

TINJAUAN KONSEP FISIKA PADA PRINSIP KERJA LRT (*LIGHT RAIL TRANSIT*) PALEMBANG

Ratna Dwi Chandra¹, Ketang Wiyono^{2*}

^{1,2}Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas
Sriwijaya, Indonesia

*Corresponding Author: ketang_wiyono@fkip.unsri.ac.id

ABSTRAK

LRT (*Light Rail Transit*) Palembang merupakan sistem transportasi rel ringan pertama di Indonesia yang dibangun untuk meningkatkan efisiensi mobilitas masyarakat serta mengurangi kemacetan dan polusi udara. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau konsep fisika yang mendasari prinsip kerja LRT Palembang serta menganalisis penerapannya dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan operasional. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan analitis, meliputi observasi langsung, wawancara, dan studi literatur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prinsip kerja LRT Palembang didasarkan pada berbagai konsep fisika, seperti induksi elektromagnetik pada motor listrik dan sistem pengereman regeneratif, transformasi energi kinetik dan potensial, serta penerapan gaya sentripetal pada lintasan menikung. Penerapan konsep-konsep ini berperan penting dalam mengoptimalkan performa, meningkatkan efisiensi energi, dan mengurangi dampak lingkungan. Dengan memahami konsep fisika dalam sistem transportasi ini, dapat dikembangkan inovasi yang lebih baik untuk meningkatkan keberlanjutan dan kenyamanan transportasi massal di masa depan.

Kata Kunci: LRT (*Light Rail Transit*), Konsep Fisika, Sistem Transportasi.

ABSTRACT

Palembang LRT (*Light Rail Transit*) is the first light rail transportation system in Indonesia built to improve the efficiency of community mobility and reduce congestion and air pollution. This research aims to review the physics concept underlying the working principle of Palembang LRT and analyze its application in improving operational efficiency and sustainability. The research method used is descriptive qualitative with an analytical approach, including direct observation, interviews, and literature studies. The results showed that the working principle of Palembang LRT is based on various physics concepts, such as electromagnetic induction in electric motors and regenerative braking systems, kinetic and potential energy transformations, and the application of centripetal force on cornering tracks. The application of these concepts plays an important role in optimizing performance, improving energy efficiency, and reducing environmental impact. By understanding these physics concepts in transportation systems, better innovations can be developed to improve the sustainability and convenience of mass transportation in the future.

Keywords: LRT (*Light Rail Transit*), Physics Concepts

PENDAHULUAN

Saat ini Indonesia mengalami pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin meningkat. Jumlah penduduk yang semakin tinggi ini juga harus diimbangi dengan ketersediaan sarana transportasi yang memadai sehingga dapat mempercepat waktu tempuh

perjalanan dari satu lokasi ke lokasi lainnya (Setyaji, dkk., 2023). Seiring peningkatan jumlah penduduk yang semakin pesat, penggunaan transportasi juga akan meningkat. Oleh karena itu, perkembangan teknologi transportasi juga terus menciptakan inovasi guna memenuhi kebutuhan masyarakat akan mobilitas yang cepat, efisien, dan ramah lingkungan. LRT (*Light Rail Transit*) merupakan salah satu jenis inovasi teknologi transportasi berupa jenis kereta penumpang dengan konstruksi yang ringan dan memiliki jalur layang dalam pengoperasiannya (*elevated*), yang dianggap cocok dengan karakteristik jalan di Indonesia (Syaifudin, dkk., 2019).

Indonesia memilih LRT sebagai sarana transportasi baru karena terdapat beberapa kelebihan, diantaranya dari segi mesin, yaitu jika dibandingkan dengan kereta yang menggunakan mesin diesel, LRT memiliki efisiensi yang lebih tinggi (Nur, dkk., 2021). LRT juga dirancang dengan jangkauan yang lebih fleksibel daripada jenis kereta penumpang perkotaan lainnya. Jika dibandingkan dengan kereta diesel, LRT memiliki kenyamanan dengan kecepatan yang lebih tinggi, bebas dari polusi, serta mampu menampung lebih banyak penumpang (Hylén & Pharoah, 2020). Palembang merupakan salah satu kota yang telah menerapkan model transportasi LRT di Indonesia.

LRT Palembang merupakan salah satu model transportasi yang membawa dampak bagi kota Palembang dengan sejumlah efek positif yang dirasakan, seperti mengurangi kemacetan lalu lintas, menekan biaya transportasi, dan mengurangi polusi udara (Arliansyah, dkk., 2022). Pengembangan dan pembangunan layanan transportasi publik LRT (*Light Rail Transit*) di Palembang awalnya bertujuan untuk mendukung penyelenggaraan Asian Games 2018. Namun setelahnya, LRT dikembangkan lebih lanjut dengan membangun 13 stasiun transit di sepanjang jalur yang membentang sekitar ± 23 km (Gumano, 2018). Hal ini bertujuan untuk meningkatkan layanan transportasi di Kota Palembang, sehingga masyarakat tetap dapat memanfaatkannya setelah kegiatan Asian Games selesai.

