

Penggunaan GPS pada *Smartphone* untuk Menghasilkan Data Profil Kecepatan dalam Waktu-Nyata

RADHITYA WIRATAMA, ABDUL HALIM

Departemen Teknik Elektro, Universitas Indonesia, Indonesia
Email: radhityawiratama@gmail.com

Received 10 Januari 2023 | *Revised* 25 Januari 2023 | *Accepted* 5 Februari 2023

ABSTRAK

Angkutan berbasis rel menjadi angkutan umum yang dinilai efektif dan efisien karena dapat mempersingkat waktu tempuh. Di kawasan perkotaan Jabodetabek (Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi), angkutan berbasis rel hampir semuanya menggunakan Kereta rel Listrik (KRL) sebagai angkutan komuter. Pada kasus ini diambil rute Manggarai – Jatinegara dengan jarak tempuh 2652 meter, dengan stasiun antara yaitu stasiun Matraman yang berjarak 1387.49 meter dari stasiun Manggarai, dan berjarak 1309.75 dari stasiun Jatinegara. Dengan jarak tempuh tersebut, waktu tempuh KRL dari Manggarai ke Matraman sebesar 185 detik, dan dari Matraman ke Jatinegara sebesar 168 detik. Selama jarak tempuh dan waktu tempuh tersebut, pergerakan KRL akan mengalami tiga kondisi, yaitu percepatan (acceleration), coasting, dan perlambatan (deceleration) atau pengereman (braking). Data kecepatan, jarak tempuh, dan waktu tempuh kereta diperoleh dengan sensor GPS pada Smartphone melalui aplikasi Phyphox.

Kata kunci: *Phyphox, python, profil kecepatan, driving cycle*

ABSTRACT

Rail-based transportation is public transportation that is considered effective and efficient because it can shorten travel time. In the Greater Jakarta areas (Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi), almost all rail-based transportation uses Commuter Electric Railway or Kereta Rel Listrik (KRL) as a commuter transportation. In this case, the Manggarai – Jatinegara route is taken with a distance of 2652 meters, with the intermediate station, Matraman station, which is 1387.49 meters from Manggarai station, and a distance of 1309.75 meters from Matraman station. With this distance, the KRL travel time from Manggarai to Matraman is 185 seconds, and from Matraman to Jatinegara is 168 seconds. During the mileage and travel time, the movement of the KRL will experience three conditions, there are: acceleration, coasting, and deceleration or braking. Train speed, time, and distance data will be recorded by GPS sensor on smartphone through Phyphox app.

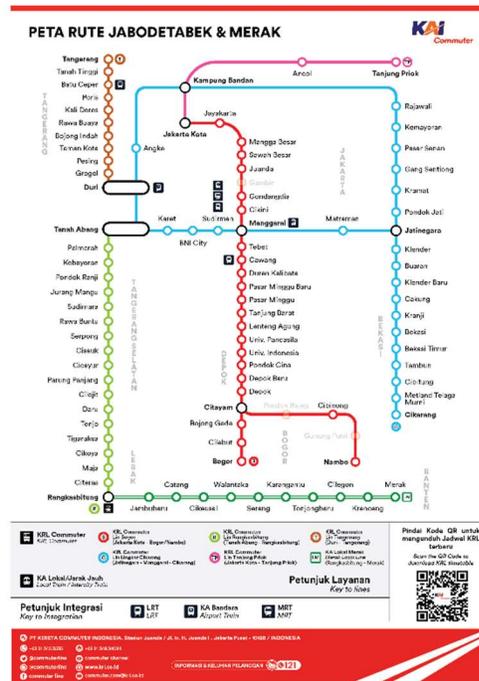
Keywords: *Phyphox, Python, speed profile, driving cycle*

1. PENDAHULUAN

Sistem transportasi berbasis rel merupakan system transportasi yang saat ini masih menjadi andalan bagi masyarakat di wilayah kota besar. Hal itu terjadi karena sistem transportasi berbasis rel memiliki teknologi yang berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir, dan perkembangan teknologi tersebut dinilai mampu memecahkan permasalahan kemacetan di beberapa kota besar **(Navarro, dkk, 2021)**.

