

Studi Arus, Tegangan, dan Daya pada Instalasi Listrik Kereta Api Turangga

Wildany Abdal Mughny, Nasrun Hariyanto

Institut Teknologi Nasional Bandung

Email : wildanymughny@gmail.com

Received DD MM YYYY | Revised DD MM YYYY | Accepted DD MM YYYY

ABSTRAK

Kereta api merupakan alat transportasi masal yang telah banyak digunakan oleh masyarakat untuk berpergian didalam kota maupun diluar kota. Demi kenyamanan konsumen, PT.KAI selalu memberikan fasilitas yang terbaik sesuai dengan tingkat jensi keretanya, seperti tersedianya peralatan-peralatan elektronik. Untuk itu PT KAI memerlukan kelistrikan didalam satu rangkaian kereta, yang bersumber dari generator yang akan disalurkan ke tiap-tiap beban. Maka dari itu diperlukan studi arus, tegangan dan daya pada instalasi listrik kereta api turangga untuk meminimalisir kelebihan daya yang terdapat pada kereta api turangga. Besarnya arus saluran terkecil yaitu 34,72 A sedangkan arus saluran terbesar yaitu 295,39 A. Daya listrik total pada satu rangkaian keret api turangga sebesar 155.554 W. Tegangan jatuh terkecil pada satu rangkaian KA Turangga yaitu 0,08% sedangkan tegangan jatuh terbesar yaitu 5,49%. Hal ini dapat terjadi karena panjang kabel kereta pertama berbeda dengan panjang kabel kereta terakhir, semakin panjang kabel maka semakin besar pula tegangan jatuh.

Kata kunci: transportasi, kelistrikan, generator, turangga, tegangan jatuh

ABSTRACT

The train is a mass transportation that has been widely used by people to travel within the city or outside the city. For the convenience of consumers, PT. KAI always provides the best facilities in accordance with the level of train capacity, such as the availability of electronic equipment. For this reason, PT KAI requires electricity in a series of trains, which are sourced from generator that will be loaded into each load. Therefore, it is necessary to study the current, voltage and power in the electrical installation of the turangga train to minimize the excess power contained in the turangga train. The smallest line current is 34.72 A while the largest line current is 295.39 A. The total electric power in one Turangga train circuit is 155.554 W. The smallest voltage drop in a Turangga train circuit is 0.08% while the largest voltage drop is 5.49%. This can happen because the length of the first train cable is different from the last train cable length, the longer the cable, the greater the voltage drop.