LRT Palembang tidak hanya berfungsi sebagai solusi untuk mengatasi kemacetan dan masalah transportasi, tetapi juga memiliki potensi sebagai langkah penerapan pembangunan berkelanjutan. LRT Palembang turut berkontribusi dalam mengurangi penggunaan transportasi berbahan bakar fosil, yang menjadi salah satu penyebab utama peningkatan emisi gas rumah kaca (Ode, dkk., 2024). Namun, masih terdapat beberapa kendala yang dialami LRT selama pengoperasiannya sejak diresmikan. Salah satunya, LRT Palembang pernah berhenti operasi akibat pemadaman listrik di Palembang menyusul gangguan transmisi SUTT 275 kV Lubuk Linggau – Lahat (Deny, 2024). Pemadaman listrik tersebut membuat semua perjalanan LRT terhenti karena *third Rail off* atau mati dampak dari gangguan tersebut. Akibatnya, penumpang yang masih dalam perjalanan LRT tidak dapat melanjutkan perjalanannya dan harus di evakuasi melalui *walkway*. Hal ini dapat mengganggu perjalanan dan kenyamanan penumpang jika sewaktu-waktu kembali terjadi pemadaman listrik apalagi dalam jangka waktu lama dan tidak dapat diperkirakan. Untuk meminimalisir kejadian serupa, sangat penting untuk mempelajari dan meninjau ulang konsep dasar dalam pengoperasian LRT ini, terutama dalam proses penyimpanan daya listrik melalui prinsip induksi elektromagnetik yang digunakannya.

Selain meninjau faktor internal, penting juga melihat faktor eksternal dalam pengoperasian LRT ini. Aktivitas LRT juga memberikan dampak negatif diantaranya adalah menimbulkan kebisingan saat berada pada keadaan menikung. Ketika beroperasi, LRT menghasilkan suara dengan *pitch* yang tinggi (Hustim, dkk., 2020). Kondisi ini dapat

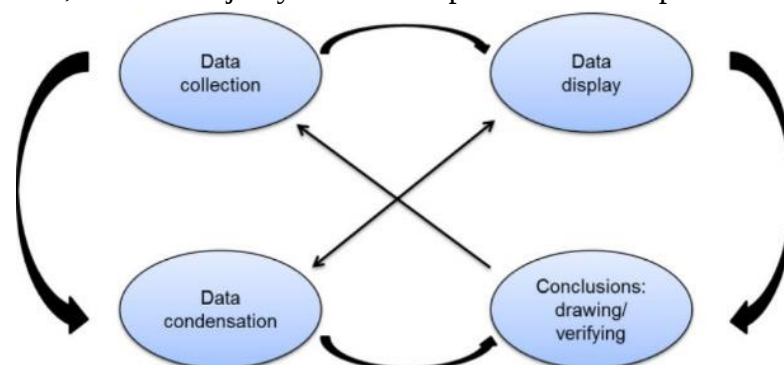
menyebabkan ketidaknyamanan bagi masyarakat yang tinggal di sekitar perlintasan rel. Mengingat lintasan LRT melewati area permukiman, perkantoran, pusat perdagangan, sekolah, dan rumah sakit, keberadaannya berpotensi mengganggu berbagai aktivitas masyarakat di sekitarnya.

Beberapa permasalahan yang telah dijelaskan, dapat diatasi dengan kembali meninjau konsep dasar dalam pengoperasian LRT. Konsep dasar dalam pengoperasian LRT ini banyak melibatkan prinsip-prinsip fisika yang kompleks. Pentingnya memahami konsep fisika dalam LRT terletak pada optimalisasi kinerja, pengembangan teknologi, serta sebagai bahan pembelajaran untuk menciptakan solusi atas beberapa permasalahan yang ada. Penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Tim Teknik Fisika ITB pada LRT Jakarta yang menunjukkan bahwa analisis mendalam terhadap aspek fisik seperti bising dan getaran sangat krusial untuk meningkatkan kenyamanan penumpang (Brahmana, 2020). Dengan demikian, kajian konsep fisika sangat penting dalam menentukan solusi yang diperlukan untuk mengatasi berbagai permasalahan yang mengganggu dalam pengoperasian LRT.

