebesar 80%. Performansi jaringan diperoleh nilai rata-rata throughput sebesar 19.883 bps, dan pengujian rata-rata delay yaitu sebesar 79.110 ms. Aplikasi pada Smartphone dapat menampilkan posisi bus yang tersinkron pada google map, jumlah penumpang yang berada di bus secara real time, serta total jumlah penumpang yang dalam satu hari. Berdasarkan hasil pengujian disimpulkan bahwa system Revenue yang dibuat baik dan telah diterapkan di TMB

Kata kunci : System Perhitungan Pendapatan, TMB, IoT , Penumpang.

Abstract

Trans Metro Bandung (TMB) is facing a challenge with manual income calculations, despite previously introducing a barcode payment system. Unfortunately, this system is underutilized due to passengers' limited devices and a lack of understanding about its use. To address this, the research proposes a solution employing GPS sensors to track bus positions and USB cameras for passenger detection, aiming to accurately count passengers and calculate revenue. The research contributes tools and applications directly implemented in TMB, utilizing object detection and the Internet of Things (IoT). The method detects passenger entries and exits, with daily revenue results transmitted to stakeholders' smartphones. The testing phase achieved a 90% accuracy in boarding passenger detection, reducing errors by 80%. Network performance yielded an average throughput of 19,883 bps and a test delay ranging from 79 to 110 ms. Smartphone applications can display real-time bus positions on Google Maps, passenger counts, and total daily passengers. In conclusion, the revenue system, as evidenced by the test results, is effective and successfully integrated into TMB operations.

Keywords: Revenue Calculation System, TMB, IoT, Passenger.

1. PENDAHULUAN

Trans Metro Bandung (TMB) adalah suatu lembaga transportasi darat yang menggunakan kendaraan jenis bus sebagai pelayanan publik sejak tahun 2020. TMB berada dibawah naungan Dinas Perhubungan Kota Bandung, saat ini TMB mampu melayani penumpang sebanyak 360.000 dalam satu hari, namun penghitungan incoming revenue masih dilakukan secara manual sehingga apabila terjadi kesalahan perhitungan dapat mengakibatkan kerugian bagi perusahaan. Hal ini dikarenakan kesalahan yang dilakukan oleh manusia dalam menghitung pendapatan ataupun ketidaktepatan dalam mencatat pemasukan setiap harinya [1], [2]. Selain itu, pemantauan armada bus TMB dilakukan dengan cara menempatkan petugas pada checkpoint yang ditentukan dimana pada setiap rute perjalanan terdapat dua lokasi checkpoint. Petugas checkpoint secara rutin membuat laporan untuk setiap kedatangan bus dan jumlah penumpang didalamnya, proses pencatatan tersebut rata-rata memerlukan waktu sekitar 3 menit, sehingga dapat menyebabkan terjadinya antrian dan keterlambatan bus untuk sampai ke tujuan [3],[4].

Beberapa penelitian sudah dilakukan sebelumnya untuk mengatasi masalah transportasi bus, diantaranya; penjawalan untuk operasi bus[5],[6],[7],[8]. Kemudian penelitian mengenai passenger intracity OD (origin and destination) [9] , mengelompokkan penumpang berdasarkan rute perjalanan [10], namun masih terkendala kondisi real di jalan raya, sehingga waktu penjadwalan bus belum sesuai dengan yang ditentukan, yang kemudian dilakukan perbaikan dengan memantau bus secara realtime menggunakan GPS [11] [12], [13], [14]. Peneliti lainnya menambahkan analisa dan metode untuk melakukan estimasi jumlah penumpang bus namun masih belum mendapatkan perhitungan revenue [15], [16], [17]. Penambahan beberapa algoritma dan sensor dilakukan untuk mendeteksi penumpang bus, seperti [18], yang menggunakan algoritma untuk membantu memperkirakan pendapatan bus berdasarkan informasi naik dan turun penumpang, kemudian bus yang dilengkapi dengan perekam dan sensor [19], serta menggunakan RFID sebagai tiket [20], namun penelitian tersebut masih terkedala pada deteksi naik-turun penumpang bus, dan penggunaan RFID sebagai metode pembayaran yang terkadang mengalami kendala, sehingga mempengaruhi perhitungan revenue dipengelola bus. Penelitian perhitungan Revenue lainnya dijelaskan oleh Suimeng Guo dengan membimbing penumpang melalui aplikasi tawar menawar harga sehingga menguntungkan pihak pengemudi hanya saja penelitian ini diterapkan pada transportasi online [21], [21], [22].

