Mitra Pilar: Jurnal Pendidikan, Inovasi, dan Terapan Teknologi
Volume 3, Nomor 1, Juni 2024
Homepage: doi.org/10.58797/pilar

DOI: doi.org/10.58797/pilar.0301.01

Kajian Perkembangan Industri Listrik Magnet di Indonesia dan Implikasinya pada Teknik Industri

Fatanur Baity Tsulutsya*, Indra Berlian, Frengki Andrian, Achmad Fadilah Hamdani

Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura

*Corresponding Email: fatanur.tsulutsya@trunojoyo.ac.id

Received: 11 Mei 2024
Revised: 13 Juni 2024
Accepted: 29 Juni 2024
Online: 30 Juni 2024
Published: 30 Juni 2024

Mitra Pilar: Jurnal Pendidikan, Inovasi, dan Terapan Teknologi
p-ISSN: 2964-7622
e-ISSN: 2964-6014

Abstract

The development of the magnetic electricity industry in Indonesia has shown significant growth over the past few decades. This technology plays a vital role in meeting the increasing energy demands while simultaneously supporting environmental sustainability through energy efficiency and technological innovation. This article discusses the historical development, electromagnetic induction technology, and permanent magnet applications that have brought substantial changes to the energy and industrial engineering sectors. Using a literature-based approach and qualitative analysis, the study explores the impact of magnetic electricity technology on industrial productivity, the challenges faced, and promising future prospects. The findings indicate that the development of the magnetic electricity industry in Indonesia holds great potential to support sustainable economic transformation, particularly through strategic collaboration, education, and technological investment. This article aims to serve as a reference for policymakers and industry players in optimizing the use of magnetic electricity technology.

Keywords: electricity industry, engineering, magnetic electricity

Abstrak

Perkembangan industri listrik magnet di Indonesia telah menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam beberapa dekade terakhir. Teknologi ini berperan penting dalam memenuhi kebutuhan energi yang semakin meningkat, sekaligus mendukung keberlanjutan lingkungan melalui efisiensi energi dan inovasi teknologi. Artikel ini

membahas perkembangan sejarah, teknologi induksi elektromagnetik, dan aplikasi magnet permanen yang telah membawa perubahan besar pada sektor energi dan teknik industri. Dengan pendekatan berbasis kajian literatur dan analisis kualitatif, penelitian ini mengeksplorasi dampak teknologi listrik magnet terhadap produktivitas industri, tantangan yang dihadapi, serta prospek masa depan yang menjanjikan. Kesimpulan menunjukkan bahwa pengembangan industri listrik magnet di Indonesia memiliki potensi besar untuk mendukung transformasi ekonomi berkelanjutan, terutama melalui kolaborasi strategis, pendidikan, dan investasi teknologi. Artikel ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengambil kebijakan dan pelaku industri dalam mengoptimalkan pemanfaatan teknologi listrik magnet.

Kata-kata kunci: industri listrik, listrik magnet, teknik industri

PENDAHULUAN

Industri listrik magnet telah menjadi salah satu sektor strategis yang mengalami perkembangan pesat di Indonesia (Sambodo, Silalahi, & Firdaus, 2024; Sardjono, dkk., 2012), didorong oleh kemajuan teknologi modern seperti induksi elektromagnetik dan material magnet permanen (Kuswanto, Cahyasusila, & Gultom, 2022). Selain itu, kerja sama antara Indonesia dan Korea Selatan dalam pengembangan mobil listrik telah mempercepat adopsi teknologi ini (Wambrauw, Buiney, & Gani, 2023), mendukung inovasi material magnet dan motor listrik efisien yang sejalan dengan agenda keberlanjutan dan efisiensi energi nasional.