Keywords: transportation, electricity, generator, turangga, drop voltage

1. PENDAHULUAN

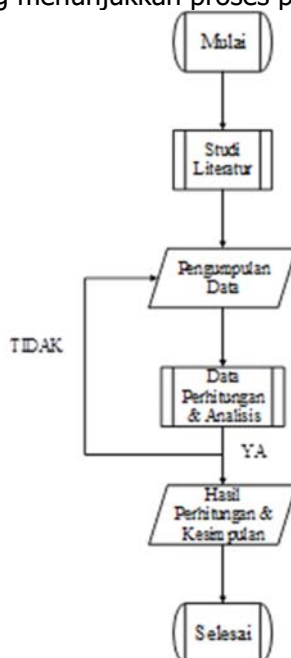
Perkeretaapian merupakan salah satu moda transportasi yang memiliki karakteristik dan keunggulan khusus terutama dalam kemampuannya untuk mengangkut baik penumpang maupun barang secara masal, hemat energi, hemat dalam penggunaan ruang, mempunyai faktor keamanan yang tinggi, dan tingkat pencemaran yang rendah serta lebih efisien dibanding dengan moda transportasi jalan raya untuk angkutan jarak jauh dan untuk daerah yang padat lalu lintas, seperti angkutan kota. Selama berada di kereta api, penumpang akan merasakan dampak getaran yang dihasilkan oleh mesin kereta (**Taqwa, 2016**). Untuk kegiatan pemeliharaan dan perawatan sarana kereta biasanya dilakukan dengan jadwal bulanan, 3 bulanan, dan semesteran. Hal ini tentunya harus di topang dengan kualitas SDM yang berkompeten di bidangnya dan sistem pemeliharaan atau perawatan kereta gerbong yang terjadwal dengan baik, termasuk di dalamnya meliputi pemeliharaan dan penanggulangan gangguan AC kereta, perawatan lampu-lampu beserta peralatan penunjang kenyamanan lainnya seperti TV LCD dan Kipas Angin (**Walfiansah, 2019**). Pada saat ini PT KAI berbenah diri dan telah meluncurkan sebuah layanan baru yang disebut dengan Internet Reservasi untuk menjawab keluhan dari para pelanggannya. Dengan Internet Reservasi ini, pelanggan dapat memesan tiket kereta api, dimana para pelanggan dapat dengan mudah melakukan pemesanan tiket melalui internet dengan membuka situs resmi PT KAI (Persero) di <https://tiket.kereta-api.co.id/> untuk waktu keberangkatan H-90 hari sampai dengan H-2 hari sebelum keberangkatan kereta api, setelah itu calon penumpang cukup memilih stasiun keberangkatan, stasiun tujuan, tanggal keberangkatan, dan jumlah penumpang melalui web tersebut (**Nurizzal, 2015**). PT.KAI juga memberikan fasilitas terbaik kepada para konsumen berdasarkan jenis kelas kereta api. Maka dari itu PT.KAI memerlukan arus listrik yang mengalir dari generator untuk disalurkan ke setiap beban. Arus listrik (I) didefinisikan sebagai perubahan muatan yang pindah melewati suatu titik per satuan waktu di dalam sistem yang berkonduksi. Arus listrik disebabkan adanya medan listrik E dimana arus listrik mengalir searah dengan medan listrik (**Fauzi, 2012**). Pembagian beban diatur agar arus yang dipergunakan seimbang, karena sumber tegangan dari genset yang ada 3 *phase* 380 Volt maka pemakaian beban dari masing-masing *phase* diupayakan seimbang guna menghemat pemakaian genset yang ada (**Aslikan, 2010**). Gerbong pembangkit listrik dihubungkan dengan gerbong penumpang lainnya menggunakan Junction Box, memiliki 4 warna yaitu merah (R), kuning (S), biru (T), dan hitam (netral). Junction Box ini berjumlah 4 buah tiap gerbongnya berfungsi menyalurkan arus ke gerbong-gerbong kereta untuk menyalakan pendingin ruangan, TV, stop kontak, exhaust fan, kipas angin, sistem penerangan, dan lampu semboyan (**Arfianto, Sukmadi, & Winardi, 2013**). Pada satu rangkaian kereta api juga terdapat tegangan jatuhnya, Jatuh tegangan adalah selisih antara tegangan ujung pengiriman dan tegangan ujung penerimaan. Jatuh tegangan disebabkan oleh hambatan dan arus. Pada saluran bolak-balik besarnya tergantung dari impedansi dan admintansi saluran serta pada beban dan faktor daya (**Asy'ari, 2011**) Tegangan jatuh ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui tahanan kawat. Tegangan jatuh V pada penghantar semakin besar jika arus I di dalam penghantar semakin besar dan jika tahanan penghantar R_l semakin besar pula. Pada saat terjadi gangguan, tegangan melebihi nilai normal biasanya akan mengalir melalui elemen jaringan (**Kurniawan, 2016**). Maka dari itu untuk meminimalisir kerusakan, kelebihan bebaan, sangat penting dilakukannya studi arus, tegangan dan daya pada instalasi kereta api turangga, mulai dari mengetahui proses sistem saluran distribusi listrik pada satu kereta, mengetahui besarnya arus, mengetahui daya listrik yang dibutuhkan, dan mengetahui besarnya tegangan jatuh yang terdapat pada satu rangkaian kereta api Turangga.

2. METODOLOGI

2.1. Diagram Alir Metode Penelitian

Untuk menyelesaikan proses laporan penelitian yang telah dilaksanakan di Depo Kereta Besar Bandung ini, penulis menggunakan langkah-langkah sistematis yang disusun dalam metodologi penelitian, diantaranya yaitu studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data, analisa, dan kesimpulan.

