

Rancang Bangun Sistem Pengereman Menggunakan Sistem Medan Elektromagnetik

Oleh:

Abdul Basid,

Ir. Arief Wisaksono., MM.

Progam Studi Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Desember, 2024



Pendahuluan

Rem adalah komponen penting pada kendaraan yang berfungsi memperlambat atau menghentikan laju kendaraan dengan memanfaatkan energi kinetik yang diubah menjadi panas melalui gesekan. Jenis rem yang umum digunakan adalah rem cakram dan rem drum. Rem cakram menawarkan pengereman efektif dengan sistem hidraulik, sementara rem drum lebih tahan lama namun kurang efisien dalam pembuangan panas.

Masalah seperti aus, overheating, dan kinerja rem yang tidak optimal sering terjadi pada sistem konvensional. Untuk mengatasi ini, penelitian dilakukan untuk mengembangkan sistem pengereman berbasis medan magnet menggunakan arus listrik dan magnet permanen. Teknologi ini menghasilkan gaya hambat tanpa kontak fisik, mengurangi keausan, meningkatkan efisiensi, serta memberikan respons cepat dan presisi. Penelitian ini diharapkan menjadi solusi inovatif untuk kendaraan bermotor listrik, yang semakin populer dalam berbagai sektor.

Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

Beberapa rumusan masalah yang akan dibahas sebagaimana berikut:

1. Bagaimana merancang rem dengan memanfaatkan medan elektromagnetik dan sistem kerjanya
2. Bagaimana pengaruh efisiensi dari penggunaan rem Elektromagnetik
3. Bagaimana keunggulan dan kekurangan dari sistem pengereman elektromagnetik.

Batasan masalah dari penelitian ini akan digunakan supaya tidak menyimpang serta pelebaran pokok permasalahan yang diteliti. Batasan dalam masalah ini adalah:

1. masih belum bisa diimplementasikan pada kendaraan asli, karena masih dalam alat uji.
2. Pengujian prototipe dilakukan dalam kondisi laboratorium yang terkendali tanpa mempertimbangkan variabel eksternal seperti cuaca, suhu ekstrem, atau beban berat. Pengaruh faktor lingkungan pada kinerja sistem tidak menjadi bagian dari kajian ini.
3. Evaluasi sistem pengereman elektromagnetik hanya mencakup parameter tertentu seperti gaya pengereman, waktu respons, jarak pengereman, dan efisiensi energi