Berdasarkan uraian permasalahan, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji lebih dalam konsep fisika yang mendasari prinsip kerja LRT Palembang. Selain itu, penelitian ini juga untuk menganalisis sejauh mana penerapan prinsip-prinsip fisika tersebut mempengaruhi efisiensi dan keberlanjutan operasional LRT sebagai transportasi massal ramah lingkungan. Dengan adanya penelitian ini dapat menjelaskan hubungan antara teknologi transportasi modern dengan ilmu pengetahuan fisika sehingga dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi transportasi di Indonesia yang berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif kualitatif dengan pendekatan analitis pada prinsip kerja LRT (*Light Rail Transit*). Obyek yang diteliti adalah konsep fisis pada LRT. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2024 di Kota Palembang, Sumatera Selatan. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan Teknik *Analysis Interactive Model* Miles and Huberman, yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan atau verifikasi. Pada tahap reduksi data, sumber data dikumpulkan melalui metode observasi secara langsung ke stasiun LRT, wawancara, dan dokumentasi. Kemudian data disajikan dalam bentuk deskriptif naratif, untuk selanjutnya dilakukan penarikan kesimpulan.



Gambar 1. Metode *Analysis Interactive Model* Miles and Huberman

Sumber: Sukendar, dkk., (2019)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. LRT (*Light Rail Transit*)



Gambar 2. LRT Palembang

Sumber: Dokumen Pribadi

LRT Palembang merupakan sistem transportasi cepat berbasis lintas rel terpadu yang dibangun di Kota Palembang, Sumatera Selatan, untuk menghubungkan Bandar Udara Nasional Sultan Mahmud Badaruddin II dengan Gedung Olahraga Jakabaring. (Tsaqib, dkk., 2019). LRT (*Light Rail Transit*) Kota Palembang merupakan sistem LRT pertama yang dibangun dan dioperasikan di Indonesia. Presiden Joko Widodo, melalui Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 116 Tahun 2015, memberikan persetujuan untuk pembangunan moda transportasi baru berupa LRT (*Light Rail Transit*) di Provinsi Sumatera Selatan. (Sarwandy & Jonizar, 2023). Proyek ini dibangun untuk mendukung pelaksanaan Asian Games 2018. LRT sendiri adalah istilah yang digunakan untuk kereta api ringan. Setelah proyek pembangunan tersebut disetujui, LRT resmi dioperasikan setelah peresmian oleh Presiden Republik Indonesia pada 15 Juli 2018.

2. Identifikasi Konsep-Konsep Fisika pada LRT (*Light Rail Transit*)

Dalam operasional LRT (*Light Rail Transit*) Palembang tidak terlepas dari penerapan berbagai konsep fisika yang mendasarinya. Berbagai prinsip fisika berperan penting dalam menjaga kelancaran dan efisiensi sistem transportasi ini. Berikut ini beberapa konsep fisika yang terdapat dalam prinsip kerja LRT (*Light Rail Transit*) Palembang.

a. Induksi Elektromagnetik

Konsep dasar induksi elektromagnetik sangat penting dalam prinsip kerja LRT Palembang, terutama dalam aspek kelistrikan yang menggerakkan motor kereta. Induksi elektromagnetik adalah fenomena dimana arus listrik dihasilkan oleh perubahan medan magnet. Prinsip ini pertama kali ditemukan oleh Michael Faraday pada abad ke-19 dan menjadi dasar bagi berbagai teknologi kelistrikan modern, termasuk LRT (Pertiwi, 2019).

Pada prinsip kerja LRT, induksi elektromagnetik digunakan dalam dua aspek utama, yaitu sebagai berikut.

1) Motor Listrik

Motor listrik pada LRT bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Motor listrik ini beroperasi dengan menciptakan medan magnet yang berubah di sekitar kumparan kawat, sehingga menghasilkan arus listrik yang menciptakan gaya elektromagnetik. Gaya ini kemudian menggerakkan roda kereta, memungkinkan LRT bergerak maju atau mundur.

Motor traksi bekerja berdasarkan interaksi medan magnet dan arus listrik, yang menyebabkan gaya yang menggerakkan rotor. Gaya ini dijelaskan oleh Hukum Lorentz, yang menyatakan bahwa sebuah kawat yang membawa arus dalam medan magnet akan mengalami gaya (Soeswasti, 2023). Secara matematis, gaya Lorentz dapat ditulis sebagai:

$$\mathbf{F} = I (\mathbf{L} \times \mathbf{B}) \quad (1)$$

Gaya ini menggerakkan rotor motor, yang pada akhirnya menghasilkan gerakan mekanik untuk menggerakkan roda kereta LRT. Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan kawat yang terletak di dalam medan magnet, akan timbul gaya magnetik yang bekerja pada kawat tersebut, medan magnet menghasilkan gaya gerak listrik (GGL) yang menggerakkan motor (Syair, 2021). Menurut Hukum Faraday tentang Induksi Elektromagnetik, GGL yang diinduksi dalam kumparan dihitung dengan:

$$\mathcal{E} = -N \frac{d\Phi}{dt} \quad (2)$$

2) Sistem Regeneratif Pengereman

Saat LRT melakukan pengereman, sistem pengereman regeneratif memanfaatkan induksi elektromagnetik untuk mengubah energi kinetik kereta yang melambat menjadi energi listrik. Energi listrik ini kemudian dapat disimpan atau dikembalikan ke jaringan listrik, sehingga meningkatkan efisiensi energi. Konversi energi listrik menjadi energi mekanik dapat diukur dari daya listrik yang dikonsumsi oleh motor dan daya mekanik yang dihasilkan (Sundari, dkk., 2017). Daya listrik $P_{elektrik}$ yang masuk ke motor dihitung dengan persamaan:

$$P_{elektrik} = VI \quad (3)$$

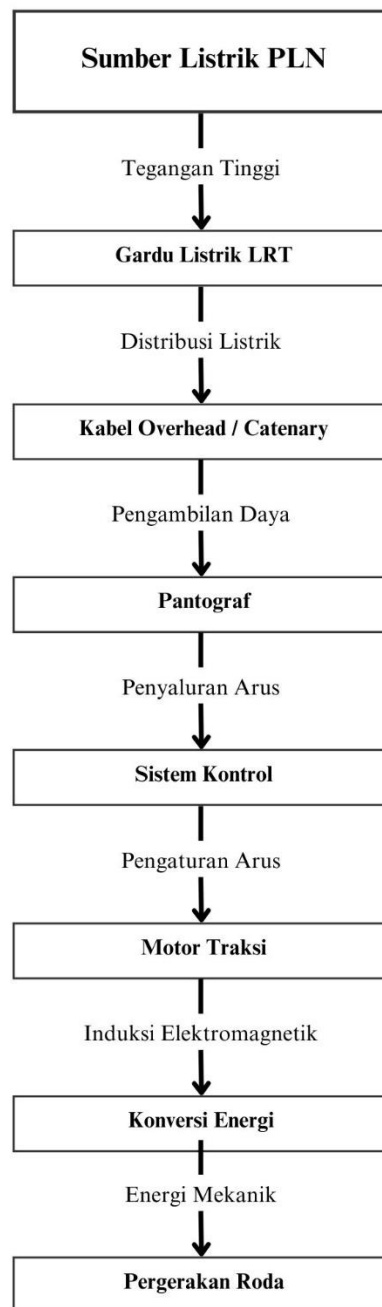
Daya mekanik yang dihasilkan oleh motor, yang merupakan energi yang dikonversi menjadi gerak mekanis (Amirudin, 2023), dapat dihitung dengan:

$$P_{mekanik} = \tau \omega \quad (4)$$

Efisiensi konversi energi dapat dihitung dari perbandingan daya mekanik yang dihasilkan dengan daya listrik yang digunakan (Pratama, dkk., 2024) yang dapat dituliskan secara matematis melalui rumus berikut.

$$\eta = \frac{P_{mekanik}}{P_{elektrik}} \times 100\% \quad (5)$$

Secara keseluruhan, proses induksi elektromagnetik pada LRT dapat dilihat pada diagram alur induksi elektromagnetik LRT pada Gambar 3.



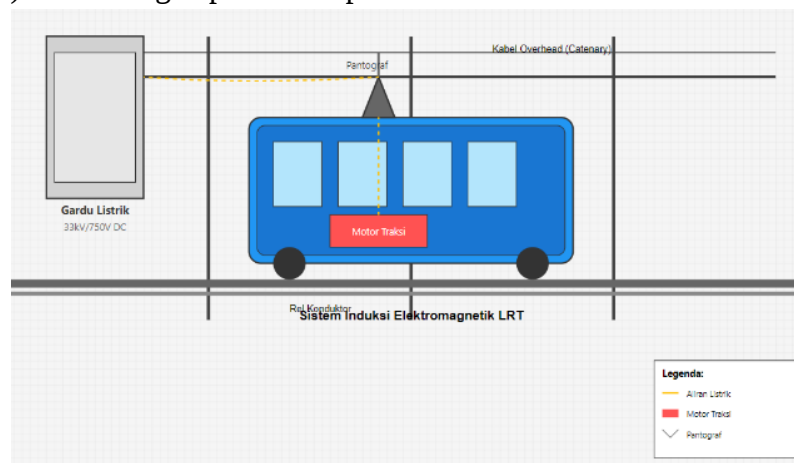
Gambar 3. Alur Proses Induksi Elektromagnetik pada LRT