Kawasan Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi atau biasa disebut sebagai kawasan Jabodetabek, merupakan kawasan metropolitan sibuk yang memungkinkan berbagai aktivitas transportasi massal di dalamnya. Salah satu transportasi yang menjadi penghubung antar kota dalam kawasan tersebut yaitu Kereta Rel Listrik (KRL) yang dioperasikan oleh KAI Commuter sebagai bagian dari PT Kereta Api Indonesia (Persero) **(Yuda, dkk, 2020) (Tjahjono, dkk, 2020)**. KRL atau *EMU (Electric Multiple Unit)* merupakan rangkaian kereta yang digerakkan dengan tenaga listrik tanpa menggunakan lokomotif terpisah **(Frey, 2012)**. Pada sistem KRL Jabodetabek, digunakan jaringan listrik sebesar 1,500 Volt DC untuk mengalir kereta yang terhubung pada katenari listrik aliran atas **(Haroen, 2023)**.

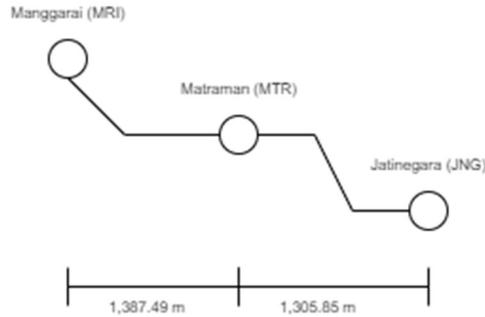
KRL di Jabodetabek dioperasikan oleh KAI Commuter sebagai anak perusahaan dari PT Kereta Api Indonesia (PT KAI). Hingga Maret 2021, jalur KRL di wilayah Jabodetabek sudah mencapai 418,5 km panjangnya yang menjangkau wilayah DKI Jakarta, Kota Bekasi, Kabupaten Bekasi, Kota Depok, Kota Bogor, Kabupaten Bogor, Kota Tangerang, Kota Tangerang Selatan, dan Kabupaten Lebak **(krl.co.id, 2022)**. Gambar 1 di bawah ini merupakan peta rute KRL Jabodetabek.



Gambar 1. Peta Rute KRL Wilayah Jabodetabek

Pada penelitian ini dibahas mengenai metode pengambilan data kecepatan untuk menghasilkan grafik profil kecepatan pada KRL, serta karakteristik profil kecepatan KRL. Adapun cakupan

wilayah pengambilan data kecepatan KRL, yaitu pada rute stasiun Manggarai – stasiun Matraman – stasiun Jatinegara yang memiliki jarak sejauh 2,652 meter.



Gambar 2. Cakupan Rute Pengambilan Data Kecepatan KRL

Gambar 2 di atas menunjukkan rute perjalanan KRL yang digunakan untuk pengambilan data kecepatan KRL pada waktu-nyata. Data kecepatan yang akan dihasilkan kemudian digunakan untuk menghasilkan grafik profil kecepatan KRL. Dari grafik profil kecepatan tersebut akan terlihat bagaimana karakteristik perjalanan KRL sejak diberangkatkan dari stasiun Manggarai sebagai stasiun awal pengambilan data kecepatan, berhenti di stasiun Matraman sebagai stasiun antara, dan berhenti di stasiun Jatinegara sebagai stasiun akhir dari pengambilan data kecepatan. Karena selama perjalanan KRL pada proses pengambilan data kecepatan terdapat satu stasiun antara, yaitu stasiun Matraman, maka data profil kecepatan KRL akan dibagi menjadi dua bagian sesuai petak jalan antar stasiun, yaitu petak jalan antara stasiun Manggarai dan stasiun Matraman, dan petak jalan antara stasiun Matraman dan stasiun Jatinegara.