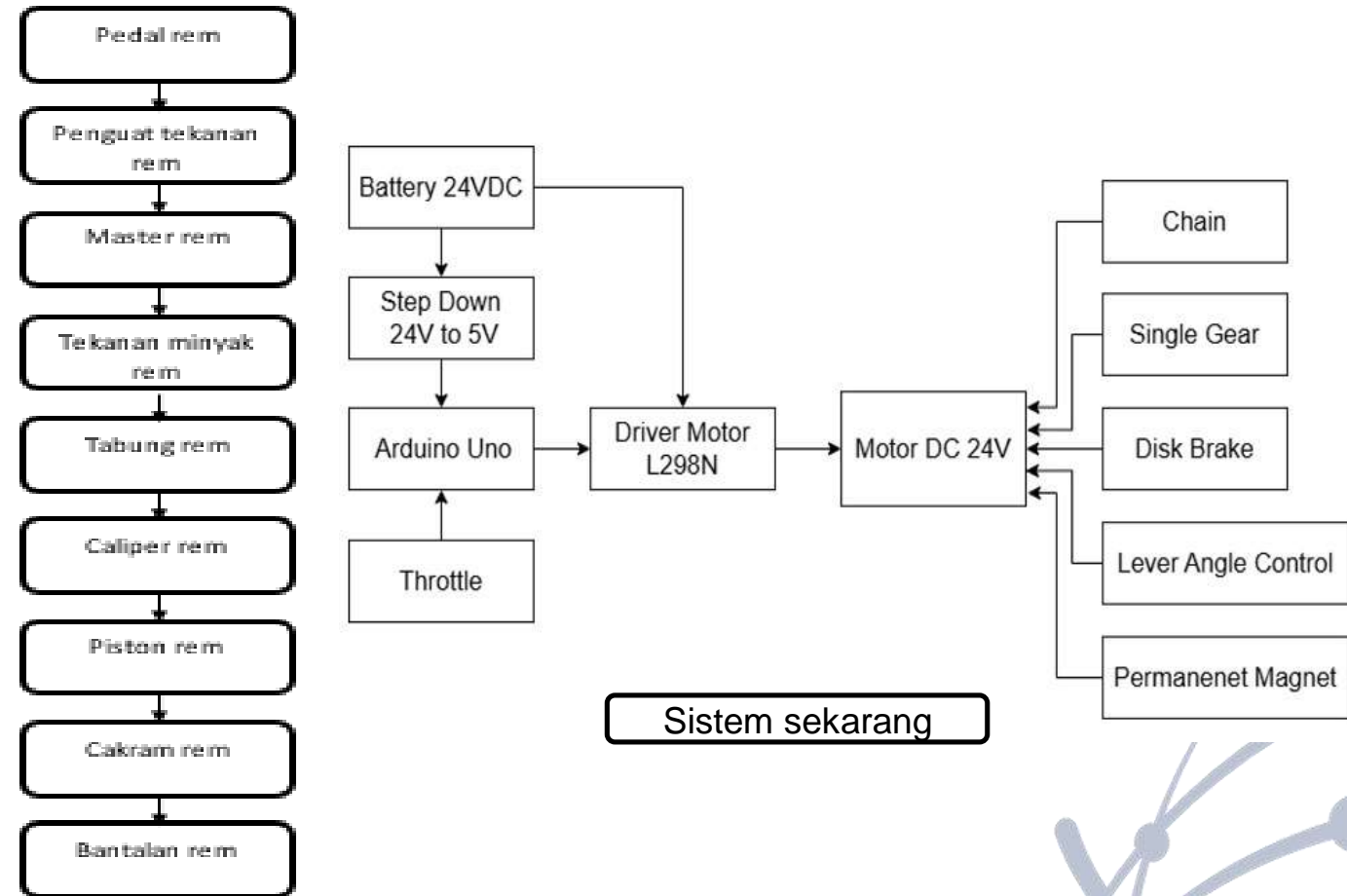
Tujuan

Tujuan dari penelitian ini, yaitu:

- Merancang sistem pengereman berbasis medan elektromagnetik yang mampu memberikan gaya pengereman optimal.
- Menganalisis efisiensi dan respons pengereman pada sistem yang dirancang.
- Menyediakan alternatif sistem pengereman yang dapat mengurangi keausan komponen serta meminimalisir risiko kerusakan sistem

Penelitian Sebelumnya

Penelitian ini mengembangkan system pengereman inovatif berbasis medan elektromagnetik sebagai alternatif mekanisme gesekan. Teknologi ini tidak hanya mengurangi keausan dan meningkatkan efisiensi, tetapi juga memungkinkan regenerasi energi kinetik yang biasanya terbuang. Dengan material elektromagnetik dan termal unggul, sistem ini dirancang untuk efisiensi tinggi dan stabilitas dalam berbagai kondisi, sekaligus mendukung desain pengereman yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.



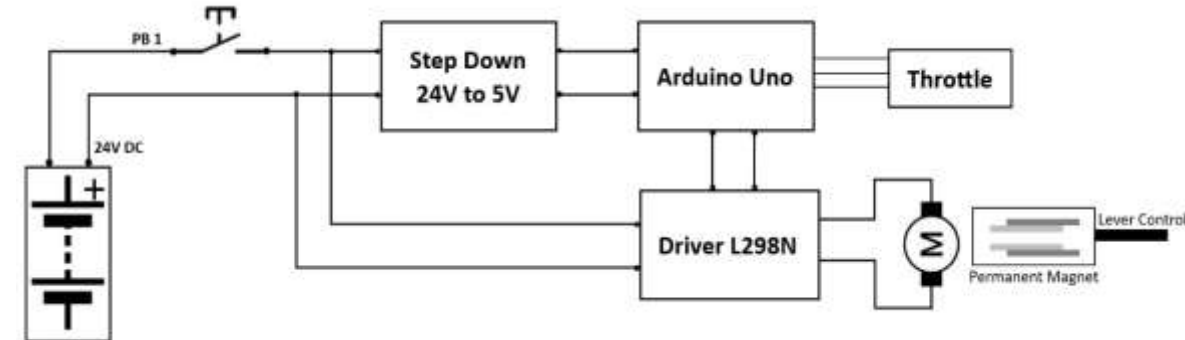
Gambar 1 Blok Diagram Sistem Terdahulu

Metode

Penelitian ini menggunakan metode R&D (Research and Development) dengan model 4D, yaitu Define, Design, Development, dan Disseminate. Pendekatan ini bertujuan untuk mengembangkan produk tertentu sekaligus menguji tingkat keefektifannya. Tahap pertama, Define, berfokus pada pendefinisian produk serta spesifikasi yang akan dikembangkan. Tahap kedua, Design, adalah proses perancangan produk secara detail. Selanjutnya, tahap Development meliputi pengembangan produk hingga pengujian validitas untuk memastikan keandalan dan efektivitasnya. Terakhir, tahap Disseminate dilakukan untuk menyebarkan produk yang telah teruji agar dapat dimanfaatkan lebih luas oleh pengguna.