Gambar 1 yaitu diagram alir yang menunjukkan proses penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

2.2 Langkah-Langkah Penelitian

2.2.1 Studi Literatur

Dalam proses studi literatur, penulis mengumpulkan beberapa bahan teori yang dapat menunjang materi penelitian yang penulis bahas dan mempelajari literatur yang berhubungan untuk mendapatkan data dan teori yang bisa dijadikan pembandingan dalam masalah ini

2.2.2 Pengumpulan Data

Dalam langkah pengumpulan data, pada saat berlangsungnya penelitian penulis mengumpulkan data yaitu jumlah beban yang terdapat dalam satu kereta, mulai dari kereta ekonomi/bisnis, kereta eksekutif, kereta makan pada eksekutif, kereta makan pembangkit pada eksekutif, kereta makan pada kereta ekonomi dan bisnis, maupun kereta makan pembangkit pada ekonomi dan bisnis.

2.2.3 Data, Perhitungan dan Analisis

Pada sistem metoda perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui jumlah daya total yang dibutuhkan tiap masing-masing satu rangkaian kereta api, jumlah arus saluran pada masing-masing satu rangkaian kereta api dan juga tegangan jatuh pada satu rangkaian kereta. Untuk perhitungan daya total, arus, dan tegangan jatuh pada suatu kereta yaitu dengan cara :

1. Menghitung daya saluran

$$P_{3\phi} = \sqrt{3} \cdot V_{LL} \cdot I \cdot \cos\phi \quad (1)$$

Dengan :

$P_{3\phi}$ = Daya tiga fasa (W)

V_{LL} = Tegangan phasa-phasis (V)
 I = Arus saluran (A)
 $\text{Cos}\phi$ = Faktor kerja

2. Menghitung arus saluran

$$I = \frac{P_{3\phi}}{\sqrt{3} \times V_{LL} \times \text{Cos}\phi} \quad (2)$$

Dengan :

I = Arus saluran (A)
 $P_{3\phi}$ = Daya tiga fasa (W)
 V_{LL} = Tegangan phasa-phasis (V)
 $\text{Cos}\phi$ = Faktor kerja

3. Untuk menghitung beban satu fasa

$$P = V_{LN} \cdot I \cdot \text{Cos}\phi \quad (3)$$

Dengan :

P = Daya satu fasa (W)
 V_{LN} = Tegangan phasa-netral (V)
 I = Arus saluran (A)
 $\text{Cos}\phi$ = Faktor kerja

4. Untuk menghitung arus saluran

$$I = \frac{P}{V_{LN} \text{Cos}\phi} \quad (4)$$

Dengan :

I = Arus saluran (A)
 P = Daya satu fasa (W)
 V_{LN} = Tegangan phasa-netral (V)
 $\text{Cos}\phi$ = Faktor kerja

(Belly, 2010).

Kemudian pada metode analisis, setelah penulis mengumpulkan semua data-data yang dilakukan pada saat berlangsungnya penelitian dan telah melewati tahap perhitungan yaitu menghitung daya total, serta menghitung arus saluran yang mengalir pada kereta api, penulis dapat menganalisis atau membandingkan hasil dari tiap-tiap kereta.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data dan Perhitungan Beban

Tabel 1 menunjukkan data beban-beban yang terdapat pada kereta eksekutif

Tabel 1. Data Beban Daya Listrik Kereta Eksekutif

No	Beban	Daya (Watt)	Jumlah Unit (Buah)	Daya Total (Watt)
1	Kompresor MT-36	2.984	4	11.936
2	Blower Evaporator	560	2	1.120
3	Fan Kondensor	1.100	2	2.200
4	Panel Electric	450	1	450
5	Peralatan Elektronik	1.200	1	1.200
6	Lampu TL	36	28	1.008
7	Lampu TL	18	2	36
8	Exhaust Fan	36	2	72