Pada umumnya, karakteristik profil kecepatan selama perjalanan KRL terdiri dari *acceleration*, *coasting*, dan *deceleration*, yang secara optimal kereta akan mengalami *acceleration* secara maksimal ketika kereta akan berangkat, dan mengalami pengereman dengan *deceleration* yang maksimal (**Wu, dkk, 2019**). Analisis mengenai profil kecepatan ini akan digunakan untuk banyak hal, salah satunya yang paling banyak digunakan yaitu mengenai hubungan antara profil kecepatan dengan konsumsi energi yang dibutuhkan selama perjalanan kereta (**Wang, dkk, 2017**).

Metode yang akan digunakan untuk mendapatkan data kecepatan, waktu, dan jarak untuk membentuk grafik profil kecepatan yaitu dengan pengamatan secara langsung. Hal ini berarti, tidak ada algoritma simulasi yang dilakukan untuk mendapatkan data kecepatan kereta, sehingga data yang diperoleh adalah data waktu-nyata sesuai dengan yang terjadi di lapangan. Data kecepatan, waktu, dan jarak diperoleh dengan menggunakan peran sensor GPS (*Global Positioning System*) pada *smartphone*. Pada penelitian yang sejenis mengenai penggunaan sensor GPS pada *smartphone* untuk menentukan lokasi dan kecepatan kendaraan yang sebelumnya dilakukan oleh Garcia (**Garcia, dkk, 2020**), beserta timnya. Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Wawage dan Deshpande (**Wawage dan Deshpande, 2022**) yang mencoba untuk menghasilkan sebuah *dataset* dari pergerakan sebuah mobil yang dikendarai oleh seorang pengemudi untuk menganalisis perilaku pengemudi dengan memanfaatkan beberapa sensor dari *smartphone*, seperti sensor GPS, *accelerometer*, dan *gyroscope*. Meskipun konteks penelitian dalam makalah ini mengacu pada kendaraan berupa kereta listrik, namun beberapa data dari penelitian yang dilakukan oleh Wawage dan Deshpande yang menggunakan mobil sebagai objek penelitian berhubungan dengan penelitian pada makalah ini, yaitu menghasilkan

sebuah *dataset* yang di dalamnya terdapat data kecepatan, jarak, dan waktu tempuh suatu kendaraan, termasuk kereta listrik. Sehingga metode tersebut dapat diterapkan pada penelitian ini untuk menghasilkan *dataset* kecepatan kereta listrik secara otomatis berdasarkan kondisi aktual di lapangan.

2. METODE

2.1 Gambaran Umum



Gambar 3. Diagram Alir Menghasilkan Data Profil Kecepatan

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 3 di atas, hal pertama yang dilakukan untuk menghasilkan grafik profil kecepatan pada kereta yaitu mendapatkan data kecepatan kereta, waktu tempuh, dan jarak tempuh kereta secara waktu-nyata dengan menggunakan aplikasi Phyphox. Phyphox merupakan aplikasi yang berjalan di sistem operasi Android yang memiliki peran untuk merekam atau mendapatkan data dari percobaan fisika, data yang dihasilkan oleh aplikasi Phyphox berupa

dokumen Microsoft Excel atau CSV (**Staacks, dkk, 2018**). Setelah data kecepatan, waktu tempuh, dan jarak tempuh diperoleh, maka data tersebut akan diekspor menjadi format CSV yang selanjutnya berkas CSV tersebut akan diolah dengan menggunakan bahasa pemrograman Python. Setelah berkas CSV diekspor, langkah selanjutnya yaitu pra-pengolahan data untuk membersihkan data yang dihasilkan Phyphox dari data yang tidak dibutuhkan dan data *error*. Pada pra-pengolahan data, juga dilakukan inisialisasi data waktu dan jarak ketika kereta akan berangkat dari stasiun Manggarai sebagai stasiun keberangkatan awal. Setelah data dibersihkan dan dinisialisasi untuk data jarak dan waktunya, berikutnya yaitu melakukan pengolahan data dengan membuat grafik profil kecepatan dan *driving cycle* menggunakan Python.