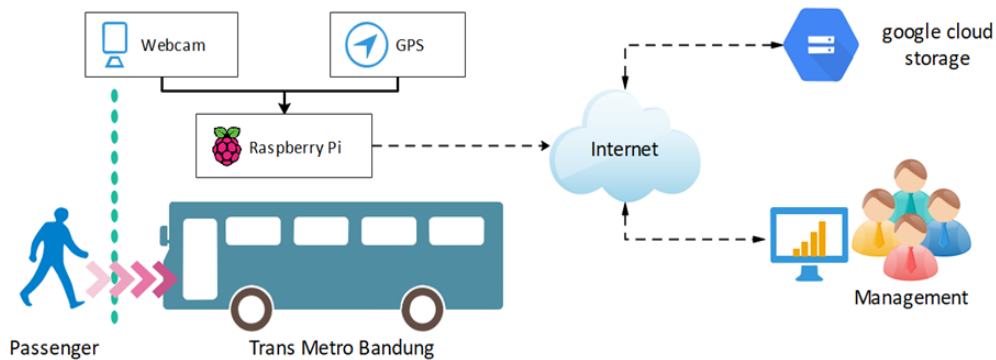
Tujuan penelitian yang kami lakukan yaitu membuat system perhitungan pendapatan berbasis internet of things pada TMB sehingga bisa langsung diakses oleh stakeholder TMB dimana perhitungan penumpang menggunakan objek detection open CV. Sedangkan Kontribusi penelitian kami terdiri dari Penelitian yang kami lakukan memberikan solusi untuk masalah yang masih belum terselesaikan yaitu dengan menggunakan sensor GPS untuk mengetahui posisi Bus, kemudian untuk mengetahui jumlah penumpang didalam bus dengan menempatkan sebuah USB Camera yang dilengkapi oleh algoritma untuk mendeteksi naik-turun penumpang pada pintu bus, sehingga akurasi jumlah penumpang dapat ditingkatkan dan perhitungan revenue diperoleh dengan benar. Pengukuran Quality of Service (QoS) seperti delay dan throughput pada sistem untuk mengetahui kualitas kinerja jaringan dari cloud database ke aplikasi android pengguna.

2. METODOLOGI

2.1 Desain Sistem

Penelitian kami berfokus kepada pembuatan system untuk menghitung perhitungan jumlah penumpang didalam Bus dengan menggunakan penggunaan USB camera, serta GPS yang berfungsi untuk mengirimkan lokasi dan kecepatan bus [23], sehingga perhitungan income revenue dari setiap bus dapat dikalkulasikan secara otomatis. Sistem yang dibuat berfungsi untuk mengirimkan data

lokasi, kecepatan dan menghitung perubahan penumpang pada sebuah bus, seperti ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur Sistem Perhitungan Pendapatan TMB

Pada Gambar 1, sebuah GPS digunakan untuk mendapatkan lokasi longitude dan latitude serta kecepatan dari bus, kemudian penggunaan sebuah kamera yang ditempatkan pada pintu bus digunakan untuk menghitung penumpang yang masuk atau keluar bus. GPS dan camera terhubung kepada sebuah raspberry pi, penggunaan raspberry pi adalah untuk mengolah citra yang tangkap oleh camera. Data dari GPS dan akumulasi perubahan jumlah penumpang didalam bus kemudian akan dikirimkan ke cloud database menggunakan sebuah modem 4G dengan menggunakan internet.