Sejarah perkembangan teknologi listrik magnet di Indonesia bermula pada awal abad ke-20, ketika penerapannya terbatas pada pembangkit listrik tenaga air dan uap (Friederich & Van Leeuwen, 2017; Hochstein & Sudarman, 2008). Namun, kemajuan material berbasis logam tanah jarang telah memungkinkan peningkatan efisiensi sistem magnet (Sofyan, 2021; Noviansyah, 2019) membuka peluang baru dalam berbagai sektor industri (Maulana & Ranaputri, 2023). Teknologi listrik magnet kini banyak digunakan dalam pengembangan motor listrik, generator, hingga sistem penyimpanan energi modern, yang menjadi bagian penting dari revolusi industri 4.0 (Suyitno, 2022).

Dukungan pemerintah melalui kebijakan strategis, seperti program pembangunan infrastruktur energi 35.000 MW dan pengembangan energi terbarukan (Salim & Negara, 2018), telah mempercepat adopsi teknologi listrik magnet. Selain itu, insentif untuk penelitian dan pengembangan di bidang ini menciptakan peluang besar bagi sektor teknik industri untuk memanfaatkan inovasi magnet dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan proses manufaktur (Arifin, 2023).

Implikasi dari perkembangan ini terhadap teknik industri sangatlah signifikan (Arifin, 2023). Penggunaan teknologi listrik magnet dalam sistem produksi telah memungkinkan efisiensi energi yang lebih tinggi, pengurangan biaya operasional, dan peningkatan keandalan sistem otomasi (Meng, dkk., 2018). Di sektor transportasi, misalnya, penerapan motor listrik berbasis magnet permanen menjadi solusi untuk menciptakan kendaraan yang ramah lingkungan (Podmiljšak, dkk., 2024). Sementara itu, di manufaktur, teknologi ini mendukung optimalisasi lini produksi dengan sistem elektromekanik yang lebih presisi.

Meskipun memiliki potensi besar, adopsi teknologi listrik magnet di Indonesia tidak terlepas dari berbagai tantangan. Biaya investasi awal yang tinggi untuk pengembangan teknologi ini menjadi salah satu kendala utama (Arifin, 2023). Selain itu, keterbatasan sumber daya manusia dengan keahlian di bidang teknik elektromagnetik menambah kompleksitas penerapannya (Arifin, 2023). Oleh karena itu, diperlukan sinergi antara akademisi, pemerintah, dan industri untuk menciptakan ekosistem inovasi yang mendukung pertumbuhan sektor ini.

Salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan adalah kemandirian teknologi dan pengelolaan sumber daya alam lokal (Wardana, 2023). Mengingat Indonesia memiliki potensi besar dalam cadangan logam tanah jarang (Jannah, dkk., 2020), langkah-langkah strategis untuk mengolah bahan baku ini menjadi material magnet berkualitas tinggi harus menjadi prioritas. Upaya ini tidak hanya dapat mengurangi ketergantungan impor, tetapi juga membuka peluang baru dalam pengembangan teknologi berbasis magnet yang lebih kompetitif.

Selain itu, implikasi teknologi listrik magnet terhadap teknik industri juga mencakup penguatan sumber daya manusia. Industri ini membutuhkan tenaga kerja yang mampu menguasai desain elektromagnetik, pemodelan sistem, dan integrasi teknologi berbasis IoT untuk otomasi cerdas (Yudhanto & Aziz, 2019). Dengan demikian, investasi dalam pendidikan teknik dan pelatihan vokasi menjadi kunci untuk memastikan kesiapan Indonesia menghadapi persaingan global. Pada akhirnya, integrasi teknologi listrik magnet ke dalam sektor teknik industri Indonesia berkontribusi pada pembangunan ekonomi yang berkelanjutan dan kompetitif. Dengan mengatasi tantangan yang ada dan memanfaatkan peluang yang tersedia, teknologi ini dapat menjadi pilar utama dalam mewujudkan transformasi industri yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan inovatif.

