

Tinjauan Metode Optimasi untuk mencari Posisi dan Kapasitas Gardu Traksi Daya Arus Searah dengan pengoperasian banyak kereta

Tahan Lumban Tobing

Dosen FT - Elektro

tahan.tobing@uki.ac.id

Abstrak

Penelitian ini mengeksplorasi penerapan metode optimasi dalam menentukan lokasi dan kapasitas daya gardu traksi arus searah, baik dengan mempertimbangkan maupun tanpa mempertimbangkan energi hasil pengereman regeneratif, untuk kasus pengoperasian banyak kereta. Kajian dimulai dengan melakukan tinjauan terhadap literatur terkait metode optimasi yang telah diterapkan dalam studi penentuan lokasi dan kapasitas daya optimum gardu traksi, baik untuk gardu traksi penyearah maupun inverter. Selanjutnya, pendekatan teoritis dilakukan untuk memecahkan masalah optimasi dengan metode multiobjektif berbasis metaheuristik. Penelitian ini menghasilkan algoritma untuk penerapan metode optimasi metaheuristik EMO NSGA-II dengan Pareto optimal, yang memperhatikan energi hasil pengereman regeneratif dalam sistem pemasok energi listrik kereta yang memiliki keterbatasan dalam menerima daya hasil pengereman regeneratif.

Key Word:*metode optimasi analitis, metode optimasi metaheuristik, tegangan jatuh, rugi-rugi daya, EMO (Evolutionary Multiobjective Optimization), Pareto optimal, pengereman regeneratif.*

Pendahuluan

Efisiensi dan efektivitas penggunaan energi listrik menjadi perhatian sejak tahap perancangan awal. Dengan menggunakan simulator, rancangan sistem pemasok energi listrik yang sesuai untuk sistem kereta MRT di area perkotaan dapat dikembangkan. Dalam perancangan sistem pemasok energi listrik yang optimal untuk kereta listrik, penempatan dan kapasitas gardu traksi memegang peranan penting [1], terutama dalam memenuhi tegangan jatuh maksimum. Metode berbasis tegangan jatuh dikembangkan dari prinsip-prinsip dasar perhitungan tersebut [2], yang dapat digunakan untuk menganalisis berbagai sistem traksi baik yang menggunakan arus bolak-balik maupun arus searah.

Penentuan lokasi dan kapasitas daya gardu traksi didasarkan pada beban RMS dalam jangka waktu tertentu, beban lebih pada saat traksi berat, batasan lokasi, serta performa sistem [3]. Dalam perkembangannya, penentuan lokasi dan kapasitas gardu listrik dilakukan dengan metode optimasi. Optimasi analitis dilakukan oleh González dan Manzanedo [4] berdasarkan perhitungan tegangan jatuh antara dua gardu traksi. Chang et al. [5] membahas optimasi multiobjektif, di mana berbagai objektif yang saling bertentangan tidak dapat dicapai secara simultan. Masalah multiobjektif ini diselesaikan dengan menggunakan tabu search. Penggunaan sistem optimasi dengan metaheuristik diterapkan untuk mengatasi sistem yang kompleks dan tidak linier, seperti yang ditemukan pada sistem pemasok listrik kereta.

- [7] D. Cornic, "Efficient recovery of braking energy through a reversible dc substation," in *Electrical Systems for Aircraft, Railway and Ship Propulsion*, 2010, pp. 1–9.
- [8] A. González-Gil, R. Palacin, and P. Batty, "Sustainable urban rail systems: Strategies and technologies for optimal management of regenerative braking energy," *Energy Conversion and Management*, vol. 75, pp. 374–388, 2013. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890413003518>
- [9] S. Lu, P. Weston, S. Hillmansen, H. B. Gooi, and C. Roberts, "Increasing the regenerative braking energy for railway vehicles," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 15, no. 6, pp. 2506–2515, 2014.
- [10] R. A. Jabr and I. Džafić, "Solution of dc railway traction power flow systems including limited network receptivity," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 33, no. 1, pp. 962–969, 2018.
- [11] *Bahnanwendungen – Speisespannungen von Bahnnetzen (IEC 60850:2007)*. CENELEC, Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2006.
- [12] F. H. Pereira, C. L. Pires, and S. I. Nabeta, "Optimal placement of rectifier substations on dc traction systems," *IET Electrical Systems in Transportation*, vol. 4, no. 3, pp. 62–69, 2014. [Online]. Available: <https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1049/iet-est.2010.0063>
- [13] B. Mellitt, "Simulation study of dc transit systems with inverting substations," *IEE Proceedings B (Electric Power Applications)*, vol. 131, pp. 38–50(12), March 1984. [Online]. Available: <https://digital-library.theiet.org/content/journals/10.1049/ip-b.1984.0008>
- [14] H.-J. Chuang, C.-S. Chen, C.-H. Lin, and S.-H. Chu, "Optimization of inverter placement for mass rapid transit systems using genetic algorithm," in *2005 IEEE/PES Transmission Distribution Conference Exposition: Asia and Pacific*, 2005, pp. 1–6.
- [15] C. H. Bae, "A simulation study of installation locations and capacity of regenerative absorption inverters in dc 1500v electric railways system," *Simulation Modelling Practice and Theory*, vol. 17, no. 5, pp. 829–838, 2009. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1569190X09000161>
- [16] K. Deb, A. Pratap, S. Agarwal, and T. Meyarivan, "A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: Nsga-ii," *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, vol. 6, no. 2, pp. 182–197, 2002.