9	Pompa Air	250	1	250
10	Semboyan 21	3	4	12
Jumlah				18.284

Pada satu rangkaian KA Turangga, terdapat kereta jenis eksekutif yaitu sebanyak tujuh buah, sehingga daya total kereta eksekutif tersebut :

Perhitungan daya pada kereta eksekutif

$$P = 18.284 \times 7 \\ = 127.988 \text{ W}$$

Tabel 2 menunjukkan data beban-beban yang terdapat pada kereta makan (restorasi)

Tabel 2. Data Beban Daya Listrik Kereta Makan (Restorasi)

No	Beban	Daya (Watt)	Jumlah Unit (Buah)	Daya Total (Watt)
1	Kompresor MT-36	2.984	4	11.936
2	Blower Evaporator	560	2	1.120
3	Fan Kondensor	1.100	2	2.200
4	Panel Electric	450	1	450
5	Peralatan Elektronik	1.200	1	1.200
6	Lampu TL	36	14	504
7	Lampu TL	18	4	72
8	Exhaust Fan	36	2	72
9	Peralatan Dapur	10.000	1	10.000
10	Semboyan 21	3	4	12
Jumlah				27.566

Pada satu rangkaian KA Turangga, terdapat kereta makan yaitu sebanyak satu buah, sehingga daya total kereta makan tersebut :

Perhitungan daya pada kereta makan

$$P = 27.566 \times 1 \\ = 27.566 \text{ W}$$

Satu rangkaian KA Turangga tersebut memiliki kereta jenis eksekutif sebanyak tujuh buah dan juga memiliki kereta makan sebanyak satu buah. Sehingga daya total pada satu rangkaian KA Turangga sebanyak :

Perhitungan daya total pada satu rangkaian kereta api turangga

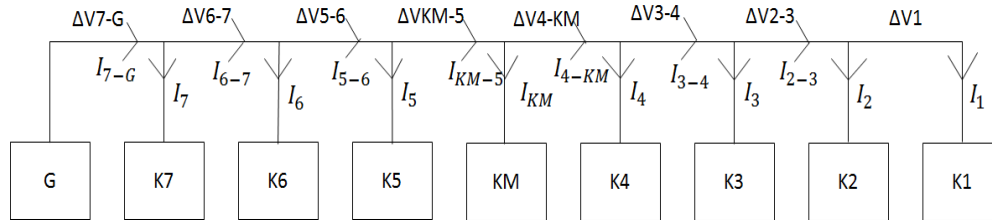
$$P = \text{Jumlah daya kereta eksekutif} + \text{jumlah daya kereta makan} \\ = 127.988 + 27.566 \\ = 155.554 \text{ W}$$

Nilai beban yang terdapat pada kereta eksekutif sebanyak 18.284 Watt sedangkan beban yang terdapat pada kereta makan sebanyak 27.566 Watt. Kereta makan lebih banyak jumlah bebannya dikarenakan pada kereta makan terdapat peralatan dapur yang harus disupply arus listrik. Pada satu rangkaian kereta api jenis Turangga terdiri atas tujuh buah kereta eksekutif dan satu buah kereta makan, sehingga beban total yang terdapat pada satu rangkaian kereta api turangga sebanyak 155.544 Watt

3.2 Perhitungan Arus Saluran dan Tegangan Jatuh (*Drop Voltage*)

Pada perhitungan Tegangan jatuh ini, saya menghitung tegangan jatuh pada kereta api Turangga atau semua keretanya merupakan kereta Eksekutif.

Gambar 2 merupakan skematik atau urutan pada satu rangkaian KA Turangga.



Gambar 2. Urutan Satu Rangkaian Kereta Api Turangga

Spesifikasi kabel pada kereta eksekutif :

Jenis kabel

$$NYY = 120 \text{ mm}^2$$

$$R_K = 0,188 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$= 0,188 \times 10^{-3} \text{ } \Omega/\text{m}$$

$$X_K = 0,076 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$= 0,076 \times 10^{-3} \text{ } \Omega/\text{m}$$

Spesifikasi kabel pada kereta makan :

Jenis kabel

$$NYY = 120 \text{ mm}^2$$

$$R_K = 0,188 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$= 0,188 \times 10^{-3} \text{ } \Omega/\text{m}$$

$$X_K = 0,076 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$= 0,076 \times 10^{-3} \text{ } \Omega/\text{m}$$

(Sutrado, 2016).