2.2 Menghasilkan Data Waktu-Nyata Profil Kecepatan

Data yang diperoleh pada makalah ini adalah data kecepatan, waktu tempuh, dan jarak tempuh yang membentuk grafik speed profile pada jalur Manggarai – Jatinegara dengan menggunakan aplikasi Phyphox. Aplikasi Phyphox merupakan aplikasi yang berjalan pada smartphone dengan system operasi Android yang dapat melakukan eksperimen fisika, salah satunya adalah data speed profile yang akan dihasilkan pada paper ini. Phyphox menggunakan sensor *smartphone* untuk mendapatkan data yang diinginkan, seperti untuk mendapatkan eksperimen kecepatan, phyphox mengakses GPS pada *smartphone* untuk mendapatkan lokasi yang kemudian dapat memperhitungkan kecepatan pada tiap detiknya. Bentuk keluaran yang dihasilkan dari aplikasi berupa file workbook Microsoft Excel dengan format *xls*.

Untuk mengambil data kecepatan, waktu tempuh, dan jarak tempuh kereta, maka perlu diperhatikan beberapa hal seperti pada titik awal keberangkatan kereta, yaitu stasiun Manggarai, mulai lakukan pengambilan data dengan Phyphox sebelum adanya pergerakan pada kereta dan pastikan kecepatan dan jarak tempuh kereta bernilai 0. Apabila nilai jarak tempuh tidak sama dengan 0, maka catat nilai tersebut untuk dilakukan olah data agar data jarak tempuh kereta menjadi valid. Ketika kereta mulai bergerak, pastikan nilai kecepatan mulai terdeteksi pada aplikasi Phyphox. Pastikan kondisi *smartphone* stabil agar tidak mempengaruhi nilai kecepatan di luar kecepatan kereta. Ketika sampai di stasiun Jatinegara sebagai akhir dari pengambilan data kecepatan kereta dan proses pengambilan data akan diakhiri, pastikan kereta berhenti dengan sempurna sampai nilai kecepatan bernilai 0. Hal ini dilakukan agar diperoleh data yang presisi.

Ketika proses pengambilan data selesai, maka data hasil percobaan dapat disimpan secara lokal pada aplikasi Phyphox dalam bentuk grafik profil kecepatan, atau ekspor data dalam bentuk file xls atau csv. Pada paper ini, data percobaan diekspor dalam bentuk file xls agar dapat diolah datanya dengan menggunakan perangkat lunak lain, misalnya dengan bahasa pemrograman Python (**Purnama, 2021**).

2.3 Pra-pengolahan Data

Pra-pengolahan diperlukan untuk membersihkan dataset yang telah dihasilkan oleh aplikasi Phyphox dari data yang tidak diperlukan. Data yang tidak diperlukan tersebut yaitu nilai jarak tempuh yang tidak bernilai 0, namun nilai kecepatan masih 0 pada baris data pertama hingga baris data di mana nilai kecepatan mulai terdeteksi (kecepatan > 0). Selanjutnya, agar data dapat mudah digunakan untuk proses pengolahan data berikutnya, maka perlu dihilangkan kolom data yang tidak ada kaitannya dengan pengolahan data speed profile. Pada paper ini, data yang digunakan hanya pada kolom kecepatan, waktu, dan jarak tempuh. Selain dari kolom data tersebut dapat dihilangkan.

