



SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi,
dan Teknik Informatika

<https://ejurnal.itats.ac.id/snestik> dan <https://snestik.itats.ac.id>



Informasi Pelaksanaan :

SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:

DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7321

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Analisa Gardu Traksi Boulevard Selatan Akibat Jatuh Tegangan

Santi Triwijaya¹, Agung Nugroho¹, Andri Pradipta¹, Trisna Wati²

Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun¹, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya²

e-mail: santi@ppi.ac.id

ABSTRACT

South Boulevard traction substation with the output of the rectifier of 750VDC and 4000A against LRV loading under normal and abnormal conditions. This research was conducted with data sources in the form of specifications for traction substation equipment, 3rd rail specifications, and LRV specifications. The power generated by the South Boulevard traction substation under normal and abnormal conditions will be compared with the LRV load when the headway is narrowed, the train set is added, and the voltage drop is measured. The traction substation is said to be able to bear the load when the power used by the load does not exceed the power provided by the traction substation so that the LRV operation can run. The results of the analysis stated that under normal conditions the capacity of the South Boulevard to Pulomas traction substation obtained the smallest value of 2 minutes headway for 2 train sets at 1806,1KW power with a drop voltage of 30V and the capacity of the South Boulevard to North Boulevard traction substation obtained the smallest value of 2 minutes headway for 2 train sets at 1697,9KW power with a drop voltage of 27,4V. Abnormal condition of the capacity of the South Boulevard to Pegangsaan Dua traction substation, the smallest headway value was 5 minutes for 2 train sets at 1643,2KW power with a drop voltage of 45V and the capacity of the South Boulevard to Equestrian traction substation was obtained the smallest value of 4 minutes headway for 2 train sets at 1651,5KW power a drop voltage of 36,4V.

Keywords: Traction Substation, Headway Narrowing, Train set, Drop Voltage

ABSTRAK

gardu traksi Boulevard Selatan dengan keluaran dari rectifier sebesar 750VDC dan 4000A terhadap pembebanan LRV pada keadaan normal dan abnormal. Penelitian ini dilakukan dengan sumber data berupa spesifikasi peralatan gardu traksi, spesifikasi 3rd rail, dan spesifikasi LRV. Daya yang dihasilkan gardu

traksi Boulevard Selatan pada kondisi normal dan abnormal akan dibandingkan dengan beban LRV ketika dilakukan penyempitan headway, penambahan train set, dan pengukuran tegangan jatuh. Gardu traksi dikatakan mampu menanggung pembebanan ketika daya yang digunakan beban tidak melebihi daya yang disediakan oleh gardu traksi sehingga operasional LRV dapat berjalan. Hasil analisis menyatakan pada kondisi normal kapasitas gardu traksi Boulevard Selatan ke Pulomas didapat nilai terkecil headway 2 menit untuk 2 train set pada daya 1806,1KW dengan tegangan jatuh 30V dan kapasitas gardu traksi Boulevard Selatan ke Boulevard Utara didapat nilai terkecil headway 2 menit untuk 2 train set pada daya 1697,9KW dengan tegangan jatuh 27,4V. Kondisi upnormal kapasitas gardu traksi Boulevard Selatan ke Pegangsaan Dua didapat nilai terkecil headway 5 menit untuk 2 train set pada daya 1643,2KW dengan tegangan jatuh 45V dan kapasitas gardu traksi Boulevard Selatan ke Equestrian didapat nilai terkecil headway 4 menit untuk 2 train set pada daya 1651,5KW dengan tegangan jatuh 36,4V.

