

Penggunaan Arrester di Instalasi Persinyalan dan Telekomunikasi LRT Stasiun Garuda Dempo Palembang

Rasi Saputra¹, Dian Eka Putra^{1*}, Edy Suherman¹, Raden Ahmad Yani¹

¹ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Palembang, Indonesia

*e-mail : dianekaputra90@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini untuk mengevaluasi penggunaan kapasitas arrester pada sistem persinyalan dan telekomunikasi di stasiun LRT Garuda Dempo. Arrester berperan penting melindungi peralatan listrik dari lonjakan tegangan yang menyebabkan kerusakan. Melalui analisis data, diperoleh hasil perhitungan arus sistem sebesar 10,78 Ampere, tegangan puncak yang diperlukan mencapai 541,08 volt. Sementara itu, arus maksimum yang dapat ditangani oleh arrester yang terpasang adalah 16,17 ampere, dan energi yang terserap tercatat sebesar 87,49 joule. Kapasitas arrester yang diperlukan adalah 1.200 mikrofarad (μF). Hasil komputasi menunjukkan kapasitas arrester terpasang, tipe iPF K 65 3P+N, memiliki batasan dalam melindungi sistem dari lonjakan tegangan yang lebih tinggi, di mana kapasitas maksimalnya hanya 442 volt. Perbedaan signifikan antara tegangan puncak yang diperlukan dan kapasitas arrester terpasang mengindikasikan potensi risiko kerusakan pada peralatan listrik dan elektronik di instalasi tersebut. Dengan melalui penelitian ini dapat memberikan kontribusi dan perlindungan terhadap peralatan listrik untuk ditingkatkan, sehingga keandalan operasional stasiun LRT Garuda Dempo dapat terjaga.

Kata Kunci: Arrester, lonjakan tegangan, sistem persinyalan, LRT Garuda Dempo, Perlindungan kelistrikan

Use of Arresters in Signalling and Telecommunications Installations at the Garuda Dempo LRT Station in Palembang

ABSTRACT

This study evaluates the use of arrester capacity in the signalling and telecommunications system at the Garuda Dempo LRT station. Arresters play an important role in protecting electrical equipment from voltage surges that cause damage. Through data analysis, the system current was calculated to be 10.78 A, with a required peak voltage of 541.08 volts. Meanwhile, the maximum current that can be handled by the installed arrester is 16.17 amperes, and the absorbed energy is recorded at 87.49 joules. The required arrester capacity is 1,200 microfarads (μF). The calculation results show that the installed arrester capacity, type iPF K 65 3P+N, has limitations in protecting the system from higher voltage surges, where its maximum capacity is only 442 volts. The significant difference between the required peak voltage and the installed arrester capacity indicates a potential risk of damage to electrical and electronic equipment in the installation. This research can contribute to and enhance the protection of electrical equipment, thereby maintaining the operational reliability of the Garuda Dempo LRT station.

Keywords: Arrester, voltage surge, signalling system, Garuda Dempo LRT, Electrical protection

PENDAHULUAN

Dalam era modern yang semakin bergantung pada teknologi, sistem persinyalan dan telekomunikasi di stasiun Light Rail Transit (LRT) Garuda Dempo Palembang memainkan peran krusial dalam menjaga kelancaran operasional transportasi. Keandalan sistem ini sangat bergantung pada perangkat elektronik yang kompleks, seperti server, komputer, dan sistem komunikasi, yang rentan terhadap gangguan listrik[1]. Lonjakan tegangan yang disebabkan oleh petir, arus bocor, atau fluktuasi listrik dapat mengakibatkan kerusakan serius pada peralatan ini[2], yang pada gilirannya dapat mengganggu fungsi sistem persinyalan dan telekomunikasi. Oleh karena itu, kapasitas arrester menjadi sangat penting dalam melindungi instalasi tersebut[3]. Arrester berfungsi untuk mengalihkan arus berlebih yang berpotensi merusak, sehingga

memastikan bahwa peralatan kritis tetap beroperasi dengan baik[4]. Dalam konteks LRT, perlindungan yang efektif terhadap lonjakan tegangan tidak hanya menjamin keamanan operasional tetapi juga mengurangi risiko gangguan pelayanan yang dapat berdampak pada kenyamanan dan keselamatan penumpang. Menurut IEEE dan IEC, penggunaan Surge Protective Devices (SPDs) yang tepat dapat mengurangi kerusakan akibat lonjakan tegangan hingga 90%[5][6]. Dengan evaluasi yang tepat terhadap kapasitas dan jenis arrester yang digunakan, diharapkan dapat meningkatkan efektivitas perlindungan terhadap sistem kelistrikan LRT.