Perhitungan Arus

(1) Gerbong – 1

Arus masuk gerbong – 1

$$I_1 = \frac{P_{3\phi}}{\sqrt{3} \cdot V_{LL} \cos\phi} = \frac{18.284}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 34,72 \text{ A}$$

Gerbong -1 yaitu kereta eksekutif, besarnya arus yang masuk bergantung pada besarnya beban yang terdapat pada gerbong tersebut, gerbong tersebut mempunyai beban sebesar 18.284 W sehingga arus yang masuk pada gerbong -1 sebesar 34,72 A.

(2) Gerbong – 2

Arus masuk gerbong - 2

$$I_2 = \frac{P_{3\phi}}{\sqrt{3} \cdot V_{LL} \cos\phi} = \frac{18.284}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 34,72 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} I_{2-3} &= I_1 + I_2 \\ &= 34,72 + 34,72 \\ &= 69,44 \text{ A} \end{aligned}$$

Gerbong -2 yaitu kereta eksekutif, besarnya arus yang masuk bergantung pada besarnya beban yang terdapat pada gerbong tersebut, gerbong tersebut mempunyai beban sebesar 18.284 W sehingga arus yang masuk antara gerbong -2 dan gerbong -3 sebesar 69,44 A.

(3) Gerbong – 3

Arus masuk gerbong – 3

$$I_3 = \frac{P_{3\phi}}{\sqrt{3} \cdot V_{LL} \cos\phi} = \frac{18.284}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 34,72 \text{ A}$$

$$I_{3-4} = I_3 + I_{23}$$

$$= 34,72 + 69,44$$

$$= 104,16 \text{ A}$$

Gerbong -3 yaitu kereta eksekutif, besarnya arus yang masuk bergantung pada besarnya beban yang terdapat pada gerbong tersebut, gerbong tersebut mempunyai beban sebesar 18.284 W sehingga arus yang masuk antara gerbong -3 dan gerbong -4 sebesar 104,16 A.

(4) Gerbong – 4

Arus masuk gerbong – 4

$$I_4 = \frac{P_{3\phi}}{\sqrt{3} \cdot V_{LL} \cos\phi} = \frac{18.284}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 34,72 \text{ A}$$

$$I_{4-KM} = I_4 + I_{34}$$

$$= 34,72 + 104,16$$

$$= 138,88 \text{ A}$$

Gerbong -4 yaitu kereta eksekutif, besarnya arus yang masuk bergantung pada besarnya beban yang terdapat pada gerbong tersebut, gerbong tersebut mempunyai beban sebesar 18.284 W sehingga arus yang masuk antara gerbong -4 dan gerbong makan sebesar 138,88 A.

(5) Gerbong – KM

Arus masuk gerbong – KM

$$I_{KM} = \frac{P_{3\phi}}{\sqrt{3} \cdot V_{LL} \cos\phi} = \frac{27.566}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 52,35 \text{ A}$$

$$I_{KM-5} = I_{KM} + I_{4-KM}$$

$$= 52,35 + 138,88$$

$$= 191,23 \text{ A}$$

Besarnya arus yang masuk bergantung pada besarnya beban yang terdapat pada gerbong tersebut, gerbong tersebut mempunyai beban sebesar 27.566 W sehingga arus yang masuk gerbong makan dan gerbong -5 sebesar 191,23 A.

(6) Gerbong – 5

Arus masuk gerbong – 5

$$I_5 = \frac{P_{3\phi}}{\sqrt{3} \cdot V_{LL} \cos\phi} = \frac{18.284}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 34,72 \text{ A}$$

$$I_{5-6} = I_5 + I_{KM-5}$$

$$= 34,72 + 191,23$$

$$= 225,95 \text{ A}$$

Gerbong -5 yaitu kereta eksekutif, besarnya arus yang masuk bergantung pada besarnya beban yang terdapat pada gerbong tersebut, gerbong tersebut mempunyai beban sebesar 18.284 W sehingga arus yang masuk antara gerbong -5 dan gerbong -6 sebesar 225,95 A.