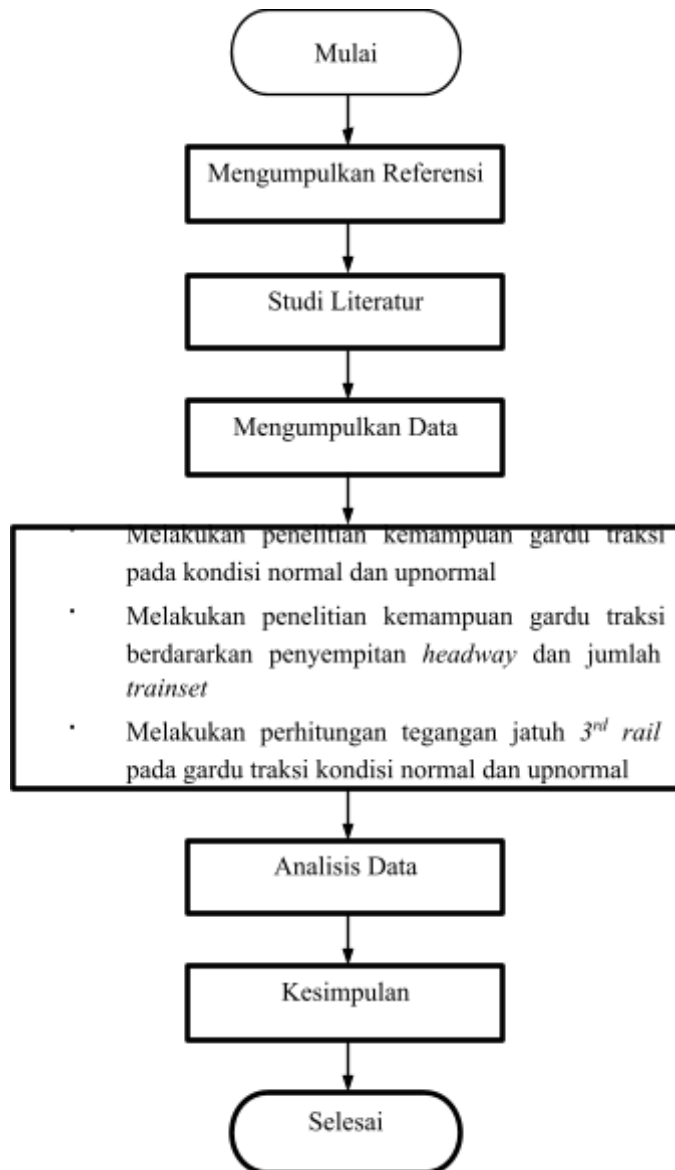
Kata kunci: Gardu Traksi, Penyempitan Headway, Train set, Tegangan Jatuh.

PENDAHULUAN

Catu daya DC berkembang dari tahun ke tahunnya terutama catu daya tegangan rendah untuk keperluan kereta api, pabrik kimia, material dan sejenisnya [1]. Fungsi utama sistem catu daya kereta api adalah untuk menyalurkan energi listrik ke lokomotif listrik yang terhubung ke sistem untuk pengoperasian perkeretaapian yang efisien [2]. Gardu traksi yang berada di PT.LRT Jakarta berjumlah 7 unit yaitu 6 gardu traksi berada di setiap stasiun untuk keperluan operasional sarana yang disuplai dari gardu induk Tanah Tinggi dan gardu induk Pulomas dan 1 gardu traksi berada di kantor PT.LRT Jakarta untuk kebutuhan perkantoran yang disuplai dari gardu induk Kelapa Gading dan gardu induk Pegangsaan Dua. Gardu traksi mempunyai spesifikasi daya sebesar 3000 KW yang diperoleh dari keluaran rectifier dengan tegangan sebesar 750 VDC dan arusnya sebesar 4000 A. Sistem gardu traksi kereta listrik dihubungkan dengan kondisi pasokan listrik, rute, dan penjadwalan serta energi yang diambil dari grid untuk operasional sarana [3]. Gardu traksi di salah satu stasiun LRT Jakarta mengalami kerusakan konstruksi bangunan yang mengakibatkan masuknya air ke celah-celah bangunan tersebut, sehingga mengenai peralatan gardu traksi yaitu transformer hingga terjadi hubung singkat. Gangguan tersebut menyebabkan berhentinya operasional *Light Rail Vehicle* (LRV) di tangan petak blok. PT. LRT Jakarta mengeluarkan kebijakan untuk 3rd rail section yang disuplai oleh gardu traksi gangguan dan di backup oleh gardu traksi terdekat dengan diberlakukannya operasional kondisi abnormal sehingga operasional LRV dapat berjalan normal kembali. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kemampuan gardu traksi di stasiun Boulevard Selatan Ketika kondisi normal dan ketika gardu traksi sebelah mengalami gangguan dimana harus mampu menyuplai LRV untuk kebutuhan operasional dan mengetahui kemampuan kapasitas gardu traksi Boulevard Selatan dengan memperkecil headway yang awalnya 10 menit menjadi 6 menit, 5 menit, 4 menit, 3 menit dan 2 menit, jumlah train set yang beroperasi dan nilai tegangan jatuh di setiap section. Analisis Daya Dukung Gardu Traksi Kranji Pada Pengoperasian Kereta Bandara Soekarno – Hatta menggunakan metode kuantitatif yaitu perhitungan kapasitas daya pada gardu traksi, total arus konsumsi kereta, dan kemampuan transformer serta rectifier terhadap beban yang direncanakan Nilai beban rencana diperoleh berdasarkan perbandingan beban arus maksimum terhadap beban penyempitan headway. Daya dukung diukur berdasarkan perbandingan nilai beban rencana terhadap kapasitas eksisting gardu. Hasil analisa menyatakan beban rectifier sebesar 2626,42 kW dan beban transformator sebesar 3533 kVA pada semua jenis parameter. Dengan kapasitas rectifier yang terpakai sebesar 43% dan transformator sebesar 51%. Evaluasi terhadap hasil analisa data menunjukkan Gardu Traksi Kranji mampu menyuplai daya untuk pengoperasian Kereta Bandara Soekarno – Hatta di jam sibuk pagi [4]. Kapasitas daya listrik lintas Manggarai–Bogor pada kondisi headway normal 4 menit sesuai GAPEKA tahun 2017 dapat dipenuhi oleh Gardu Traksi Bojonggede. Serta pada kondisi peak hours Gardu Traksi Bojonggede dapat mendukung dengan headway 3,75 menit dan dapat diperkecil menjadi 3 hingga 2 menit [5]. Analisis Kapasitas Daya Gardu Traksi Terhadap Kebutuhan Krl Jalur Pasar