Kesadaran akan pentingnya perlindungan dari lonjakan tegangan semakin meningkat di kalangan pengelola infrastruktur transportasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana kapasitas arrester dapat berkontribusi dalam menjaga keandalan sistem persinyalan dan telekomunikasi, serta memberikan rekomendasi yang berguna bagi pengelola instalasi untuk meningkatkan perlindungan dan keselamatan operasional[7]. Dengan pendekatan berbasis data, diharapkan penelitian ini tidak hanya memberikan wawasan yang mendalam mengenai efektivitas arrester, tetapi juga menginspirasi inovasi dalam sistem perlindungan kelistrikan di sektor transportasi umum. Hal ini penting untuk memastikan bahwa sistem LRT dapat berfungsi secara optimal dan aman, menghadapi tantangan yang ditimbulkan oleh lingkungan operasional yang dinamis selain itu untuk mengantisipasi akan lonjakan tegangan (surge) merupakan ancaman serius bagi keandalan sistem kelistrikan pada fasilitas kritikal seperti stasiun LRT Garuda Dempo, dimana peralatan persinyalan dan telekomunikasi vital. Perlindungan yang memadai mutlak diperlukan untuk mencegah kerusakan peralatan dan gangguan operasional[8], namun temuan awal menunjukkan indikasi ketidaksesuaian antara kebutuhan teoritis sistem dengan spesifikasi arrester terpasang tipe iPF K 65 3P+N yang memiliki rating tegangan lebih rendah (442 volt). Kondisi ini berpotensi menyebabkan arrester gagal melindungi peralatan dari lonjakan tegangan maksimum, sehingga mendorong perlunya penelitian untuk menganalisis kesenjangan teknis tersebut dan merekomendasikan solusi yang tepat guna menjamin keandalan sistem[9].

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan memberikan analisis yang mendalam tentang bagaimana kapasitas pada penggunaan arrester dapat meningkatkan proteksi listrik dan mengurangi risiko kerusakan peralatan[10], terutama pada peralatan listrik yang mendukung sistem persinyalan dan telekomunikasi LRT melalui komputasi atau penghitungan parameter teknis perlindungan arrester yang ideal meliputi Tegangan Puncak (V_p), Arus Maksimum (I_{maks}), dan Energi Terserap (E) beserta kapasitas ekuivalennya serta membandingkan hasil perhitungan teoritis dengan spesifikasi arrester terpasang untuk mengidentifikasi kesenjangan. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat dihasilkan informasi yang berguna bagi pengelola gedung dan teknisi listrik. Akhirnya, hasil dari penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan rekomendasi bagi gedung perkantoran, tetapi juga dapat menjadi referensi bagi berbagai sektor industri lainnya yang menghadapi tantangan serupa. Dengan meningkatnya ketergantungan pada teknologi dan peralatan listrik, penting bagi semua pihak untuk memastikan bahwa sistem kelistrikan mereka terlindungi dengan baik.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini mencakup pendekatan kuantitatif dan kualitatif yang bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas arrester pada panel listrik di instalasi persinyalan dan telekomunikasi LRT Garuda Dempo Palembang. Pengumpulan data dilakukan melalui survei lapangan, wawancara dengan teknisi, dan analisis dokumen terkait dengan sistem kelistrikan yang ada. Data yang diperoleh akan dianalisis untuk menentukan efektivitas arrester yang digunakan serta potensi risiko yang ada[11].