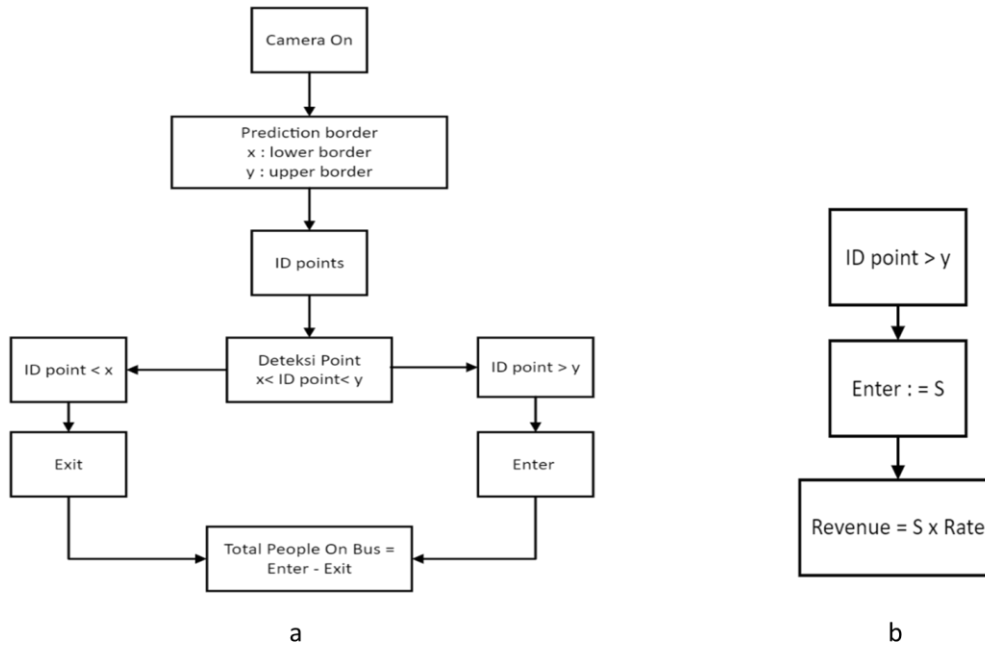
Data yang dikirimkan oleh perangkat monitoring pada bus, akan disimpan pada cloud database, database yang digunakan ada dua buah, yaitu Firebase [24],[25],[26] dan MySQL [27], keduanya digunakan sesuai dengan fungsi dan keunggulannya. Firebase digunakan untuk menyimpan data lokasi, kecepatan dan jumlah penumpang dari setiap bus, dimana perubahan datanya sangat cepat dan bervariasi, sedangkan MySQL digunakan untuk menyimpan data dan history revenue. Setiap terjadinya penambahan penumpang pada setiap bus, akan menambah income pada bus tersebut, proses ini diolah pada sebuah aplikasi berbasis android dan dapat diakses setiap saat oleh manajemen TMB.

Penggunaan GPS untuk mengetahui posisi bus, bertujuan untuk membantu pihak manajemen TMB memonitoring keberadaan setiap bus yang beroperasi. Keakuratan perangkat GPS divalidasi dengan membandingkan koordinat yang dikirimkan oleh setiap perangkat dengan aplikasi Google Maps. Gambar 2 menunjukkan perangkat GPS yang dibuat. Dikarenakan penggunaan tarif pada TMB adalah flat baik jaraknya dekat ataupun jauh, maka perhitungan income revenue pada setiap bus TMB, sangat bergantung pada akurasi camera untuk menangkap pergerakan penumpang dan algoritma yang digunakan untuk memprediksinya apakah penumpang tersebut dikategorikan masuk atau keluar bus.