Flow Chart

Sistem flow chart ini akan bekerja Ketika kendaraan mulai bergerak, kontrol motor akan mengaktifkan motor dan piringan, menciptakan kecepatan awal (V_1). Saat rem diaktifkan, sistem pengereman elektromagnetik bekerja berdasarkan prinsip medan magnet, yang menyebabkan piringan melambat ($V_1 > V_2$). Setelah kendaraan berhenti sepenuhnya, data kecepatan dan kinerja sistem akan direkam untuk analisis lebih lanjut.



Hasil

Data yang diperoleh dari berbagai skenario pengujian akan dibandingkan untuk menilai keunggulan dan keterbatasan sistem yang dikembangkan. Selain itu, pembahasan akan mencakup interpretasi hasil serta implikasi teknologi ini terhadap keselamatan dan efisiensi kendaraan masa kini. Ujicoba akan dilakukan dengan mengukur kecepatan pengereman dengan berbagai sudut peletakan magnet. Sudut yang akan diambil untuk pengujian adalah 15° , 45° , 60° , 90° . Dari berbagai sudut tersebut akan dianalisa yang mana yang lebih efektif untuk sistem pengereman.



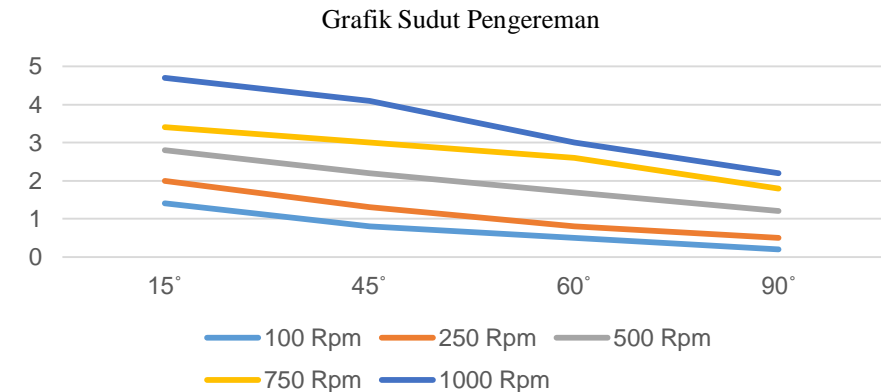
Hasil Prototype

No	Kecepatan Putar (Rpm)	Waktu pengereman (t)			
		15°	45°	60°	90°
1	100	1.4	0.8	0.5	0.2
2	250	2	1.3	0.8	0.5
3	500	2.8	2.2	1.7	1.2
4	750	3.4	3	2.6	1.8
5	1000	4.7	4.1	3	2.2
Rata-rata waktu pengereman per sudut		2.8 6	2.2 8	1.72	1.06

Desain Rangkaian Control

Pembahasan

Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem rem elektromagnetik mampu menghasilkan gaya pengereman yang cukup untuk menghentikan kendaraan pada berbagai kondisi kecepatan. Medan magnet yang dihasilkan oleh solenoida berinteraksi dengan piringan konduktif, menciptakan arus eddy yang menghasilkan gaya tahan terhadap gerakan roda. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem rem elektromagnetik memiliki keunggulan dalam hal respons pengereman, efisiensi energi, serta keandalan dalam berbagai kondisi jalan. Pengaruh sudut penempatan magnet juga menjadi faktor penting dalam optimalisasi sistem ini. Namun, ada beberapa tantangan yang masih perlu diatasi, seperti konsumsi daya yang cukup tinggi serta kebutuhan material konduktif yang lebih efisien untuk meningkatkan performa sistem. Dari hasil tersebut pengereman yang paling efektif adalah pada peletakan magnet di sudut 90° hal ini menunjukkan bahwa sudut penempatan magnet memengaruhi distribusi medan magnet dan gaya pengereman yang dihasilkan. Dari hasil ujicoba dapat digambarkan pada grafik seperti berikut