Dalam tahap awal, observasi dilakukan untuk mengidentifikasi jenis arrester yang terpasang dan kondisi operasionalnya. Selanjutnya, wawancara dengan teknisi yang bertanggung jawab atas pemeliharaan sistem kelistrikan akan memberikan wawasan tambahan mengenai tantangan yang dihadapi dalam menjaga keandalan sistem[1]. Metode penelitian yang digunakan bersifat analitis komputasional dengan melakukan perhitungan parameter kunci yang diperlukan untuk mengevaluasi kinerja arrester. Perhitungan diawali dengan mengidentifikasi arus sistem (I), dan tegangan puncak (V_p). Arus maksimum (I_{maks}) yang harus ditangani arrester ditentukan berdasarkan faktor keamanan atau karakteristik transient sistem. Selanjutnya, besarnya energi (E) yang harus diserap oleh arrester untuk melindungi dari lonjakan tegangan pada sistem. Dari nilai energi ini, kapasitas (C) arrester yang dibutuhkan. Hasil perhitungan teoritis ini kemudian



dibandingkan dengan spesifikasi teknis arrester yang terpasang di lapangan untuk melakukan evaluasi kesesuaian.. Hasil dari analisis ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang konkret untuk meningkatkan kapasitas dan efektivitas arrester, serta mengurangi risiko yang dihadapi oleh sistem persinyalan dan telekomunikasi LRT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk kapasitas arrester yang diperlukan untuk melindungi sistem kelistrikan dari lonjakan tegangan yang diakibatkan oleh petir pada sistem telekomunikasi dan persinyalan LRT, perlu mempertimbangkan beberapa parameter, termasuk tegangan sistem, tegangan lonjakan, dan arus yang dapat ditangani oleh arrester.

1. Identifikasi Parameter

Tegangan sistem	: 382,6 volt (tegangan fase)
Tegangan lonjakan maksimum	: 0,5 kV (500 V)
Daya peralatan	: 5.707 KW
Faktor daya	: 0,8 (asumsi)
Tegangan	: 50,09 Hz

2. Arus sistem

Dengan menggunakan nilai daya sebesar 5,707 kW, tegangan 382,6 V, dan faktor daya ($\cos \phi$) 0,8, hasil komputasi arus adalah 10,78 Ampere.

Sedangkan arus sistem dari pengukuran lapangan tersaji pada tabel 1,

Tabel.1 Pengukuran pada panel persinyalan dan telekomunikasi stasiun LRT Garuda Dempo

Pengukuran	Arus (A)
I ₁	18,22
I ₂	8,61
I ₃	18,81

Dari tabel 1, dimana hasil pengukuran tersebut, kita dapat mengamati bahwa nilai arus yang terukur bervariasi, dengan I₁ dan I₃ masing-masing sebesar 18,22 A dan 18,81 A, sedangkan I₂ menunjukkan nilai yang lebih rendah yaitu 8,61 A.

3. Tegangan puncak (V_p) pada sistem 3 fasa yakni. $V_p = V \times \sqrt{2}$

4. Arus maksimal (I_{maks}) didapat dengan menambahkan faktor keamanan (1,5 hingga 2 kali arus nominal, tergantung pada kondisi gangguan yang diharapkan), dengan menggunakan faktor keamanan 1,5 ($I_{maks} = I \times \text{Faktor Keamanan}$)

5. Kapasitas Arrester

Untuk menentukan kapasitas arrester yang dibutuhkan, kita perlu mengetahui berapa banyak energi yang bisa diserap oleh arrester saat terjadi lonjakan. Arrester biasanya dinyatakan dalam kVA atau kJ. Untuk menghitung kapasitas arrester, kita juga perlu mengetahui durasi lonjakan dan energi yang dihasilkan.

Tegangan puncak 541,08 volt data ini diambil dari kapasitas maksimal tegangan pada isolasi kabel listrik yang digunakan dan kita ingin tahu berapa banyak energi (dalam joule) yang dapat diserap oleh arrester.