2.4 Pembentukan Grafik Profil Kecepatan

Setelah dilakukan pembersihan data, maka langkah selanjutnya yaitu melakukan pengolahan data agar dapat diperoleh grafik profil kecepatan selama perjalanan KRL. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan library Pandas dan Matplotlib. Python merupakan bahasa pemrograman yang memungkinkan untuk melakukan pengolahan data yang saat ini populer digunakan dalam ranah data science dan machine learning karena bahasa pemrograman Python mudah untuk digunakan (**Wahyono, 2018**). Hal ini karena Python menyediakan beberapa library untuk mendukung proses pengolahan data seperti NumPy untuk *scientific computing*, Pandas untuk analisis data, Scikit-learn dan Tensorflow yang memungkinkan untuk pengolahan data lanjut seperti machine learning dan deep learning (**Hachimi, 2022**), dan Matplotlib untuk membuat grafik dalam bentuk 2D atau 3D (**Ari, dkk, 2014**).

Tujuan utama pengolahan data ini yaitu untuk melakukan plot grafik dari dataset speed profile yang telah diperoleh dari aplikasi Phyphox. Hal pertama yang dilakukan agar dataset dapat dibaca oleh Python yaitu mengimpor library Pandas. Peran dari library Pandas ini yaitu membaca dataset speed profile dengan format xlsx yang sudah diperoleh sebelumnya, sehingga dataset dapat dilakukan pengolahan data berikutnya (.

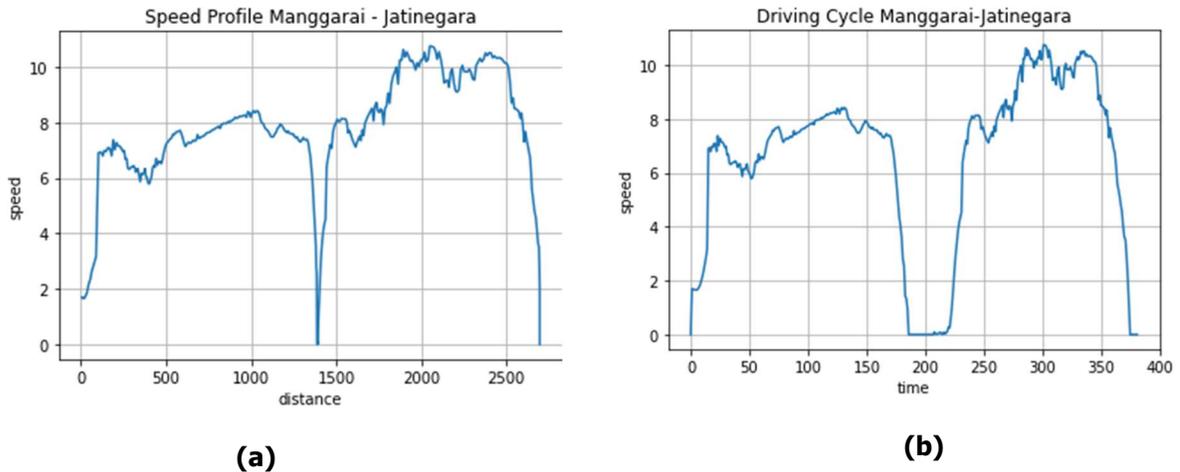
Library Matplotlib pada Python memungkinkan untuk melakukan visualisasi data dari dataset menjadi sebuah grafik. Untuk pengolahan data speed profile, Matplotlib digunakan untuk melakukan plot kecepatan kereta untuk setiap perpindahan kereta, sehingga dari hasil plot grafik ini dapat terlihat kapan kereta mengalami acceleration, coasting, dan braking.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengambilan data kecepatan, waktu tempuh, dan jarak tempuh pada kereta sepanjang jalur Manggarai – Jatinegara dengan menggunakan Phyphox, kemudian pembersihan data, dan pengolahan serta pembuatan grafik profil kecepatan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python, maka diperoleh data profil kecepatan keseluruhan perjalanan kereta dari Stasiun Manggarai ke Stasiun Jatinegara. Data profil kecepatan pada umumnya memiliki tiga elemen, antara lain, kecepatan dalam satuan meter per detik (m/s), jarak tempuh kereta dalam satuan meter (m), dan waktu tempuh kereta dalam satuan detik (s) (**Huang, dkk, 2019**). Berdasarkan ketiga elemen data profil kecepatan yang sudah diperoleh dari proses pengambilan data menggunakan aplikasi Phyphox, maka dihasilkan dua grafik data, yaitu grafik profil kecepatan yang menampilkan hubungan kecepatan dengan jarak tempuh kereta, sedangkan grafik *driving cycle* yang menampilkan grafik hubungan antara kecepatan kereta dengan waktu tempuh kereta.