METODE

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan utama, yaitu:

1. Pengumpulan Data Literatur

   Kajian dimulai dengan mengumpulkan data dari berbagai sumber, seperti dokumen kebijakan, laporan riset, jurnal ilmiah, dan publikasi terkait industri listrik magnet. Data ini mencakup sejarah perkembangan, inovasi teknologi, implementasi industri, serta tantangan dan peluang di Indonesia.
2. Analisis Kualitatif

   Data yang terkumpul dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi pola, hubungan, dan tren dalam perkembangan industri listrik magnet. Analisis ini dilakukan untuk mengevaluasi dampak teknologi terhadap efisiensi energi dan implementasinya dalam teknik industri.
3. Studi Kasus

   Studi kasus digunakan untuk memberikan gambaran konkret tentang penerapan teknologi listrik magnet di Indonesia. Misalnya, aplikasi magnet permanen dalam sistem transportasi dan otomasi industri.
4. Evaluasi Kebijakan dan Rekomendasi

   Kebijakan yang terkait dengan pengembangan teknologi listrik magnet dianalisis untuk menilai efektivitasnya dalam mendukung industri. Berdasarkan hasil analisis, dibuat rekomendasi strategis untuk mengatasi tantangan dan memanfaatkan peluang yang ada.

5. Validasi Temuan

   Hasil analisis dan rekomendasi divalidasi dengan membandingkan data yang diperoleh dari berbagai sumber. Proses ini memastikan bahwa temuan penelitian relevan dan dapat diterapkan dalam konteks Indonesia.

Setiap tahap dilakukan secara sistematis untuk menghasilkan kesimpulan yang komprehensif dan mendalam tentang perkembangan industri listrik magnet di Indonesia.

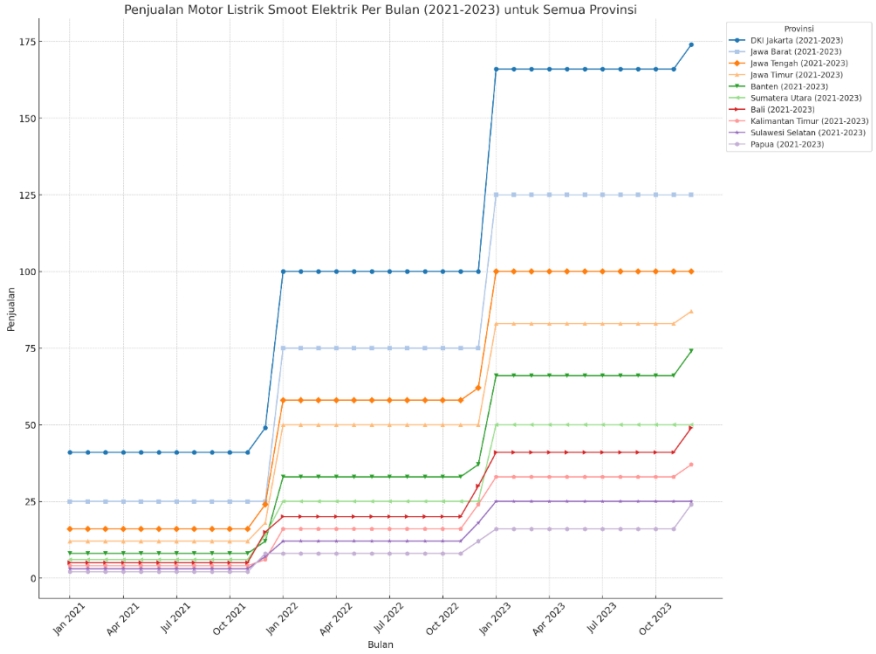
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Sejarah dan Perkembangan Industri Listrik Magnet

Sejak era 1970-an, Indonesia mulai mengembangkan infrastruktur kelistrikan (Sidabutar, 2020), terutama melalui pembangunan PLTA dan PLTU. Perkembangan lebih lanjut terjadi dengan pengenalan material magnet permanen berbasis logam tanah jarang seperti neodymium (Sofyan, 2021). Material ini memungkinkan efisiensi lebih tinggi dalam aplikasi motor listrik dan generator. Dalam era Revolusi Industri 4.0, teknologi magnet permanen memainkan peran penting dalam sektor transportasi dan sistem penggerak kendaraan listrik (Tiwari, dkk., 2021).