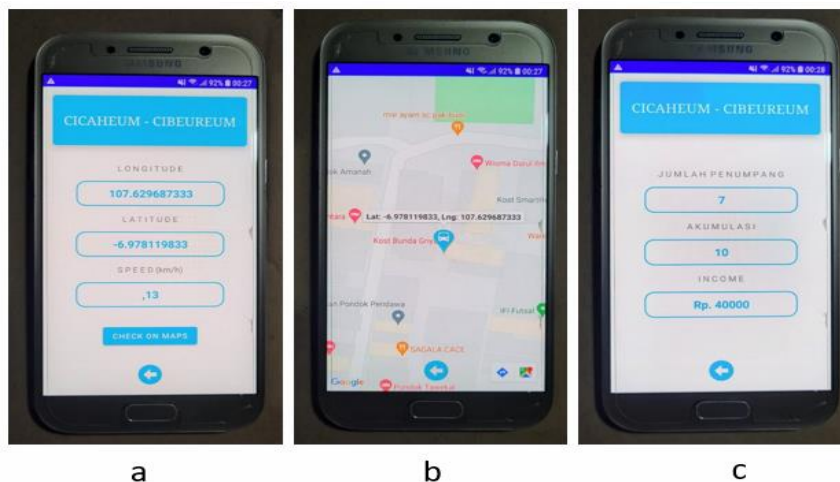
Gambar 2. Perangkat GPS

2.2 Deteksi penumpang dan pendapatan



Gambar 3. (a) Algoritma Perhitungan Penumpang Dalam Bus, (b) Perhitungan Pendapatan

Algoritma deteksi penumpang pada bus TMB dijelaskan pada Gambar 3 (a). Penumpang masuk kedalam bus dan tertangkap oleh camera. Open CV dalam kamera sudah disetting area prediction border. Camera yang disimpan didalam bus mendeteksi adanya penumpang naik atau turun setelah terbentuknya ID point pada prediction border. Prediction border menggunakan ROI (region of interest) dalam bentuk line, terdiri dari batas bawah (x) dan batas atas (y). Jika penumpang berada diantara x dan y maka terbentuk ID point. ID point yang melewati batas atas (ID point > y) maka penumpang dinyatakan masuk. ID point yang melewati batas bawah (ID point < x) maka penumpang dinyatakan keluar. Perhitungan jumlah penumpang di dalam bus merupakan hasil selisih antara penumpang yang masuk dan keluar.



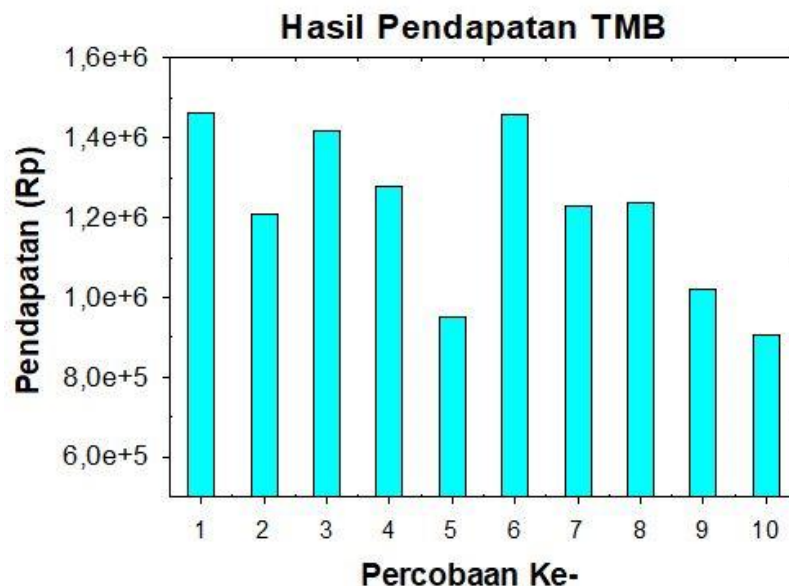
Gambar 4. (a) Informasi Lokasi Bus, (b) Informasi Lokasi Pada Google Map, (c) Perhitungan Revenue Bus