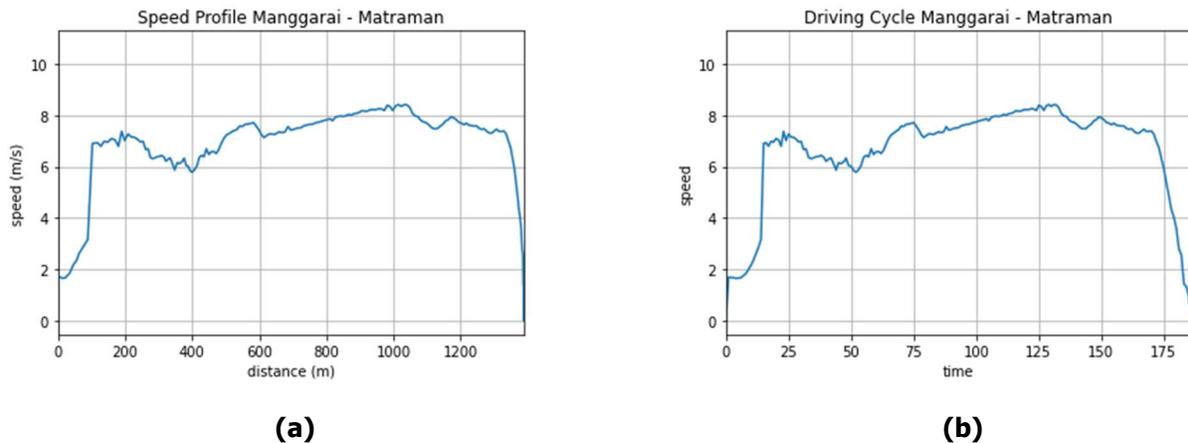
Data hasil percobaan, baik itu data profil kecepatan dan data *driving cycle* ditunjukkan pada Gambar 4 hingga Gambar 6 berikut.

Menghasilkan Data Profil Kecepatan dalam Waktu-Nyata Menggunakan Phypox



Gambar 4. (a) Profil Kecepatan Kereta Selama Perjalanan dari Stasiun Manggarai ke Stasiun Jatinegara. (b) *Driving Cycle* Kereta Selama Perjalanan dari Stasiun Manggarai ke Stasiun Jatinegara