Penggunaan magnet permanen juga telah diterapkan dalam sistem penyimpanan energi modern (Sardjono, dkk., 2012). Hal ini memungkinkan distribusi energi yang lebih stabil dan efisien, terutama untuk daerah-daerah terpencil di Indonesia. Teknologi ini juga mendukung pengembangan energi terbarukan, seperti pembangkit listrik tenaga surya dan angin.

Industri listrik magnet di Indonesia juga telah menjadi katalis bagi inovasi lokal. Universitas dan pusat riset kini berfokus pada pengembangan aplikasi baru dari teknologi ini, seperti pada perangkat medis (Wei & Liu, 2008) hingga transportasi publik (Gryz, Karpowicz, & Zradziński, 2022). Perkembangan ini menunjukkan bagaimana teknologi listrik magnet dapat mengubah berbagai sektor menjadi lebih efisien dan ramah lingkungan.



Gambar 1. Data penjualan motor listrik Smoot di seluruh indonesia

Gambar 1 menunjukkan grafik penjualan salah satu merk motor listrik per bulan dari tahun 2021 hingga 2023 untuk semua provinsi. Masing-masing provinsi ditampilkan dengan warna dan simbol yang berbeda. Gambar 1 menunjukkan peningkatan signifikan dalam penjualan motor listrik Smoot Elektrik di berbagai provinsi Indonesia selama periode 2021 hingga 2023. DKI Jakarta secara konsisten mencatat penjualan tertinggi, diikuti oleh Jawa Barat dan Jawa Tengah. Peningkatan ini mencerminkan adopsi yang semakin luas terhadap kendaraan listrik di Indonesia (Data Industri, 2023).

2. Teknologi Induksi Elektromagnetik

Teknologi induksi elektromagnetik telah digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi industri, termasuk pengembangan motor listrik sinkron magnet permanen (Podmiljšak, 2024). Teknologi ini memungkinkan efisiensi tinggi dalam konversi energi listrik menjadi gerak mekanik, yang berkontribusi pada pengurangan emisi karbon dan biaya operasional. Penggunaan teknologi *smart grid* juga mulai diterapkan untuk meningkatkan keandalan distribusi energi (Aziz, Prasetyo, & Afandi, 2019).

Inovasi dalam teknologi induksi elektromagnetik telah membantu mengurangi kerugian energi akibat gesekan mekanis dan panas (Chalimah, dkk., 2024). Dalam sektor manufaktur, teknologi ini telah meningkatkan produktivitas dengan mengurangi waktu siklus dan biaya produksi. Selain itu, penerapan induksi elektromagnetik pada sistem transportasi seperti kereta cepat dan kendaraan listrik menjadi contoh nyata bagaimana teknologi ini dapat mendorong efisiensi energi secara luas (Aziz, Prasetyo, & Afandi, 2019). Dengan demikian, industri listrik magnet tidak hanya memberikan solusi energi tetapi juga membentuk masa depan transportasi di Indonesia.

3. Dampak terhadap Efisiensi Energi dan Teknik Industri

Penggunaan teknologi listrik magnet memberikan dampak signifikan pada efisiensi energi. Magnet permanen, misalnya, membutuhkan volume kecil untuk menghasilkan energi yang besar, sehingga cocok untuk berbagai aplikasi industri (Podmiljšak, 2024). Dalam bidang teknik industri, teknologi ini meningkatkan produktivitas dan mengurangi konsumsi energi, yang penting dalam mendukung keberlanjutan lingkungan.

Penggunaan listrik magnet juga telah mempermudah implementasi sistem otomasi canggih (Northcote-Green & Wilson, 2017; Yang & Zhang, 2020). Hal ini mendorong pengembangan sistem robotika yang lebih efisien dan ramah lingkungan (Yang & Zhang, 2020). Selain itu, teknologi ini mendukung pengurangan biaya operasional pada lini produksi dengan meningkatkan kecepatan dan presisi operasi.