Tarif pada TMB bersifat tetap untuk jarak dekat maupun jauh, maka perhitungan income revenue pada setiap bus TMB tidak bergantung pada jarak melainkan pada jumlah penumpang yang masuk. Algoritma perhitungan pendapatan terlihat pada Gambar 3 (b). Perhitungan pendapatan TMB diperoleh dari jumlah penumpang yang masuk (S) dikalikan dengan tarif satu kali perjalanan. Hasil perhitungan pendapatan dikirim ke cloud untuk disimpan dan diperbaharui secara berkala sehingga diperoleh pendapatan bulanan dan tahunan. Perhitungan income revenue pada setiap bus, akan ditampilkan pada aplikasi android seperti pada Gambar 4. Posisi bus setiap saat bisa dilihat secara real time yang ditampilkan seperti gambar 4.a pada aplikasi. Posisi kendaraan juga tersinkronisasi dengan google map yang terlihat pada gambar 4.b. gambar 4.c menampilkan nilai revenue perhari dan dipantau langsung oleh stakeholder.

3. PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Deteksi Penumpang

Pengujian akurasi deteksi penumpang menggunakan webcam, yang dilakukan pada sebuah bus dengan percobaan sebanyak 10 kali. Akurasi saat penumpang masuk menghasilkan nilai 90% dan akurasi penumpang keluar dari bus 80%. Pada pengujian akurasi penumpang masuk ataupun keluar dari bus, tidak diperoleh nilai yang maksimal, hal ini dikarenakan pada saat pengujian terkadang bus berada pada area yang kurang sinar matahari atau tertutup bayangan (pohon atau bangunan) sehingga menyebabkan citra penumpang yang seharusnya dapat di deteksi melewati titik counting menjadi tidak berada pada area yang sudah ditetapkan. Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Shuo Zhang dkk (2020) yang menggunakan model deep learning yaitu model M7 untuk mendeteksi aliran penumpang dalam bus dimana dihasilkan rata-rata presisi 88%, penelitian yang kami lakukan lebih optimal [28].



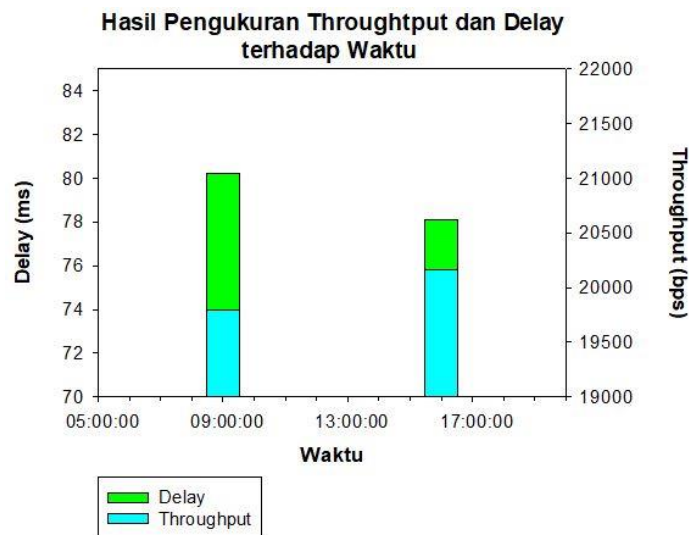
Gambar 5. Pendapatan TMB selama 10 kali percobaan

