

SISTEM DISTRIBUSI ENERGI LISTRIK PADA KERETA API KELAS EKONOMI, BISNIS DAN EKSEKUTIF

Mulyono, M. Rafli Alfanani

Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

Email : rafli.alfanani02@gmail.com

Abstrak

Kereta api terdiri dari lokomotif, kereta penumpang, kereta makan, kereta pembangkit, kereta bagasi dan gerbong barang. Energi listriknya disuplai dari generator set di kereta pembangkit. Sistem distribusi energi listrik pada kereta api : kereta pembangkit - panel kontrol - panel utama - junction box - panel distribusi - beban. Kode K3 diberikan untuk kereta penumpang kelas ekonomi, K2 untuk kelas bisnis, K1 untuk kelas eksekutif, M1 untuk kereta makan kelas eksekutif, dan B untuk kereta bagasi. Kereta pembangkit memiliki kode KMP3 untuk kereta pembangkit kelas ekonomi, MP2 untuk kereta pembangkit kelas bisnis, dan P untuk kereta pembangkit kelas eksekutif. Penelitian dilakukan pada jenis kereta pembangkit seri KMP3 0 65 01 dengan kapasitas terpasang 165 kVA dengan 6 kereta K3, MP2 0 65 08 kapasitas terpasang 300 kVA dengan 11 kereta K2 dan P 0 68 08 kapasitas terpasang 550 kVA dengan 11 kereta K1. Daya maksimum rangkaian kereta api ekonomi konfigurasi L-1-2-3-KMP3-4-5-6-7-B sebesar 83,107 kW/140,7449 kVA, dengan faktor daya ($\cos \phi$) 0,590. Rangkain kereta api kelas bisnis dengan konfigurasi L-1-2-3-MP2-4-5-6-7-B sebesar 96,567 kW/162,050 kVA, dengan $\cos \phi$ 0,595. Sedangkan pada rangkaian kereta api kelas eksekutif dengan konfigurasi L-1-2-3-M1-4-5-6-7-P sebesar 159,367 kW/242,216 kVA dengan $\cos \phi$ 0,657.

Kata kunci : Kereta pembangkit, kapasitas daya, faktor kapasitas pembangkit, daya maksimum rangkaian kereta api

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi transportasi meningkatkan persaingan antar perusahaan penyedia jasa transportasi. Tingkat kepuasan pelanggan menjadi salah satu tolak ukur keberhasilan perusahaan, termasuk pada PT Kereta Api Indonesia (PT KAI) yang berstatus perusahaan milik negara (BUMN). PT KAI meningkatkan kepuasan pelanggan dengan menyediakan armada yang dilengkapi fasilitas penunjang sesuai dengan kelasnya, untuk meningkatkan kenyamanan dan memanjakan pelanggan. Penambahan fasilitas di kereta tentunya akan menambah beban kereta pembangkit, dimana kereta pembangkit merupakan kereta yang sangat vital dalam suatu rangkaian kereta api. Peningkatan fasilitas berupa *air conditioner* (AC), TV LCD, lampu, DVD, CCTV dan peralatan lainnya tentunya akan menambah kapasitas daya kereta pembangkit. Sistem pendistribusian energi listrik pada kereta api harus handal dan harus mampu menyalurkan energi listrik sampai pada beban agar pelanggan dapat menikmati fasilitas yang ada tanpa ada gangguan.

Berkeinginan dengan itu tulisan ini adalah bertujuan untuk mengetahui sistem

pendistribusian energi listrik pada kereta dari kereta pembangkit sampai dengan beban yang mencakup perhitungan daya maksimum, kapasitas kereta pembangkit serta faktor daya yang bertujuan untuk menganalisa sistem distribusi energi listrik pada kereta agar maksimal dan tidak terjadi *over load* ketika terjadi lonjakan penumpang. Data data diperoleh dari studi lapangan di Dipo Kereta Daerah Operasional 5 Purwokerto.

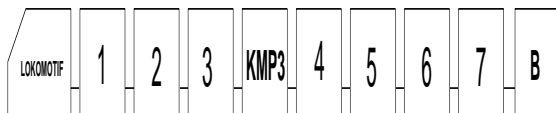
2. Metode

Metode yang digunakan untuk mengetahui sistem distribusi energi listrik pada kereta api ekonomi, bisnis dan eksekutif adalah melakukan observasi lapangan. Besaran yang dihitung meliputi : perhitungan daya maksimum setiap kereta, daya maksimum satu rangkaian kereta, faktor daya, kapasitas kereta pembangkit yang dapat ditanggung, melakukan pengukuran beban maksimum kereta, kelayakan penambahan jumlah kuota kereta berdasarkan daya yang dikonsumsi disetiap kelas kereta, dan mengetahui faktor kapasitas genset terhadap konsumsi daya sesuai dengan jumlah beban yang ditanggung generator pembangkit.