Dampak pada teknik industri semakin nyata dengan adanya integrasi teknologi listrik magnet ke dalam lini produksi modern. Hal ini mencakup penggunaan sensor elektromagnetik untuk pemantauan proses secara real-time dan peningkatan kontrol kualitas pada berbagai tahap produksi. Dengan pendekatan ini, teknik industri di Indonesia dapat terus berkembang ke arah yang lebih adaptif dan inovatif.

4. Tantangan dan Prospek Masa Depan

Tantangan utama meliputi biaya awal investasi yang tinggi dan kurangnya sumber daya manusia terlatih (Putra & Sisdianto, 2024; Cakranegara, 2022). Namun, prospek masa depan industri ini sangat menjanjikan dengan adanya inovasi berkelanjutan dalam pengembangan material baru, kolaborasi internasional, dan peningkatan infrastruktur. Selain itu, pendidikan dan pelatihan menjadi kunci untuk mengatasi kekurangan tenaga ahli di bidang ini (Cakranegara, 2022).

Pemerintah dapat memainkan peran penting dengan memberikan insentif pajak bagi perusahaan yang berinvestasi dalam teknologi listrik magnet. Selain itu, program pelatihan khusus untuk mahasiswa teknik dan insinyur dapat meningkatkan ketersediaan tenaga ahli. Kolaborasi internasional juga dapat mempercepat transfer teknologi dan adopsi praktik terbaik.

Dengan fokus pada keberlanjutan, perkembangan teknologi listrik magnet juga membuka peluang baru dalam inovasi produk berbasis energi terbarukan. Indonesia dapat menjadi pusat pengembangan teknologi ini di Asia Tenggara jika tantangan yang ada dapat diatasi secara efektif.

KESIMPULAN

Industri listrik magnet di Indonesia telah menunjukkan kemajuan yang signifikan, didukung oleh inovasi teknologi dan kebijakan pemerintah. Dampaknya terhadap sektor industri mencakup peningkatan efisiensi energi, produktivitas, dan keberlanjutan. Meskipun menghadapi tantangan seperti biaya investasi tinggi dan keterbatasan tenaga ahli, prospek masa depan tetap cerah dengan adanya komitmen untuk penelitian dan pengembangan teknologi baru. Investasi dalam pendidikan, kolaborasi internasional, dan penguatan infrastruktur akan menjadi langkah penting untuk memastikan keberhasilan industri ini di masa depan.

REFERENSI

Arifin, Z., et al. (2023). *GREEN TECHNOLOGY: Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan Berbagai Bidang*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.

Aziz, F. S., Prasetyo, B., & Afandi, A. N. (2019). A Review: Cloud Computing untuk Smart Energy Management System di Negara Berkembang. *SinarFe7*, *2*(1), 114-117.

Cakranegara, P. A. (2022). Analisis Pembukaan dan Pengembangan Kawasan Industri di Indonesia. *Jurnal El-Riyasah*, *13*(1), 68-75.

Chalimah, S., Setyobudi, R., Sadrina, A., Satria, M. H. B., & Sari, T. P. (2024). Pengaruh Variasi Daya Turbin pada Turbin Angin Poros Vertikal terhadap Efisiensi Daya Generator. *TESME*, *1*(1), 78-85.

Data Industri. (2023). *Laporan Data Penjualan Motor Listrik SMOOT ELEKTRIK, 2021 – 2023*. https://www.dataindustri.com/produk/laporan-data-penjualan-motor-listrik-smoot-elektrik-di-indonesia/.

Friederich, M. C., & Van Leeuwen, T. (2017). A review of the history of coal exploration, discovery and production in Indonesia: The interplay of legal framework, coal geology and exploration strategy. *International Journal of Coal Geology*, *178*, 56-73.

Gryz, K., Karpowicz, J., & Zradziński, P. (2022). Complex electromagnetic issues associated with the use of electric vehicles in urban transportation. *Sensors*, *22*(5), 1719.

Hochstein, M. P., & Sudarman, S. (2008). History of geothermal exploration in Indonesia from 1970 to 2000. *Geothermics*, *37*(3), 220-266.