Induksi elektromagnetik pada sistem operasional LRT Palembang terletak pada konversi energi listrik menjadi energi mekanik. Sistem ini dimulai dari sumber energi listrik utama yang berasal dari PLN, yang kemudian disalurkan melalui gardu-gardu listrik khusus yang tersebar di sepanjang jalur LRT. Listrik bertegangan tinggi ini kemudian didistribusikan melalui sistem kabel overhead atau catenary yang terpasang di atas jalur kereta. Dalam proses pengambilan daya, LRT Palembang dilengkapi dengan pantograf, yaitu rangkaian mekanik yang terpasang di atap kereta dan bersentuhan langsung dengan kabel overhead. Pantograf ini berfungsi sebagai pengumpul arus listrik yang kemudian disalurkan ke sistem kelistrikan kereta. Arus

listrik yang terkumpul selanjutnya melalui serangkaian sistem kontrol dan inverter yang mengatur besaran tegangan dan frekuensi sesuai kebutuhan operasional kereta.

Motor traksi pada LRT Palembang menggunakan prinsip induksi elektromagnetik dalam pengoperasiannya. Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan stator pada motor, terbentuklah medan magnet yang berputar. Medan magnet putar ini kemudian menginduksi rotor motor sehingga ikut berputar. Perputaran rotor inilah yang menghasilkan gaya mekanik untuk menggerakkan roda-roda kereta. Sistem ini memungkinkan kontrol kecepatan yang presisi melalui pengaturan frekuensi dan tegangan yang masuk ke motor.

Ilustrasi dari penerapan induksi elektromagnetik pada prinsip kerja LRT (*Light Rail Transit*) Palembang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Ilustrasi Konsep Induksi Elektromagnetik pada LRT

Sumber: Desain Pribadi

b. Energi Kinetik dan Potensial

Dalam prinsip kerja LRT, energi kinetik dan energi potensial berperan penting untuk menggerakkan dan mengoperasikan kereta.

1) Energi Kinetik

Energi kinetik merupakan energi yang terdapat dalam suatu benda yang bergerak (Hadi, 2022). Pada prinsip kerja LRT, energi kinetik muncul ketika kereta bergerak di atas rel. Energi kinetik dihitung berdasarkan massa kereta dan kecepatan geraknya (Rahmawati & Malik, 2024). Secara matematis, energi kinetik dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 \quad (6)$$

Ketika LRT mulai bergerak dari keadaan diam, gaya yang diberikan oleh motor listrik mengakselerasi kereta sehingga kecepatannya meningkat. Seiring peningkatan kecepatan, energi kinetik kereta juga bertambah. Energi kinetik ini digunakan oleh LRT untuk melaju dengan kecepatan tertentu.

2) Energi Potensial

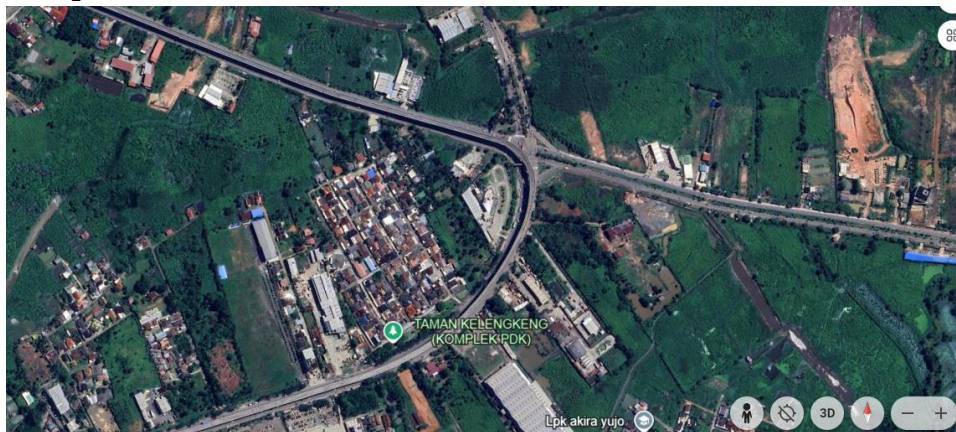
Energi potensial gravitasi merupakan energi yang terdapat pada suatu benda yang memiliki ketinggian tertentu (Suprihanto, 2023). Pada LRT, energi potensial dapat dihasilkan ketika kereta bergerak di jalur yang memiliki ketinggian berbeda, seperti pada jalur yang sedikit menaik atau menurun. Secara matematis, energi potensial gravitasi dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$E_p = mgh \quad (7)$$

Ketika LRT berada di jalur yang lebih tinggi, misalnya pada jembatan atau perlintasan yang lebih tinggi dari tanah, kereta memiliki energi potensial yang lebih besar. Sebaliknya, saat kereta bergerak menuruni jalur, energi potensial ini akan berubah menjadi energi kinetik, mempercepat kereta.