Jika kita anggap lonjakan terjadi pada arus maksimum yang telah dihitung (16,17 A) dan berlangsung selama 10 ms (0,01 detik) t, energi (E) yang dihasilkan.

$$E = V_p \times I_{maks} \times 0,01$$

atau

$$C = \frac{2 \times E}{V^2}$$

Dari hasil yang didapat di atas, dapat disimpulkan bahwa untuk melindungi peralatan dengan daya 5.707 Watt dari lonjakan tegangan hingga 541,08, dibutuhkan arrester dengan kapasitas minimal 87,49 Joule atau setara 1200 μ F. Ini menunjukkan bahwa pemilihan arrester yang tepat sangat penting untuk memastikan perlindungan yang efektif terhadap lonjakan tegangan di gedung perkantoran. Dengan mengetahui kapasitas yang diperlukan, pengelola gedung dapat membuat keputusan yang lebih baik dalam memilih arrester yang sesuai untuk sistem kelistrikannya.

Tabel 2 Hasil perhitungan evaluasi arrester pada stasiun LRT Garuda Dempo

Uraian	Simbol	Nilai	Satuan
Arus Sistem	I	10,78	Ampere
Tegangan Puncak	V_p	541,08	Volt
Arus Maksimum	I_{maks}	16,17	Ampere
Energi Terserap	E	87,49	Joule
		1.200	μ Farad

Tabel 2. menyajikan hasil komputasi evaluasi arrester yang dilakukan pada stasiun LRT Garuda Dempo. Pada tabel ini, terdapat beberapa parameter penting yang berkaitan dengan kinerja arrester dalam melindungi sistem kelistrikan dari lonjakan tegangan.

1. Arus sistem (I), didapat adalah 10,78 ampere. Ini menunjukkan arus yang mengalir dalam sistem kelistrikan di stasiun, yang merupakan faktor kunci dalam menentukan kapasitas arrester yang diperlukan.
2. Tegangan puncak (V_p), yang dihasilkan dalam sistem tercatat sebesar 541,08 volt. Tegangan ini adalah indikator penting untuk mengetahui batas maksimal yang dapat ditangani oleh sistem sebelum terjadi kerusakan.
3. Arus maksimum (I_{maks}), yang dapat ditangani oleh arrester sebesar 16,17 ampere. Nilai ini memberikan gambaran mengenai kemampuan arrester untuk menangani lonjakan arus yang mungkin terjadi.
4. Energi terserap (E), oleh arrester saat terjadi lonjakan adalah 87,49 joule. Angka ini mencerminkan kapasitas arrester dalam melindungi peralatan dari kerusakan akibat energi berlebih.
5. Kapasitas arrester diperlukan adalah 1,200 mikrofard (μ F). Ini menunjukkan seberapa besar kapasitas penyimpanan energi yang dibutuhkan untuk melindungi sistem dari lonjakan tegangan yang mungkin terjadi.

Secara keseluruhan, hasil komputasi ini memberikan gambaran yang jelas mengenai kapasitas dan kinerja arrester yang dibutuhkan untuk melindungi sistem kelistrikan di stasiun LRT Garuda Dempo, sehingga pengelola dapat mengambil langkah-langkah yang tepat dalam pemilihan dan pemasangan arrester

Dari hasil komputasi, perlu dilakukan perbandingan untuk arrester terpasang dengan tipe iPF K 65 3P+N I_{max} 65 kA dimana arrester untuk melindungi instalasi pensinyalan dan telekomunikasi stasiun LRT Garuda Dempo dari tegangan lebih yang dapat menyebabkan kerusakan isolasi peralatan listrik.

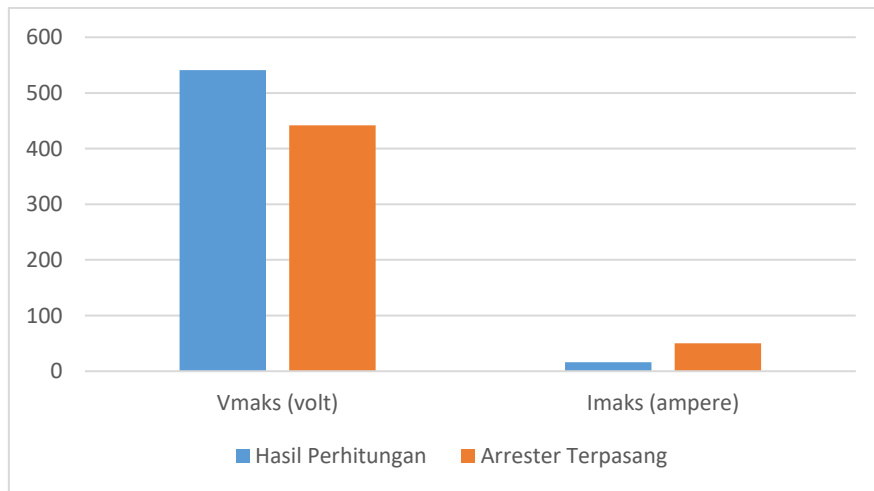
Tabel 3 Perbandingan hasil perhitungan dengan Arrester terpasang.