Jannah, N. F., Aritonang, S., Sunardi, S., Adiprayoga, S. N., & Rajak, D. D. A. (2020, May). Rare earth metals utilization opportunities in the development of Indonesia defense industry technology. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 850, No. 1, p. 012050). IOP Publishing.

Kuswanto, M., Cahyasusila, A. B., & Gultom, R. A. G. (2022). Analisis Swot Potensi Pengembangan Teknologi Energi Generator Magnetik di Industri Baja (Studi Kasus PT Xyz). *Jurnal Cafetaria*, *3*(1), 122-129.

Maulana, R. F., & Ranaputri, U. K. (2023). Potensi Oksida Logam Tanah Jarang dari Lumpur Sidoarjo sebagai Pendukung Katalis Rutenium dalam Produksi Hidrogen dari Dekomposisi Amonia. *The Indonesian Green Technology Journal*, *12*(1).

Meng, Y., Yang, Y., Chung, H., Lee, P. H., & Shao, C. (2018). Enhancing sustainability and energy efficiency in smart factories: A review. *Sustainability*, *10*(12), 4779.

Northcote-Green, J., & Wilson, R. G. (2017). *Control and automation of electrical power distribution systems*. CRC press.

Noviansyah, D. (2019). *Logam Tanah Jarang (Rare Earths Element)*. Dunia Pustaka Jaya.

Podmiljšak, B., Saje, B., Jenuš, P., Tomše, T., Kobe, S., Žužek, K., & Šturm, S. (2024). The Future of Permanent-Magnet-Based Electric Motors: How Will Rare Earths Affect Electrification?. *Materials*, *17*(4), 848.

Putra, B., & Sisdianto, E. (2024). Penerapan Green Accounting dalam Mendukung Keberlanjutan Perusahaan di Indonesia. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, *2*(12).

Salim, W., & Negara, S. D. (2018). Infrastructure development under the Jokowi administration: Progress, challenges and policies. *Journal of Southeast Asian Economies*, *35*(3), 386-401.

Sambodo, M. T., Silalahi, M., & Firdaus, N. (2024). Investigating technology development in the energy sector and its implications for Indonesia. *Heliyon*, *10*(6).

Sardjono, P., et al. "Aplikasi Magnet Permanen di Indonesia: Data Pasar dan Pengembangan Material Magnet." In *Seminar Nasional Ilmu Pengetahuan Teknik*, pp. 28-29. 2012.

Sidabutar, V. T. P. (2020). Kajian pengembangan kendaraan listrik di Indonesia: prospek dan hambatannya. *Jurnal Paradigma Ekonomika*, *15*(1), 21-38.

Sofyan, B. T. (2021). *Pengantar Material Teknik Edisi II*. UNHAN RI PRESS.

Suyitno, B. M. (2022). Rekayasa Sistem Energi Nasional.

Tiwari, D., Miscandlon, J., Tiwari, A., & Jewell, G. W. (2021). A review of circular economy research for electric motors and the role of industry 4.0 technologies. *Sustainability*, *13*(17), 9668.

Wambrauw, M. S., Buiney, M. E., & Gani, N. N. (2023). Diplomasi Indonesia dan Korea Selatan dalam Pembangunan Pabrik Mobil Listrik di Indonesia. *Dinamika Global: Jurnal Ilmu Hubungan Internasional*, *8*(2), 233-250.

Wardana, D. A. (2023). Pengaturan Hukum tentang Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Terbarukan Dalam Mendorong Ekonomi Hijau (Green Economy) di Indonesia. *Jurnal Bevinding*, *1*(05), 27-42.

Wei, X., & Liu, J. (2008). Power sources and electrical recharging strategies for implantable medical devices. *Frontiers of Energy and Power Engineering in China*, *2*, 1-13.

Yang, Z., & Zhang, L. (2020). Magnetic actuation systems for miniature robots: A review. *Advanced Intelligent Systems*, *2*(9), 2000082.

Yudhanto, Y., & Azis, A. (2019). *Pengantar Teknologi Internet of Things (IoT)*. UNSPress.