(7) Gerbong – 6

Arus masuk gerbong – 6

$$I_6 = \frac{P_{3\phi}}{\sqrt{3} \cdot V_{LL} \cos\phi} = \frac{18.284}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 34,72 \text{ A}$$

$$I_{6-7} = I_6 + I_{5-6}$$

$$= 34,72 + 225,95$$

$$= 260,67 \text{ A}$$

Gerbong -6 yaitu kereta eksekutif, besarnya arus yang masuk bergantung pada besarnya beban yang terdapat pada gerbong tersebut, gerbong tersebut mempunyai beban sebesar 18.284 W sehingga arus yang masuk antara gerbong -6 dan gerbong -7 sebesar 260,67 A.

- (8) Gerbong – 7
Arus masuk gerbong - 7

$$I_7 = \frac{P_{3\phi}}{\sqrt{3} \cdot V_{LL} \cos\phi} = \frac{18.284}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 34,72 \text{ A}$$

$$I_{7-G} = I_7 + I_{6-7}$$

$$= 34,72 + 260,67$$

$$= 295,39 \text{ A}$$

Gerbong -7 yaitu kereta eksekutif, besarnya arus yang masuk bergantung pada besarnya beban yang terdapat pada gerbong tersebut, gerbong tersebut mempunyai beban sebesar 18.284 W sehingga arus yang masuk antara gerbong -5 dan gerbong -6 sebesar 295,39 A. Pada kereta api turangga, mempunyai arus saluran yang berbeda pada setiap gerbongnya, menurut perhitungan arus saluran pada gerbong-1 sebanyak 32,72 A sedangkan pada gerbong-7 sebanyak 295,39 A. Hal tersebut terjadi karena pada gerbong-7 jumlah bebannya lebih banyak jika dibandingkan dengan gerbong-1. Arus saluran akan lebih besar jika beban tersebut lebih besar pula.

Perhitungan Tegangan jatuh (Dropvoltage)

- (1) Antara gerbong – 1 dan gerbong – 2

$$\% \Delta V_1 = \frac{\sqrt{3} \cdot I_1 (R_K \cos\phi + X_K \sin\phi) \ell}{V_{LL}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{3} \times 34,72 (0,188 \times 10^{-3} \times 0,8 + 0,076 \times 10^{-3} \sin 36,87) 26}{380} \times 100\%$$

$$= 0,08 \%$$

Tegangan jatuh yang terdapat antara gerbong -1 dan gerbong -2 sebesar 0,08%. Hal ini terjadi karena panjang kebel mempengaruhi besarnya tegangan jatuh.

- (2) Antara gerbong – 2 dan gerbong – 3

$$\% \Delta V_{2-3} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{2-3} (R_K \cos\phi + X_K \sin\phi) \ell}{V_{LL}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{3} \times 69,44 (0,188 \times 10^{-3} \times 0,8 + 0,076 \times 10^{-3} \sin 36,87) 52}{380} \times 100\%$$

$$= 0,32 \%$$

Tegangan jatuh yang terdapat antara gerbong -2 dan gerbong -3 sebesar 0,32%. Hal ini terjadi karena panjang kebel satu rangkaian kereta api turangga mempengaruhi besarnya tegangan jatuh.

- (3) Antara gerbong – 3 dan gerbong – 4

$$\% \Delta V_{2-3} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{2-3} (R_K \cos\phi + X_K \sin\phi) \ell}{V_{LL}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{3} \times 69,44 (0,188 \times 10^{-3} \times 0,8 + 0,076 \times 10^{-3} \sin 36,87) 52}{380} \times 100\%$$

$$= 0,72 \%$$

Panjang kabel dapat mempengaruhi besarnya tegangan jatuh, tegangan jatuh antara gerbong -3 dan gerbong -4 sebesar 0,72%.