Minggu – Lenteng Agung perhitungan penggunaan daya KRL saat di lintas dengan daya yang dihasilkan dari gardu traksi guna meningkatkan efisiensi kinerja KRL dan mengurangi terjadinya gangguan saat di lintas. Diperoleh hasil perhitungan , total daya yang digunakan pada motor traksi seri Tokyu 8000/8500 SF 12 sebesar 4.568 KW. Jumlah daya tersebut lebih besar dari pada daya eksisting pada gardu traksi Pasar Minggu dan Gardu traksi Lenteng Agung yang sebesar 3.919 KW [6].

METODE



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Pada Gambar 1 merupakan flowchart penelitian dengan rincian mengumpulkan referensi yang bersumber dari jurnal internasional, jurnal nasional, dan dokumen PT. LRT Jakarta kemudian melakukan studi literatur dari dokumen-dokumen yang telah didapat untuk mendapatkan

landasan yang kuat dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Kemudian penulis melakukan penelitian terhadap gardu traksi Boulevard Selatan dalam kondisi normal dan abnormal yang dibebankan pada penyempitan headway, jumlah train set, dan melakukan perhitungan tegangan jatuh 3rd rail pada gardu traksi kondisi normal dan abnormal. Dari perhitungan yang telah dilakukan penulis melakukan analisis data hasil perhitungan tersebut untuk ditarik kesimpulan

Analisa Data

Pada penelitian ini perbandingan dari hasil pengolahan data untuk daya yang dihasilkan gardu traksi dengan daya beban pada kondisi normal dan abnormal pada kondisi eksisting, dimana $P_{\text{gardu traksi}} > P_{\text{beban}}$ maka gardu traksi tersebut dinyatakan mampu menanggung operasional pembebanan sedangkan $P_{\text{gardu traksi}} < P_{\text{beban}}$ maka gardu traksi tersebut dinyatakan tidak mampu menanggung operasional pembebanan. Daya yang dihasilkan oleh gardu traksi dibandingkan dengan beban untuk perencanaan penyempitan headway operasional, penambahan jumlah train set dalam satu petak blok. Tegangan jatuh harus sesuai dengan spesifikasi dan aturan yang berlaku untuk keamanan operasional yaitu $\pm 10\%$ dari tegangan 750VDC operasional 675VDC-825VDC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan kecepatan sarana LRV

Perhitungan kecepatan operasional LRV pada lintas pegangsaan dua-velodrome menggunakan persamaan (1) berdasarkan data Tabel 1 Pola Operasi LRV (LRT Karya. PT, 2018).

Tabel 1. Pola Operasi LRV (LRT Karya. PT, 2018).

Stasiun	Jarak (m)	Dwell Time (detik)	Waktu Perjalanan (detik)	Waktu Tempuh	
				Detik	Menit
Pegangsaan Dua	1313	90	120	210	3,5
Boulevard Utara					
Boulevard Utara	950	30	90	120	2
Boulevard Selatan					
Boulevard Selatan	1040	30	90	120	2
Pulomas					
Pulomas	784	30	120	150	2,5
Equestrian					
Equestrian	1338	90	210	300	5
Velodrome					
Total	5425	270	630	900	15

$$V = \frac{S}{T} \text{ (Km/Jam)} \quad (1)$$

$$V = \frac{5,425 \text{ Km}}{15 \text{ menit}} \times 60 \text{ (Km/Jam)}$$

$$V = 21,7 \text{ (Km/Jam)}$$

Perhitungan Headway untuk Lintas Pegangsaan Dua-Velodrome

Berdasarkan perhitungan kecepatan operasional LRV persamaan (1) dapat mencari *headway* rata-rata LRV pada lintas pegangsaan dua dengan persamaan (2).