Pendapatan TMB selama 10 kali percobaan dilakukan dalam waktu 10 hari dari jam 5.30-17.00 WIB sebanyak 5x trayek Pulang pergi. Rata-rata jumlah penumpang perhari sekitar 304 orang, dengan rata-rata jumlah penumpang 1 trayeknya adalah 61 orang. Jumlah pendapatan diperoleh dari hasil perkalian antara jumlah penumpang dengan tarif untuk setiap perjalanan. Tarif TMB untuk satu

kali perjalanan yaitu Rp.4000,-. Pada gambar 5 memperlihatkan hasil pendapatan selama 10 kali percobaan menggunakan sistem dengan akurasi jumlah penumpang yang masuk sebesar 90%. Rata-rata pendapatan yang diperoleh TMB selama 10 kali percobaan adalah Rp. 1.216.800,-. Sedangkan pendapatan rata-rata 1 trayek sebesar Rp. 244.000,-.

3.2 Pengujian QoS

Pengujian Quality of Service dilakukan untuk mengetahui performansi jaringan berdasarkan pengujian delay dan throughput pada komunikasi antara aplikasi android dan database. Pengujian dilakukan pada dua waktu yang berbeda dalam satu hari, yaitu pada pukul 9 pagi dan pukul 4 sore. Masing-masing pengujian dilakukan sebanyak 30 kali. Gambar 6 memperlihatkan rata-rata hasil pengujian throughput pada pengukuran jam 9 pagi dan 4 sore dimana pada waktu sore hari diperoleh nilai rata-rata throughput yang lebih besar jika dibandingkan pada pagi hari untuk 30 kali percobaan. Delay system diperoleh nilai yang lebih kecil pada waktu sore hari jika dibandingkan dengan pagi hari seperti terlihat pada Gambar 6. Pengujian performansi jaringan diperoleh nilai rata-rata throughput sebesar 19883 bps, sedangkan pengujian rata-rata delay yaitu sebesar 79.110 ms.



Gambar 6. Hasil Pengukuran Delay dan Throughput Pada Waktu Pagi dan Sore Hari

Berdasarkan standar delay menurut ITU-T G.1010, nilai delay dari system perhitungan pendapatan berbasis IoT termasuk dalam kategori sangat memuaskan karena memiliki nilai dibawah 15 s menandakan sistem mampu melewati sejumlah paket data dengan delay yang sangat kecil [29].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan dan pengujian yang telah dilakukan dalam Sistem Perhitungan Pendapatan Bus Trans Metro Bandung Berbasis IoT diperoleh nilai deteksi pada penumpang dengan akurasi sebesar 90% dan akurasi deteksi penumpang keluar dari bus sebesar 80%. Aplikasi yang dibuat dapat membantu pihak Dishub Kota Bandung untuk keperluan pemantauan bis Trans Metro Bandung. Pengujian performansi jaringan diperoleh nilai rata-rata throughput sebesar 19.883 bps, sedangkan pengujian rata-rata delay yaitu sebesar 79.110 ms.

Penelitian memiliki keterbatasan yaitu hanya dilakukan pada satu bus sehingga tidak mampu melakukan pemantauan pada banyak armada bus, selain itu informasi jumlah pendapatan mingguan,