Kesimpulan

Penelitian ini menegaskan bahwa sistem rem berbasis medan elektromagnetik merupakan solusi inovatif dengan potensi besar untuk menggantikan sistem rem konvensional pada kendaraan modern. Berdasarkan hasil simulasi dan pengujian prototipe, sistem ini mampu memberikan peningkatan performa pengereman, seperti pengurangan jarak pengereman, efisiensi energi yang lebih baik, serta pengurangan keausan komponen mekanik. Selain itu, sistem ini menunjukkan kemampuan yang andal dalam berbagai penempatan magnet terutama pada sudut 90° . Keunggulan utama sistem ini terletak pada respons pengereman yang lebih cepat dibandingkan sistem konvensional, efisiensi energi yang lebih tinggi berkat eliminasi gesekan langsung, serta pengurangan biaya perawatan karena minimnya komponen mekanik yang mengalami keausan. Kendati demikian, penelitian ini juga mengidentifikasi beberapa tantangan yang perlu diselesaikan sebelum teknologi ini dapat diimplementasikan secara luas, seperti konsumsi energi yang masih cukup tinggi dan kebutuhan material konduktif yang lebih efisien serta tahan terhadap panas. Dengan pengembangan lebih lanjut, terutama dalam hal optimasi desain dan material, sistem rem elektromagnetik berpotensi tidak hanya meningkatkan keselamatan berkendara, tetapi juga mendukung efisiensi energi dan keberlanjutan transportasi masa depan. Penelitian lanjutan sangat diperlukan untuk mengatasi kendala yang ada dan memvalidasi performa sistem ini pada skala kendaraan yang lebih besar dan kompleks.

Referensi

- [1] P. T. Santoso *et al.*, "RANCANG BANGUN ALAT OTOMATISASI PENGGEREMAN," vol. 19, no. September, pp. 225–232, 2024.
- [2] I. Teknologi and N. Malang, "PADA MOBIL LISTRIK," vol. 08, pp. 156–168, 2024.
- [3] Dzikrullah dkk, "1. Analisa Gesekan Pengereman Hidrolis," *Pros. SNATIF*, pp. 667–678, 2017.
- [4] H. Judul, "Otomatis Berbasis Fuzzy Pid Pada," 2018.
- [5] A. R. Dayus, J. E. Hutagalung, and I. R. Harahap, "Penerapan Sistem Pengereman dan Parkir Mobil Listrik Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino UNO," *J-Com (Journal Comput.*, vol. 2, no. 2, pp. 101–106, 2022, doi: 10.33330/j-com.v2i2.1728.
- [6] K. Diyanto and M. Anwar Satrio Andhy, "Pengembangan Sistem Pengereman Dan Catu Daya Sepeda Listrik Roda Dua," 2023.
- [7] M. H. Pradipta, T. Sukmadi, and M. Facta, "Pengereman Dinamis Konvensional pada Motor Induksi Tiga Fasa," *J. Nas.*, vol. 3, pp. 1–7, 2014.
- [8] Abdulelektro, "Sistem Pengereman Regeneratif: Prinsip Kerja & Aplikasinya." [Online]. Available: <https://abdulelektro.blogspot.com/2021/04/sistem-pengereman-regeneratif-prinsip.html>
- [9] M. Jhoni, O. Selviana, and S. Damayanti, "Menganalisis Gaya Lorentz dalam Sistem Listrik dan Magnetik," *Tarbiatuna J. Islam. Educ. Stud.*, vol. 4, no. 1, pp. 302–306, 2024.
- [10] H. R. Al Malik, "Elektromagnetik pada Kendaraan: Prinsip Kerja dan Komponennya," Ksayd.com. [Online]. Available: <https://ksayd.com/pada-kendaraan-prinsip-kerja-elektromagnetik-digunakan-pada-komponen/#respond>
- [11] D. Handoyo and A. Rudiretna, "Prinsip umum dan pelaksanaan Polymerase Chain Reaction (PCR)," *Unitas*, vol. 9, no. 1, pp. 17–29, 2001.
- [12] F. Trinovat, "Rancang Bangun Sistem Pengereman Otomatis Dan Blind Spot Warning Pada Sepeda Motor," *UIN Alauddin Makassar*, pp. 3–18, 2018.
- [13] M. Waruwu, "Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan," *J. Ilm. Profesi Pendidik.*, vol. 9, no. 2, pp. 1220–1230, 2024, doi: 10.29303/jipp.v9i2.2141.
- [14] I. Maulana, I. P. Handayani, and A. Qurthobi, "Rancang Bangun Mini Plant Regenerative Braking Sebagai Sumber Daya Listrik," *e-Proceeding Eng.*, vol. 3, no. 3, pp. 4943–4947, 2016.
- [15] A. Bintang Damara, A. Qurthobi, and K. Bani Adam, "Rancang Bangun Purwarupa Pengereman Regeneratif Menggunakan Motor Dc My1016," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 5, pp. 5883–5889, 2021.