Uraian	V_{maks} (volt)	I_{maks} (ampere)
Komputasi	541,08	16,17
Arrester terpasang	442	50

Dari tabel 3 dan gambar 1, terlihat perbandingan antara hasil komputasi kapasitas arrester dan spesifikasi arrester yang terpasang di sistem LRT Garuda Dempo. Hasil ini menunjukkan bahwa tegangan puncak (V_{max}) yang diperlukan untuk melindungi peralatan adalah 541,08 volt dengan arus maksimum (I_{max}) sebesar 16,17 Ampere. Sementara itu, arrester yang terpasang, tipe iPF K 65 3P+N, memiliki kapasitas maksimal 442 volt dan mampu menangani arus hingga 50 ampere. Perbedaan signifikan antara



tegangan puncak secara teoritis dan kapasitas arrester terpasang menunjukkan bahwa arrester yang ada memiliki batasan dalam melindungi peralatan dari lonjakan tegangan yang lebih tinggi. Meskipun arus maksimum yang dapat ditangani oleh arrester terpasang lebih besar, nilai tegangan yang lebih rendah dapat mengakibatkan potensi kerusakan pada peralatan listrik dan elektronik di instalasi persinyalan dan telekomunikasi. Oleh karena itu, penting bagi pengelola untuk mempertimbangkan pemilihan arrester yang lebih sesuai dengan kebutuhan sistem, guna menjamin perlindungan yang efektif terhadap lonjakan tegangan dan menjaga keandalan operasional LRT.



Gambar 1. Perbandingan kapasitas arrester terpasang terhadap hasil perhitungan

Analisis perbandingan antara hasil komputasi teoritis dan spesifikasi arrester yang terpasang di lapangan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan, khususnya pada parameter tegangan. Secara teoritis, sistem memerlukan arrester dengan kemampuan tegangan puncak (V_{max}) sebesar 541,08 volt untuk melindungi peralatan dari lonjakan tegangan. Namun, arrester yang terpasang, yaitu tipe iPF K 65 3P+N, hanya memiliki kapasitas tegangan maksimal sebesar 442 volt. Di sisi lain, dari segi arus, arrester terpasang justru memiliki kemampuan yang lebih tinggi (50 A) dibandingkan dengan hasil perhitungan teoritis (16,17 A). Meskipun demikian, ketidaksesuaian pada tingkat tegangan ini berpotensi menyebabkan arrester tidak mampu menahan lonjakan tegangan yang melebihi kapasitasnya, sehingga dapat mengakibatkan kerusakan pada peralatan elektronik dan sistem persinyalan di stasiun LRT Garuda Dempo. Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian ulang dalam pemilihan arrester agar sesuai dengan kebutuhan tegangan sistem guna menjamin keandalan dan keselamatan operasional.

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan mengenai kapasitas arrester pada instalasi persinyalan dan telekomunikasi di LRT Garuda Dempo, dapat dikatakan bahwa pemilihan arrester yang tepat sangat penting untuk melindungi sistem kelistrikan dari lonjakan tegangan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa tegangan puncak yang dibutuhkan untuk perlindungan adalah 541,08 volt dengan arus maksimum sebesar 16,17 Ampere. Namun, arrester terpasang dengan kapasitas maksimal 442 volt hanya mampu menangani arus hingga 50 Ampere. Perbedaan ini menandakan bahwa arrester yang belum cukup untuk melindungi peralatan dari kerusakan akibat lonjakan tegangan yang lebih tinggi terutama pada lonjakan tegangan dari hasil komputasi. Pengukuran arus di lapangan menunjukkan nilai yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan hasil teoretis, yang mengindikasikan adanya variabilitas dalam kondisi operasi dan faktor daya yang tidak sempurna. Disparitas antara arus terukur dan yang dihitung menunjukkan perlunya analisis lebih lanjut untuk memahami penyebabnya dan memastikan sistem beroperasi secara efisien. Dengan demikian, penelitian ini menekankan perlunya evaluasi dan penyesuaian terhadap spesifikasi arrester yang digunakan, agar dapat