bulanan dan tahunan tidak tersedia karena tidak disediakan penyimpanan secara berkala pada database. Penelitian lanjutan yang akan kami lakukan untuk menyempurnakan system transportasi cerdas di Kota Bandung diantaranya yaitu memprediksi tingkat kemacetan dan waktu tempuh pada satu jalur bus, mendeteksi kondisi penumpang baik kesehatan maupun tingkah laku yang membahayakan serta perhitungan pendapatan secara berkala.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. A. Ulrich, R. L. Boring, and R. Lew, "On the Use of Microworlds for an Error Seeding Method to Support Human Error Analysis," *Proc. - 2019 Resil. Week, RWS 2019*, pp. 242–246, 2019, doi: 10.1109/RWS47064.2019.8971969.
- [2] C. H. Yang and T. Hu, "Brittle relationship analysis of human error accident of warship technology supportability system based on set pair analysis," *2018 7th Int. Conf. Ind. Technol. Manag. ICITM 2018*, vol. 2018-Janua, pp. 47–50, 2018, doi: 10.1109/ICITM.2018.8333918.
- [3] O. Tamin, "Integrated public and road transport network system for Bandung metropolitan area (Indonesia)," no. June, 2016.
- [4] "BANDUNG MOBILITY," no. 205.
- [5] C. O. Escolano, R. K. C. Billones, E. Sybingco, A. D. Fillone, and E. P. Dadios, "Passenger demand forecast using optical flow passenger counting system for bus dispatch scheduling," *IEEE Reg. 10 Annu. Int. Conf. Proceedings/TENCON*, pp. 1875–1878, 2017, doi: 10.1109/TENCON.2016.7848347.
- [6] C. K. Wu and W. P. Lin, "Using Shapley value for city bus route scheduling," *2017 Int. Symp. Intell. Signal Process. Commun. Syst. ISPACS 2017 - Proc.*, vol. 2018-Janua, pp. 404–407, 2017, doi: 10.1109/ISPACS.2017.8266512.
- [7] F. Sun, X. Wang, and R. Zhang, "Analysis of Bus Trip Characteristic Analysis and Demand Forecasting Based on GA-NARX Neural Network Model," vol. 8, 2020.
- [8] W. Xiao and H. Xu, "A novel bus scheduling model based on passenger flow and bus travel time prediction using the improved cuckoo search algorithm," *Proc. - 2022 Int. Conf. Big Data, Inf. Comput. Network, BDICN 2022*, vol. 2022-Janua, pp. 208–212, 2022, doi: 10.1109/BDICN55575.2022.00047.
- [9] G. Yangl, H. Shul, and Y. Zhoul, "Research on Intracity OD Patterns of Rail and Bus Passengers in a Second-tier City: A Case Study of Suzhou, China," pp. 5–9, 2016.
- [10] G. Qiu, R. Song, S. He, W. Xu, and M. Jiang, "Clustering Passenger Trip Data for the Potential Passenger Investigation and Line Design of Customized Commuter Bus," *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 20, no. 9, pp. 3351–3360, 2019, doi: 10.1109/TITS.2018.2875466.
- [11] H. Kim and G. L. Chang, "Monitoring the Spatial and Temporal Evolution of a Network's Traffic Conditions with a Bus-GPS Based Pseudo Detection System," *IEEE Conf. Intell. Transp. Syst. Proceedings, ITSC*, vol. 2018-Novem, pp. 3091–3098, 2018, doi: 10.1109/ITSC.2018.8570000.
- [12] M. Kassim, A. S. Salleh, S. Shahbudin, M. Yusoff, and N. A. Kamaluddin, "IoT Bus Tracking System Localization via GPS-RFID," *2022 IEEE Int. Conf. Power Eng. Appl. ICPEA 2022 - Proc.*, no. March, pp. 7–8, 2022, doi: 10.1109/ICPEA53519.2022.9744710.
- [13] B. Janarthanan and T. Santhanakrishnan, "Real time metroplitan bus positionin system desing using GPS and GSM," *Proceeding IEEE Int. Conf. Green Comput. Commun. Electr. Eng. ICGCCEE 2014*, pp. 2–5, 2014, doi: 10.1109/ICGCCEE.2014.6922259.
- [14] M. A. Hafizh Nur, S. Hadiyoso, F. B. Belladina, D. N. Ramadan, and I. Wijayanto, "Tracking, Arrival Time Estimator, and Passenger Information System on Bus Rapid Transit (BRT)," *2020 8th Int. Conf. Inf. Commun. Technol. ICoICT 2020*, pp. 2020–2023, 2020, doi: 10.1109/ICoICT49345.2020.9166375.
- [15] D. Ingle and A. B. Bagwan, "Real-Time Analysis and Simulation of Efficient Bus Monitoring System," *Proc. 2nd Int. Conf. Electron. Commun. Aerosp. Technol. ICECA 2018*, no. Iceca,