Dalam prinsip kerja LRT, terjadi konversi antara energi kinetik dan energi potensial. Saat LRT bergerak menaiki tanjakan, energi kinetik berubah menjadi energi potensial, yang menyebabkan laju kereta melambat. Sebaliknya, saat LRT menuruni jalur, energi potensial berubah kembali menjadi energi kinetik, mempercepat kereta tanpa memerlukan tambahan tenaga dari motor. Keseimbangan dan perubahan antara kedua bentuk energi ini membantu menjaga kelancaran dan efisiensi gerakan LRT di jalur yang bervariasi.

c. Gaya Sentripetal



Gambar 5. Tikungan pada Stasiun LRT Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang

Sumber: Google Earth Pro

Ketika LRT berbelok pada tikungan, kereta tidak bergerak dalam garis lurus, melainkan mengikuti lintasan melingkar. Tikungan LRT (*Light Rail Transit*) Palembang merupakan tikungan yang termasuk sebagai tikungan kereta ringan paling ekstrim sedunia (Saputra, 2018). Hal ini dikarenakan besar jari-jari pada lengkung tikungannya yang kecil, yaitu 80 meter, jauh lebih kecil dibandingkan ukuran ideal tikungan normal yang harus memiliki jari-jari 800 meter. Tikungan ini dibuat karena menyesuaikan dengan jalan raya yang tepat dibawahnya. Jari-jari lengkung tersebut

berdampak terhadap gesekan antara rel dan roda pada saat kereta berjalan menikung, sehingga akan menimbulkan suara bising berdecit. Lintasan LRT Palembang memiliki panjang 23,4 km dan mencakup beberapa tikungan dengan jari-jari yang bervariasi. Tikungan dengan jari-jari terkecil terletak di dekat bandara, yaitu sebesar 78 meter. (Tsaqib, dkk., 2019). Menurut Agustiyanti (2018), LRT Palembang beroperasi dengan kecepatan rata-rata sekitar 50-60 Km/Jam, sedangkan kecepatan penuh ideal adalah 85 Km/Jam. Hal ini dikarenakan beberapa titik tikungan yang dilalui LRT Palembang dapat dikategorikan tajam. Oleh karena itu, Setiap kali melewati tikungan, LRT Palembang harus mengurangi kecepatan untuk memastikan kereta tetap berada di jalur dan memberikan kenyamanan bagi penumpang. Pada tikungan dengan jari-jari kecil, penting untuk melakukan pengurangan kecepatan agar mencegah kereta keluar dari lintasan.



Gambar 6. Tikungan pada LRT Palembang
Sumber: Dokumen Pribadi

Untuk mempertahankan kereta tetap pada lintasan, diperlukan gaya yang mengarah ke pusat kurva, yang disebut gaya sentripetal. Gaya sentripetal pada LRT Palembang dihasilkan oleh superelevasi, yaitu kemiringan lintasan pada tikungan yang terjadi akibat perbedaan ketinggian antara tepi lintasan bagian luar dan bagian dalam. (Putra, dkk., 2019).

Gaya sentripetal ini dihasilkan dari interaksi antara roda kereta dengan rel, serta kadang dibantu oleh kemiringan rel. Rumus untuk gaya sentripetal ini adalah sebagai berikut.

$$F = \frac{mv^2}{r} \quad (8)$$

Ketika LRT (*Light Rail Transit*) melewati sebuah tikungan, muncul gaya sentripetal yang berperan penting untuk menjaga kereta tetap pada lintasannya. Gaya ini memiliki arah menuju pusat lingkaran dan besarnya bergantung pada massa kereta, kecepatan, dan jari-jari tikungan (Utomo, 2020). Untuk mengatur gaya ini, rel di bagian luar tikungan dibuat lebih tinggi dibandingkan rel bagian dalam, yang dikenal dengan istilah superelevasi.

Desain superelevasi ini berperan penting untuk membantu mengimbangi gaya sentrifugal yang cenderung mendorong kereta ke arah luar tikungan, mengurangi ketergantungan pada gaya gesek antara roda dan rel, membantu kenyamanan penumpang dengan mengurangi gaya ke samping yang mereka rasakan saat kereta berbelok. Dalam sistem ini, gaya normal yang bekerja pada kereta tidak lagi sepenuhnya vertikal karena kemiringan rel. Selain itu, gaya gesek antara roda dan rel juga berperan penting dalam mencegah kereta tergelincir dan memberikan gaya sentripetal tambahan. Besar gaya gesek ini bergantung pada koefisien gesek antara roda dan rel, serta besarnya gaya normal yang bekerja.