- (4) Antara gerbong – 4 dan gerbong – KM

$$\% \Delta V_{4-KM} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{4-KM} (R_K \cos\phi + X_K \sin\phi) \ell}{V_{LL}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{3} \times 138,88 (0,188 \times 10^{-3} \times 0,8 + 0,076 \times 10^{-3} \sin 36,87) 104}{380} \times 100\%$$

$$= 1,29 \%$$

Tegangan jatuh yang terdapat antara gerbong -4 dan gerbong -KM sebesar 1,29%. Hal ini terjadi karena panjang kebel mempengaruhi besarnya tegangan jatuh.

(5) Antara gerbong – KM dan gerbong – 5

$$\begin{aligned} \% \Delta V_{KM-5} &= \frac{\sqrt{3} \cdot I_{KM-5} (R_K \cos \phi + X_K \sin \phi) \ell}{V_{LL}} \times 100\% \\ &= \frac{\sqrt{3} \times 191,23 (0,188 \times 10^{-3} \times 0,8 + 0,076 \times 10^{-3} \sin 36,87) 130}{380} \times 100\% \\ &= 2,22 \% \end{aligned}$$

Tegangan jatuh yang terdapat antara gerbong -KM dan gerbong -5 sebesar 2,22%. Hal ini terjadi karena panjang kebel mempengaruhi besarnya tegangan jatuh.

(6) Antara gerbong – 5 dan gerbong – 6

$$\begin{aligned} \% \Delta V_{5-6} &= \frac{\sqrt{3} \cdot I_{5-6} (R_K \cos \phi + X_K \sin \phi) \ell}{V_{LL}} \times 100\% \\ &= \frac{\sqrt{3} \times 225,95 (0,188 \times 10^{-3} \times 0,8 + 0,076 \times 10^{-3} \sin 36,87) 156}{380} \times 100\% \\ &= 3,14 \% \end{aligned}$$

Tegangan jatuh yang terdapat antara gerbong -5 dan gerbong -6 sebesar 3,14%. Hal ini terjadi karena panjang kebel satu rangkaian kereta api turangga mempengaruhi besarnya tegangan jatuh.

(7) Antara gerbong – 6 dan gerbong – 7

$$\begin{aligned} \% \Delta V_{6-7} &= \frac{\sqrt{3} \cdot I_{6-7} (R_K \cos \phi + X_K \sin \phi) \ell}{V_{LL}} \times 100\% \\ &= \frac{\sqrt{3} \times 260,67 (0,188 \times 10^{-3} \times 0,8 + 0,076 \times 10^{-3} \sin 36,87) 182}{380} \times 100\% \\ &= 4,23 \% \end{aligned}$$

Tegangan jatuh yang terdapat antara gerbong -6 dan gerbong -7 sebesar 4,23%. Hal ini terjadi karena panjang kebel satu rangkaian kereta api turangga mempengaruhi besarnya tegangan jatuh.

(8) Antara gerbong – 7 dan Generator

$$\begin{aligned} \% \Delta V_{7-G} &= \frac{\sqrt{3} \cdot I_{7-G} (R_K \cos \phi + X_K \sin \phi) \ell}{V_{LL}} \times 100\% \\ &= \frac{\sqrt{3} \times 295,39 (0,188 \times 10^{-3} \times 0,8 + 0,076 \times 10^{-3} \sin 36,87) 208}{380} \times 100\% \\ &= 5,49 \% \end{aligned}$$

Satu rangkaian kereta api jenis turangga juga terdapat tegangan jatuhnya yang terdapat pada setiap kereta. Tegangan jatuh terkecil terdapat pada kereta 1 yaitu sebanyak 0,08 % sedangkan tegangan jatuh terbesar terdapat pada kereta 7 yaitu sebesar 5,49 %. Besar kecilnya tegangan jatuh tergantung pada panjang pendeknya kabel yang digunakan, berdasarkan perhitungan diatas jika semakin panjang kabel yang digunakan maka tegangan jatuhnya akan semakin besar. Selain itu, faktor dari impedansi kabel juga dapat mempengaruhi besar kecilnya tegangan jatuh.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan berdasarkan perhitungan, terdapat beberapa kesimpulan diantaranya :

1. Sistem saluran distribusi daya listrik yang terdapat pada kereta api yaitu dari Kereta Pembangkit (Power) – Panel Kontrol – Panel Utama – Panel Hubung/Junction Box (pada kereta pembangkit) – Panel Hubung/Junction Box (pada K1/K2/K3) – Panel Distribusi – Beban.