$$H = 0,25 + \frac{120(Sab+0,75)}{V} \left(\frac{Menit}{KA} \right) \quad (2)$$

Dapat diketahui *headway* :

Section 1 velodrome-Equestrian dengan jarak 1,338 Km:

$$= 0,25 + \frac{120(1,338+0,75)}{21,7} (Menit/KA)$$

$$H = 11,7 (Menit/KA)$$

Perhitungan daya LRV

Kapasitas konsumsi motor traksi sebagai penggerak kereta LRV adalah 130 KW yang berjumlah 4 unit sehingga jumlah daya motor car dalam satu set LRV pada persamaan (3).

$$4 \text{ motor traksi} \times 130 \text{ KW} = 520 \text{ KW} \quad (3)$$

Dari spesifikasi Auxiliary Power Supply untuk output AC 55 KVA dan output DC 10 KW, maka dapat diketahui beban total pada Auxiliary Power Supply dengan perhitungan sebagai berikut:

- a. Mengubah output AC 55 KVA menjadi KW dengan rumus berikut:

$$\text{Daya Aktif} = I \times \cos \phi, \text{Daya Aktif} = 55 \text{ KVA} \times 0,9 = 49,5 \text{ KW}$$

- b. Output DC sebesar 10KW, jadi total Auxiliary Power Supply untuk output AC dan DC adalah

$$APS \text{ AC} + APS \text{ DC} = \text{total APS}$$

$$49,5 \text{ KW} + 10 \text{ KW} = 59,5 \text{ Kw}$$

- c. Beban Auxiliary Power Supply adalah

$$2(Mca + Mcb) \times 59,5 \times 90\% = 107,1 \text{ KW}$$

- d. Total konsumsi daya dalam satu set LRV adalah

$$\text{daya motor traksi} + \text{daya auxiliary power supply}$$

$$520 \text{ Kw} + 107,1 \text{ Kw} = 627,1 \text{ Kw}$$

- e. Total konsumsi daya dalam dua set LRV adalah

$$2 \times 627,1 \text{ Kw} = 1254,2 \text{ Kw}$$

- f. Total konsumsi daya dalam tiga set LRV adalah

$$3 \times 627,1 \text{ Kw} = 1881,3 \text{ Kw}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka, dalam perhitungan kebutuhan konsumsi daya satu set Kereta LRV membutuhkan daya 627.100 Watt. Perhitungan kebutuhan tersebut didasarkan dari kebutuhan daya motor traksi dan kebutuhan *auxiliary power supply*. Studi kasus tiga set LRV yang disuplai dalam satu gardu traksi terdapat pada poin f yaitu perhitungan total konsumsi daya traksi tiga set LRV. Total kebutuhan daya dalam mensuplai tiga set LRV adalah 1.881.300 watt.