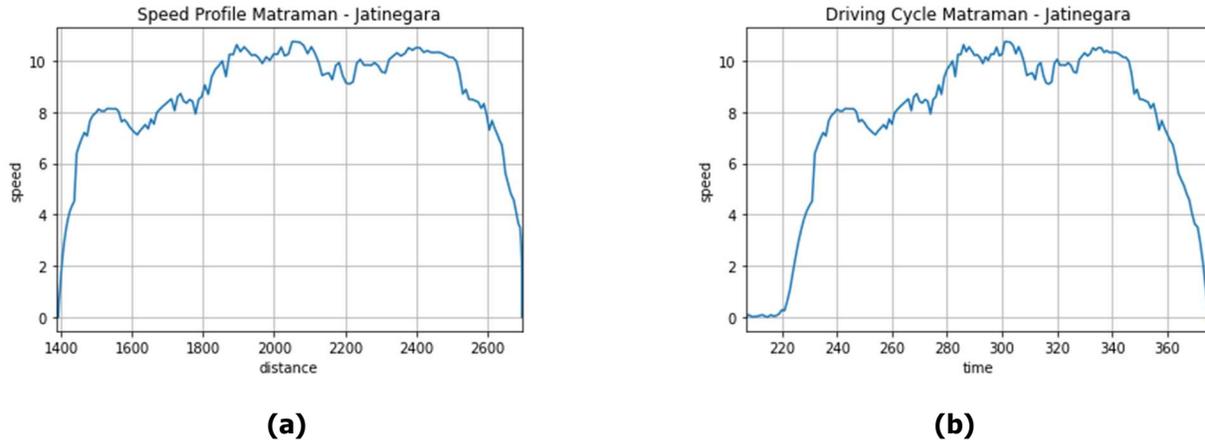
Pada profil kecepatan kereta dari Stasiun Manggarai ke Stasiun Jatinegara, terlihat kecepatan kereta menunjukkan nilai 0 m/s pada jarak tempuh sekitar 1,300 meter. Hal ini juga terjadi pada *driving cycle* kereta, di mana kereta menunjukkan nilai kecepatan sama dengan 0 m/s di sekitar detik ke 185 hingga detik ke 207. Hal ini terjadi karena kereta berhenti di stasiun antara, yaitu stasiun Matraman. Untuk memperjelas grafik data profil kecepatan dan *driving cycle*, maka grafik tersebut dibagi menjadi dua bagian, yaitu data profil kecepatan dan *driving cycle* dari Stasiun Manggarai hingga Stasiun Matraman, dan data profil kecepatan dan *driving cycle* dari Stasiun Matraman hingga Stasiun Jatinegara



Gambar 5. (a) Profil Kecepatan Kereta Selama Perjalanan dari Stasiun Manggarai ke Stasiun Matraman. (b) *Driving Cycle* Kereta Selama Perjalanan dari Stasiun Manggarai ke Stasiun Matraman

Pada data profil kecepatan kereta selama perjalanan dari Stasiun Manggarai menuju Stasiun Matraman, terlihat bahwa kereta mengalami percepatan sampai dengan 200 meter setelah berangkat dari stasiun Manggarai. Setelah itu kereta mengalami perlambatan selama 200 meter berikutnya atau berjarak 400 meter dari stasiun Manggarai. Kemudian kereta cenderung

mengalami percepatan sejauh sekitar 600 meter hingga berjarak 1,000 meter dari stasiun Manggarai, kereta mengalami perlambatan kembali hingga menjelang masuk stasiun Matraman. Perjalanan dari stasiun Manggarai menuju stasiun Matraman dengan jarak tempuh 1387.48 meter dengan waktu tempuh selama 186 detik.



Gambar 6. (a) Profil Kecepatan Kereta Selama Perjalanan dari Stasiun Matraman ke Stasiun Jatinegara. (b) *Driving Cycle* Kereta Selama Perjalanan dari Stasiun Matraman ke Stasiun Jatinegara

Sedangkan pada data profil kecepatan selama perjalanan dari Stasiun Matraman menuju Stasiun Jatinegara, kereta mengalami percepatan sejauh 100 meter, kemudian kereta sempat melaju dengan kecepatan konstan, yaitu sekitar 8 m/s sejauh kurang lebih 60 meter atau selama 17 detik, sebelum mengalami perlambatan di jarak 1,600 meter dari Stasiun Manggarai sebagai stasiun keberangkatan awal, atau 200 meter dari stasiun Matraman. Setelah itu laju kereta mengalami percepatan sejauh 300 meter. Kereta melakukan perlambatan atau pengereman untuk persiapan berhenti di stasiun Jatinegara dengan jarak 276 meter sebelum memasuki stasiun Jatinegara.