memberikan perlindungan yang efektif terhadap sistem kelistrikan di LRT Garuda Dempo, serta menjaga keandalan operasional dan keselamatan peralatan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. I. Sitorus *et al.*, “Analisis Kelayakan Lightning Arrester Pada Sebuah Kantor Pemasaran BBM Pertamina Wilayah Aceh Feasibility Analysis of Lightning Arrester In A Pertamina BBM,” *J. Persegi Bulat*, vol. 3, no. 1, pp. 19–25, 2024. doi.org/10.36490/jurnalpersegiulat.v3i1.1362
- [2] D. E. Rusiansyah, Aang. Randika, Yos. Randika, Ifan. Putra, “Jurnal Teknik Elektro Jurnal Teknik Elektro,” *J. Tek. Elektro, Univ. Palembang*, vol. 12, no. 2, pp. 1–10, 2022, doi: 10.36546/jte.v13i1.893.
- [3] A. Suryadi and D. Sudjono, “Evaluation of Parameters in the Development of a Building Protection System,” *Int. J. Electr. Eng. Appl. Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 2600–9633, 2020.
- [4] S. Ryan Handoko, “Analisa Penggunaan Lightning Arrester (LA) Pada Sistem Tenaga Listrik Gardu Induk 150 KV PLTU Rembang,” *J. Elektro dan Teknol. Inf.*, Vol.2 No. 1, pp. 1–6, 2022. Doi : 10.26877/jeti.v2i1.107.
- [5] W. S. Read, “Surge Protective Devices (SPDs),” *IEEE Power Eng. Rev.*, vol. 15, no. 1, pp. 6–7, 1995, doi: 10.1109/MPER.1995.350411.
- [6] Furse, “BS EN / IEC 62305 Lightning protection standard Key points Guide to BS EN / IEC 62305,” *Guid. to BS EN/IEC 62305*, vol. 44, no. 0, pp. 1–107, 2008.
- [7] I. G. S. Widharma, I. N. Sunaya, I. G. P. Arka, and I. G. N. Sangka, “Sistem Proteksi Gangguan Petir pada Stasiun Pemancar TV,” *Matrix J. Manaj. Teknol. dan Inform.*, vol. 9, no. 3, pp. 96–101, 2019, doi: 10.31940/matrix.v9i3.1436.
- [8] A. K. Dea and M. Mulyadi, “Assessment Penyalur Petir Fuel Terminal Medan - Belawan,” *J. Prakt. Keinsinyuran*, vol. 2, no. 2, 2025. doi.org/10.25170/jpk.v2i2.6428
- [9] A. Wirayuda, Z. Tharo, and P. Siagian, “Analisis Kinerja Lightning Arrester (LA) pada Pemancar Radio Di Gedung RRI Medan,” *J. Nas. Teknol. ...*, vol. 5, no. 3, pp. 376–385, 2025, [Online]. Available: <https://publikasi.hawari.id/index.php/jnastek/article/view/228>. doi.org/10.61306/jnastek.v5i3.228
- [10] Junaidi, D. E. Putra, and C. Rizal, “Comparative Review of Grounding Resistance between Planning and Commissioning Test Results at 20 kV Distribution Substations,” *J. Ampere*, vol. 9, no. 1, pp. 18–24, 2024. <http://doi.org/10.31851/ampere>
- [11] Harijanto, “Pemasangan Dan Perawatan Sistem Proteksi Petir Pada Rumah Energi Petani Tambak Garam Palang Tuban Jawa Timur Oleh,” *J. Pengabd. Mandiri*, vol. 15, no. 1, pp. 37–48, 2024.