Hasil perhitungan Gardu Traksi Boulevard Selatan

Tabel 2. Hasil perhitungan Gardu Traksi Boulevard Selatan

No	Nama GarduTraksi	Peta k Jalan yang disuplai	Jarak (Km)	Trai n set	Arus Max Sarana LRT (A)	Fakto r Elektr ifikasi DC (KW)	Kapas itas Gardu Traksi Beban Max 1 Jam (Y) (KW)	Beban Puncak sesaat Berdasar kan Headwa y (Z1) (KW)	Beb an Pun cak sesa at berdasar kan Arus Max (Z2) (KW)	Beban yang dibutuhkan (Zn)		Kapasitas daya Transformer Rectifier		Keter angan
1	Headway normal 10 menit													
	Boulevard Selatan	BLS-PLM	1,040	1	836,1	49,156	83,625	533,140	1153	461,2	512,4	3000	3333,3	Cukup
	Boulevard Selatan	BLS-PLM	1,040	2	1672,2	69,517	334,50	1605,92	2307	922,8	1025,3	3000	3333,3	Cukup
2	Headway normal 3 menit													
	Boulevard Selatan	BLS-PLM	1,040	1	836,1	49,156	278,75	1099,44	1153	461,2	512,4	3000	3333,3	Cukup
	Boulevard Selatan	BLS-PLM	1,040	2	1672,2	69,517	1115	3436,28	2307	1374,5	1527,2	3000	3333,3	Cukup
3	Headway normal 2 menit													
	Boulevard Selatan	BLS-PLM	1,040	1	836,1	49,156	418,12	1423,26	1153	569,3	632,5	3000	3333,3	Cukup
	Boulevard Selatan	BLS-PLM	1,040	2	1672,2	69,517	1672,5	4515,4	2307	1806,16	2006,8	3000	3333,3	Cukup
	Boulevard Selatan	BLS-PLM	1,040	3	2508,4	85,14	3763,1	8985,9	3461	3594,3	3993,7	3000	3333,3	Tidak
4	Headway normal 10 menit													
	Boulevard Selatan	BLS-BLU	0,950	1	836,1	49,156	76,38	505,98	1153	461,2	512,4	3000	3333,3	Cukup
	Boulevard Selatan	BLS-BLU	0,950	2	1672,2	69,517	305,55	1520,7	2307	922,8	1025,3	3000	3333,3	Cukup
5	Headway normal 3 menit													
	Boulevard Selatan	BLS-BLU	0,950	1	836,1	49,156	254,6	1038	1153	461,2	512,4	3000	3333,3	Cukup
	Boulevard Selatan	BLS-BLU	0,950	2	1672,2	69,517	1018,5	3237	2307	1294,8	1438,6	3000	3333,3	Cukup
6	Headway normal 2 menit													
	Boulevard Selatan	BLS-BLU	0,950	1	836,1	49,156	381,94	1922,2	1153	768,8	854,3	3000	3333,3	Cukup
	Boulevard Selatan	BLS-BLU	0,950	2	1672,2	69,517	1527,7	4244,8	2307	1697,9	1886,5	3000	3333,3	Cukup
	Boulevard Selatan	BLS-BLU	0,950	3	2508,4	85,14	3437,5	8429,2	3461	3371,6	3746,3	3000	3333,3	Tidak

KESIMPULAN

Gardu traksi Boulevard Selatan pada kondisi normal yaitu ketika gardu traksi sebelah kiri dan kanan stasiun Boulevard Selatan bekerja sebagaimana mestinya untuk keperluan operasional, serta kemampuan gardu traksi Boulevard Selatan pada kondisi abnormal yaitu ketika gardu traksi sebelah kiri dan kanan gardu traksi Boulevard Selatan terjadi pemadaman dimana suplai daya

harus ditanggung oleh gardu traksi Boulevard Selatan untuk kebutuhan operasional. Pada kondisi sekarang gardu traksi Boulevard Selatan mampu menyuplai daya yang dibutuhkan untuk pola operasi eksisting baik kondisi normal dan abnormal selama Gardu traksi > Pbeban atau nilai pembebanan dibawah 3000 KW.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. P. Asmoro and Sudarwati, "Analisa Efektifitas Pola Operasi Mrt Jakarta Dengan Headway 10 Menit Saat Pandemi: Analysis Of The Effectiveness Of Jakarta Mrt Operating Patterns With 10 Minutes Headway During Pandemic," *J. Tek. SIPIL-Arsit.*, vol. 20, no. 2, pp. 129–135, Nov. 2021, doi: 10.54564/jtsa.v20i2.91.
- [2] D. González and F. Manzanedo, "Power losses minimization in D.C. electric railways by means of traction substations coordinated voltage control," in *IET Conference on Railway Traction Systems (RTS 2010)*, Birmingham, UK: IET, 2010, pp. 24–24. doi: 10.1049/ic.2010.0030.
- [3] H. Novak, V. Lesic, and M. Vasak, "Hierarchical coordination of trains and traction substation storages for energy cost optimization," in *2017 IEEE 20th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*, Yokohama: IEEE, Oct. 2017, pp. 1–6. doi: 10.1109/ITSC.2017.8317787.
- [4] S. Triwijaya, "Optimization of Alternating Current Power Flow Analysis in Railway Electrical System: A Brief Review".
- [5] L. D. Asrar and F. Adhari, "Kapasitas Gardu Traksi Mengurangi Headway Operasional Krl Jalur Yogyakarta Lintas Solo– Klaten".
- [6] E. Suherman and H. U. Amri, "Analisis Kapasitas Daya Gardu Traksi Terhadap Kebutuhan Krl Jalur Pasar Minggu-Lenteng Agung".
- [7] D. Gookin, *Word 2016 For Professionals For Dummies*. In *For Dummies*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2016.
- [8] D. Graffox, "IEEE Citation Reference," Sep. 2009. [Online]. Available: <https://www.ieee.org/documents/ieeecitationref.pdf>
- [9] A. E. Hakim, "Rancang Bangun Kendali Perangkat Elektronika Menggunakan Komunikasi Bluetooth Berbasis Arduino Dengan Interface Android," *JEECAE J. Electr. Electron. Control Automot. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 89–94, May 2017, doi: 10.32486/jeecae.v2i1.61.

Halaman ini sengaja dikosongkan