- pp. 128–133, 2018, doi: 10.1109/ICECA.2018.8474832.
- [16] P. Wepulanon, A. Sumalee, and W. H. K. Lam, “Temporal Signatures of Passive Wi-Fi Data for Estimating Bus Passenger Waiting Time at a Single Bus Stop,” *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 21, no. 8, pp. 3366–3376, 2020, doi: 10.1109/TITS.2019.2926577.
- [17] K. Gowri, “Metropolitan Using Iot,” 2017.
- [18] S. Sharic, S. Bandara, and S. Fernando, “Methods to estimate bus revenue from passenger boarding and alighting data: Case study for Sri Lanka,” *MERCon 2021 - 7th Int. Multidiscip. Moratuwa Eng. Res. Conf. Proc.*, pp. 597–601, 2021, doi: 10.1109/MERCon52712.2021.9525713.
- [19] H. Nakashima, I. Arai, and K. Fujikawa, “Proposal of a Method for Estimating the Number of Passengers with Using Drive Recorder and Sensors Equipped in Buses,” *Proc. - 2018 IEEE Int. Conf. Big Data, Big Data 2018*, pp. 5396–5398, 2019, doi: 10.1109/BigData.2018.8621983.
- [20] F. Wkhlu *et al.*, “3Dvvhqjhu \$ Xwkhqwlfdwlrq Dqg 3D \ Phqw 6 \ Vwhp 8Vlqj,” pp. 305–310, 2016.
- [21] P. H. Liu and J. C. Lin, “Administration of online taxi booking business operations and services in Taiwan,” *Proc. 2017 IEEE Int. Conf. Information, Commun. Eng. Inf. Innov. Mod. Technol. ICICE 2017*, no. March 2009, pp. 278–281, 2018, doi: 10.1109/ICICE.2017.8478960.
- [22] E. Fernando *et al.*, “User Behavior Adopt Utilizing Fin Tech Services on Online Transportation in Indonesia (Scale Validation and Developed Instrument),” *Proc. 2018 Int. Conf. Inf. Manag. Technol. ICIMTech 2018*, no. September, pp. 114–118, 2018, doi: 10.1109/ICIMTech.2018.8528106.
- [23] W. F. Swedan, H. A. Al Issa, A. Aloqoul, H. Alkofahi, and R. Obeidat, “An Interactive Graphical User Interface Module for Soldier Health and Position Tracking System,” vol. 68, no. 3, pp. 571–575, 2022, doi: 10.24425/ijet.2022.141276.
- [24] C. Khawas and P. Shah, “Application of Firebase in Android App Development-A Study,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 179, no. 46, pp. 49–53, 2018, doi: 10.5120/ijca2018917200.
- [25] Q. Dvhg, K. D. W. S. Luhedvh, V. J. Frp, V. Fkdqgud, and J. Hgx, “Android-Based Chat Application Using Firebase,” vol. 6, pp. 9–12, 2021.
- [26] M. A. Mocar, S. O. Fageeri, and S. E. Fattoh, “Using firebase cloud messaging to control mobile applications,” *Proc. Int. Conf. Comput. Control. Electr. Electron. Eng. 2019, ICCCEEE 2019*, pp. 2–6, 2019, doi: 10.1109/ICCCEEE46830.2019.9071008.
- [27] K. I. Satoto, R. R. Isnanto, R. Kridalukmana, and K. T. Martono, “optimizing MySQL database,” pp. 383–387, 2016.
- [28] S. Zhang, Y. Wu, C. Men, N. Ren, and X. Li, “Channel Compression Optimization Oriented Bus Passenger Object Detection,” *Math. Probl. Eng.*, vol. 2020, 2020, doi: 10.1155/2020/3278235.
- [29] ITU-T, “G.1010: End-user multimedia QoS categories,” *Int. Telecommun. Union*, vol. 1010, 2001.