2. Arus saluran yang terdapat pada gerbong 1 sebesar 34,72 A, pada gerbong 2 sebesar 69,44 A, pada gerbong 3 sebesar 104,16 A, pada gerbong 4 sebesar 138,88 A, pada gerbong 5 sebesar 191,23 A, pada gerbong makan sebesar 225,95 A, pada gerbong 6 sebesar 260,67 A, pada gerbong 7 sebesar 295,39 A.
3. Berdasarkan perhitungan, beban yang terdapat pada kereta eksekutif, sebesar 18.284 Watt.
4. Beban pada kereta makan lebih besar dibandingkan dengan kereta eksekutif, kereta makan mempunyai peralatan dapur yang harus disupply listrik sehingga besarnya beban total pada kereta makan 27.566 Watt.
5. Satu rangkaian kereta api turangga terdiri dari tujuh buah kereta eksekutif dan satu kereta makan, sehingga beban totalnya sebesar 155.554 Watt
6. Pada satu rangkaian kereta api turangga mempunyai tegangan jatuh yang dapat dikatakan ideal, karena berdasarkan perhitungan tegangan jatuhnya sebesar 0,08% sampai dengan 5,49%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih saya ucapkan sebesar-besarnya kepada PT.KAI (Persero) Daerah Operasional II Bandung, unit Depo Kereta Besar Bandung, tempat penulis melakukan penelitian ini, karena bimbingan serta saran yang sangat membangun. Terimakasih pula saya ucapkan kepada para karyawan PT.KAI (Persero) yang telah banyak membantu saya dalam proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arfianto, M. R., Sukmadi, T., & Winardi, B. (2013, Juni). Analisis Konsumsi Daya Pada Gerbong Kereta Api Penumpang Kelas Eksekutif, Bisnis dan Ekonomi (Di Depo Gerbong Kereta Api Indonesia). *Transient, II No II*, 362-369.
- Aslikan. (2010). Diktat DTO Kereta dan Gerbong PKM Angkatan TH 2010. 1-6.
- Asy'ari, H. (2011). Perbikan Jatuh Tegangan dan Rekonfigurasi Beban Pada Panel Utama Prambanan. *Sematik 2011*, 1-5.
- Belly, A. (2010). Daya Aktif, Reaktif & Nyata. 1-31.
- Fauzi, A. (2012). Penentuan Konduktivitas dan Resistivitas Air Laut Dengan Pengukuran Tidak Langsung. *Jurnal Materi dan Pendidikan Fisika*, 37-41.
- Kurniawan, A. (2016). Analisa Jatuh Tegangan dan Penanganan Pada Jaringan Distribusi 20 kV Rayon Palur PT. PLN (Persero) Menggunakan ETAP 12.6. 1-15.
- Nurizzal, M. (2015, Maret). Pengaruh E-Service Quality dan Kepuasan Pelanggan terhadap Loyalitas Dengan Moderasi Persepsi Nilai Yang Dirasakan Pelanggan Kereta Api Di Surabaya. 1-20.
- Sutrado. (2016). *Product Catalogue*. Bogor: PT Sutra Kabel Intimandiri.
- Taqwa, A. M. (2016). Analisis Pengurangan Tingkat Kebisingan Di Jalur Kereta Api Antara Stasiun Yogyakarta - Stasiun Maguwo. 1-40.
- Walfiansah. (2019). Analisis Konsumsi Daya Pada Gerbong Kereta Api Penumpang Kelas Eksekutif dan Ekonomi di (PT.KAI Palembang). 1-38.