Tabel 1. Data Waktu dan Jarak Antar Stasiun

Rute	Waktu (s)	Jarak (m)	Jarak Percepatan (m)	Jarak Pengereman(m)
Manggarai - Matraman	185	1387.49	102	216.3
Matraman - Jatinegara	168	1305.85	138	297.17

4. KESIMPULAN

Paper ini menjelaskan mengenai bagaimana merekam, mengolah, hingga menghasilkan data profil kecepatan pada kereta, mulai dari kereta akan berangkat dari satu stasiun hingga berhenti di stasiun yang ditentukan. Selama perjalanan, kereta mengalami tiga mode operasi, yaitu *powering mode* atau kondisi di mana kereta mengalami percepatan, *coasting mode* atau kondisi kereta berjalan dengan kecepatan yang cenderung konstan, dan *braking mode* atau kondisi di mana kereta mengalami perlambatan. Pengambilan data secara waktu-nyata dilakukan di dalam kereta dengan menggunakan aplikasi Phypox melalui perangkat *smartphone*. Kemudian, data

dibersihkan dari nilai dan kolom yang tidak diperlukan, serta pengolahan data hingga membentuk grafik profil kecepatan dan *driving cycle*.

DAFTAR RUJUKAN

- Frey, S. (2012). *Railway Electrification System and Engineering*. Delhi: White Word Publications.
- García Ramírez, Y., & Rojas, H. (2020). Position and speed accuracy on smartphones: an Ecuadorian case study. *Espacios*, *41*, 24.
- Hachimi, C. E., Belaqziz, S., Khabba, S., & Chehbouni, A. (2022). Data Science Toolkit: An all-in-one python library to help researchers and practitioners in implementing data science-related algorithms with less effort. *Software Impacts*, *12*, 100240.
- Haroen, Y., Rachmildha, T. D., Ikhsan, M., & Fikriadi, M. I. (2013). Power Evaluation of Jakarta DC Railway Substation to Meet 1.2 Million Passengers Per Day. *Procedia Technology*, *11*, 1252–1258.
- Huang, K., Wu, J., Yang, X., Gao, Z., Liu, F., & Zhu, Y. (2019). Discrete Train Speed Profile Optimization for Urban Rail Transit: A Data-Driven Model and Integrated Algorithms Based on Machine Learning. *Journal of Advanced Transportation*, *2019*, 7258986.
- KAI Commuter. (2022). *Sekilas PT Kereta Commuter Indonesia*. <https://www.krl.co.id/>
- N. Ari and M. Ustazhanov, "Matplotlib in python," 2014 11th International Conference on Electronics, Computer and Computation (ICECCO), 2014, pp. 1-6
- Navarro, L. M., Fernandez-Cardador, A., & Cucala, A. P. (2021). Design of indicators to guide capacity improvements in urban railway lines. *Journal of Urban Mobility*, *1*, 100003.
- Purnama, B. (2021). *Implementasi Artificial Intelligence dan Machine Learning*. Bandung: Penerbit INFORMATIKA.
- Stacks, S., Hütz, S., Heinke, H., & Stampfer, C. (2018). Advanced tools for smartphone-based experiments: phyphox. *Physics Education*, *53*
- Tjahjono, T., Kusuma, A., & Septiawan, A. (2020). The Greater Jakarta Area Commuters Travelling Pattern. *Transportation Research Procedia*, *47*, 585–592.
- Wang, J., & Rakha, H. A. (2017). Electric train energy consumption modeling. *Applied Energy*, *193*, 346–355.
- Wahyono, T. (2018). *Fundamental of Python For Machine Learning*. Penerbit Gava Media.
- Wawage, P., & Deshpande, Y. (2022). Smartphone Sensor Dataset for Driver Behavior Analysis. *Data in Brief*, *41*, 107992.

- Wu, C., Zhang, W., Lu, S., Tan, Z., Xue, F., & Yang, J. (2019). Train Speed Trajectory Optimization With On-Board Energy Storage Device. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 20(11), 4092–4102.
- Yuda Bakti, I. G. M., Rakhmawati, T., Sumaedi, S., & Damayanti, S. (2020). Railway commuter line passengers' perceived service quality: hedonic and utilitarian framework. *Transportation Research Procedia*, 48, 207–217.