Untuk menentukan besar derajat kemiringan tikungan lintasan LRT (superelevasi) dapat menggunakan konsep gaya sentripetal yang terjadi saat LRT berbelok pada tikungan melingkar. Hal ini dapat ditentukan dengan besar jari-jaring lengkung dan kecepatan LRT yang sudah dijelaskan sebelumnya, yaitu 80 Meter dan 5 Km/Jam atau 1,39 m/s, maka

$$\theta = \arctan \left(\frac{v^2}{r \cdot g} \right) \quad (9)$$

$$\theta = \arctan \left(\frac{(16,67)^2}{78,9,8} \right) \quad (10)$$

$$\theta = \arctan \left(\frac{277,89}{764,4} \right) \quad (11)$$

$$\theta = \arctan (0,36354) \quad (12)$$

$$\theta \approx 0,36354 \text{ radian} \quad (13)$$

$$\theta_{\text{derajat}} = 0,36354 \cdot \frac{180}{\pi} \approx 20,84^\circ \quad (14)$$

Berdasarkan perhitungan matematis tersebut dapat ditentukan bahwa derajat kemiringan tikungan pada lintasan LRT (superelevasi) pada titik tikungan Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang sebesar 20,84°. Hasil perhitungan menunjukkan prinsip dasar fisika bahwa gaya sentripetal berbanding lurus dengan kuadrat kecepatan. Semakin kecil kecepatan, semakin kecil pula kebutuhan sudut kemiringan untuk menjaga lintasan melingkar. Dalam penerapan prinsip kerja LRT, hasil ini menunjukkan bahwa desain lintasan yang menikung cukup aman jika digunakan untuk kecepatan rendah.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian, prinsip kerja LRT Palembang menggunakan berbagai konsep fisika, termasuk induksi elektromagnetik dalam motor listrik dan sistem pengereman regeneratifnya, hukum-hukum Newton, serta transformasi energi kinetik dan potensial.

Pemahaman mendalam terhadap prinsip-prinsip fisika ini penting untuk optimalisasi performa dan efisiensi energi LRT. Teknologi ini tidak hanya mengurangi polusi dan ketergantungan pada bahan bakar fosil tetapi juga meningkatkan kenyamanan penumpang dan berkontribusi pada sistem transportasi perkotaan yang berkelanjutan. Hal ini menunjukkan peran LRT dalam menjawab kebutuhan mobilitas modern yang aman, efisien, dan ramah lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Dosen Pengampu yang telah memberikan bimbingan dalam penelitian ini serta terimakasih atas kerjasama pihak *Light Rail Transit* (LRT) Palembang yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiyanti. (2018). Pembangunan LRT Palembang Diklaim Tercepat di Dunia. *CNN Indonesia*, 1. <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20180809161651-92-320918/pembangunan-lrt-palembang-diklaim-tercepat-di-dunia>
- Amirudin, T. I. (2023). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro Berbasis Motor Dc Pada Penerapan Metode Light Trap. *Jurnal Teknik Elektro*, 12, 27–67.
- Arliansyah, J., Kadarsa, E., & Melania, R. (2022). Desain Noise Barrier Light Rail Transit (Lrt) Palembang Untuk Mengurangi Tingkat Kebisingan. *Publikasi Penelitian Terapan Dan Kebijakan*, 5(2). <https://doi.org/10.46774/pptk.v5i2.504>
- Brahmana, F. (2020). *Tim Teknik Fisika ITB Melaksanakan Pengukuran di LRT Jakarta*. <https://tf.itb.ac.id/2020/07/22/tim-teknik-fisika-itb-melaksanakan-pengukuran-di-lrt-jakarta/>
- Deny, S. (2024). LRT Sumsel Berhenti Operasi Imbas Mati Listrik di Palembang. *Liputan 6.Com*, 1. <https://www.liputan6.com/bisnis/read/5611992/lrt-sumsel-berhenti-operasi-imbas-mati-listrik-di-palembang?page=4>
- Gumano, H. N. B. Y. (2018). Pengembangan Transit Oriented Development (TOD) Pada Titik Transit Trase Light Rail Transit (LRT) Provinsi Sumatera Selatan. *R U a N G*, Vol 4(No 1), 75–84. <http://ejournal2.undip.ac.id/index.php/ruang/>
- Hadi, S. (2022). Penerapan Konsep Usaha dan Energi Dalam Perspektif Sains dan Al-Qur'an. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Terapannya (JUPITER)*, 3(2), 61. <https://doi.org/10.31851/jupiter.v3i2.7570>
- Hustim, M., Ramli, I., Zakaria, R., & Evianista, E. (2020). Noise mitigation based on noise barrier for railway Makassar - Parepare line. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 933(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/933/1/012057>
- Hylén, B., & Pharoah, T. (2020). *Making Tracks – Light Rail in England and France*. 22–85.
- Nur, N. K., Rangan, P. R., & Mahyuddin. (2021). Sistem Transportasi. In *Gastronomía ecuatoriana y turismo local*. (Vol. 1, Issue 69).
- Ode, A. T. La, Safar, A., Saudi, A. I., Ampangallo, B. A., Syukuriah, Yunus, A. Y., Syaiful, Sampe, R., & Rachman, R. M. (2024). *Transportasi Publik* (E. Ari Kusuma (ed.)). CV. Tohar Media.
- Pertiwi, P. K. (2019). Induksi Elektromagnetik. In *News.Ge*.
- Pratama, A. B., Tampubolon, H. A., Boangmanalu, E. P. D., Saragi, J. F. H., & Sahat. (2024). Analisis Efisiensi Turbin Pada STG-20 di PLTP XYZ. *Politeknik Negeri Medan, Jl. Almamater*, 7(1), 41–46.
- Putra, B. B. U., Utamakno, L., & Kusdarini, E. (2019). Analisis Optimalisasi Alat Muat Dan Alat Angkut Untuk Mencapai Target Produksi Overburden Di Pit 2a Pt. Fontana Resources Indonesia, Kalimantan Tengah. *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan Dan*

- Kelautan*, 1(1), 141–148.
<https://ejurnal.itats.ac.id/semitan/article/view/831%0Ahttps://ejurnal.itats.ac.id/semitan/article/download/831/711%0Ahttps://ejurnal.itats.ac.id/semitan/article/view/831>
- Rahmawati, D., & Malik, A. (2024). Analisis Pengaruh Ketinggian Lintasan Terhadap Gaya Gesek dan Kecepatan Benda Pada Bidang Miring Menggunakan PhET Simulation. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Fisika Indonesia*, 6(1).
<https://doi.org/10.29303/jppfi.v6i1.255>
- Saputra, O. A. (2018). Berita Palembang: Jari Lengkung Tak Ideal, Tikungan LRT Palembang Paling Ekstrim Sedunia. *Sripoku.Com*.
<https://palembang.tribunnews.com/2018/10/10/berita-palembang-jari-lengkung-tak-ideal-tikungan-lrt-palembang-paling-ekstrim-sedunia>
- Sarwandy, M. H. A., & Jonizar. (2023). Analysis of the Need for Feeder LRT (Light Rail Transit) Palembang City on Jalan Jendral Ahmad Yani. *Formosa Journal of Sustainable Research*, 2(2), 285–298. <https://doi.org/10.55927/fjsr.v2i2.2962>
- Setyaji, A., Permana, A. A., & Akbari, M. A. (2023). Kebijakan Transportasi Kereta Api Ringan Jabodebek dalam Mewujudkan Angkutan Ramah Lingkungan. *Jurnal Sendi Teknik Sipil*, 4(1), 1–8.
- Soeswasti, S. (2023). Medan elektromagnetik. In *Media Litbangkes: Vol. VI*.
- Sukendar, A., Usman, H., & Jabar, C. S. A. (2019). Teaching-loving-caring (asah-asih-asuh) and semi-military education on character education management. *Cakrawala Pendidikan*, 38(2), 292–304. <https://doi.org/10.21831/cp.v38i2.24452>
- Sundari, E., Martomi, E. S., Widagdo, T., & Witjahjo, S. (2017). *Penentuan Karakteristik Mekanik Motor Listrik Induksi Motor listrik Arus*. 9, 1–8.
- Suprihanto, J. (2023). Analisis Tegangan Pada Kulit Nose Cone Smoke Warhead Kaliber 70 Mm Dengan Variasi Ketebalan Kulit Akibat Beban Jatuh Bebas Vertikal. *Jurnal Informatika, Teknologi Dan Sains*, 1(2), 21–30.
<https://doi.org/10.56244/formateks.v1i2.635>
- Syaifudin, A., Kalista, B. M., & Windharto, A. (2019). Analisis deformasi pada coupling element dari automatic mechanical coupler: studi kasus LRT Palembang. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 14(2), 58–63. <https://doi.org/10.36289/jtmi.v14i2.132>
- Syair, Y. K. (2021). *Desain Transfer Daya Nirkabel Dengan Metode Induksi Elektromagnetik*. 470, 22–52.
- Tsaqib, M. B., Asmoro, W. A., & Fisika, D. T. (2019). *Analisis Respon Vibrasi Roda-Rel Arah Lateral sebagai Langkah Pengendalian Kebisingan Derit LRT Palembang pada Tikungan Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II*. 8(2).
- Utomo, P. (2020). Bab iv gerak melingkar beraturan. *Fisika Kelas X*, 137–192.
<https://cobaberbagi.files.wordpress.com/2010/05/gerak-melingkar.pdf>