Konfigurasi Rangkaian Kereta Api

Energi listrik pada kereta api disuplai dari kereta pembangkit yang biasanya digunakan kode KMP3 (Kereta Makan Pembangkit) untuk kelas ekonomi, kode MP2 (Makan Pembangkit) untuk kelas bisnis, dan P (pembangkit) untuk kelas eksekutif. Ada tiga konfigurasi susunan kereta api yaitu: Konfigurasi rangkaian KA kelas ekonomi, bisnis dan eksekutif.

Konfigurasi rangkian KA kelas ekonomi ditunjukkan pada Gambar 1. dimana dalam satu rangkaian memiliki satu lokomotif, tujuh kereta penumpang ekonomi K3, satu kereta makan pembangkit jenis KMP3 dan satu kereta bagasi.



Gambar 1. Konfigurasi Rangkaian Kereta Api Kelas Ekonomi

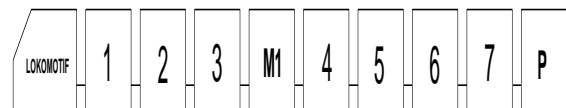
Rangkaian kereta api kelas bisnis ditunjukkan pada Gambar 2 terdiri dari satu lokomotif, tujuh kereta penumpang bisnis K2, satu kereta makan pembangkit jenis MP2 dan satu kereta bagasi.



Gambar 2. Konfigurasi Rangkaian Kereta Api Kelas Bisnis

Rangkaian kereta kelas eksekutif ditunjukkan pada Gambar 3, dengan susunan yang hampir sama dengan rangkaian kelas ekonomi maupun bisnis. Pada rangkaian ini kereta pembangkit berada dibelakang karena

dalam rangkaian ini menggunakan kereta makan yang berada tengah. Susunan yang biasanya dipakai satu buah lokomotif, tujuh buah kereta penumpang eksekutif K1, satu kereta makan M1 dan satu kereta pembangkit.



Gambar 3. Konfigurasi Rangkaian Kereta Api Kelas Eksekutif

Penggabungan susunan kereta antara kereta eksekutif dengan bisnis, kereta bisnis dengan kereta ekonomi, dan kereta eksekutif dengan kereta bisnis ekonomi sering dibuat yang disebut dengan konfigurasi rangkain kereta api campuran.

Sistem Distribusi Energi Listrik

Energi listrik pada kereta api di distribusikan melalui saluran kabel utama 3 fasa yang melekat pada ducting/plafon, kabel yang digunakan mempunyai spesifikasi WL1 80 mm², 600 Volt, 380 Ampere. Pada kereta kelas ekonomi, bisnis maupun eksekutif memiliki sistem instalasi utama yang sama. Pada kereta api kabel warna merah menunjukkan fasa R, kuning untuk fasa S, biru untuk fasa T dan hitam untuk netral.

Skema pendistribusian energi listrik secara umum digambarkan sebagai berikut : Kereta Pembangkit (Power) – Panel Kontrol – Panel Utama – Panel Hubung/Junction Box – Panel Distribusi – Beban. Dalam setiap kereta akan dilengkapi dengan panel distribusi yang berfungsi untuk membagi beban listrik kereta berupa beban penerangan, daya, dan *Air Conditioner*^[5]. Penghubung antar kereta akan melalui junction box dan menggunakan kabel Junction ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Posisi Junction Box dan Kabel Junction

Total Maksimum Daya Terpasang

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha^[1]. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan *Watt* atau *Horsepower* (HP), *Horsepower* merupakan satuan daya listrik dimana 1 HP setara 746 *Watt*^[4]. Sedangkan *Watt* merupakan unit daya listrik dimana 1 *Watt* memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 *Ampere* dan tegangan 1 *Volt*. Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I, sehingga besarnya daya dinyatakan^[1]:

$$S = V \times I \quad (2.1)$$

$$P = \text{Volt} \times \text{Ampere} \times \text{Cos } \theta \quad (2.2)$$

Dimana:

P = Daya (*Watt*)

V = Tegangan (*Volt*)

I = Arus (*Ampere*)

Cos θ = Faktor Daya

Kemudian dilakukan penghitungan total komponen beban didalam satu rangkaian kereta api kelas eksekutif, bisnis, dan ekonomi.

Faktor Daya (Cos ϕ)

Pemakaian energi listrik dengan faktor daya rendah memiliki kerugian karena dengan nilai daya reaktif (Q) yang cukup besar menyebabkan kebutuhan daya semu (S) yang

lebih besar untuk mencukupi kebutuhan daya aktif (P). Dengan kata lain untuk mencukupi kebutuhan daya aktif yang sama, dibutuhkan penyediaan daya (S) yang lebih besar.

Dalam kereta Faktor daya didapatkan dari^[3]:

$$PF = \frac{P}{S}$$

Dimana :

P = Daya nyata terpasang (*Watt*)

S = Daya Semu terpasang (*Volt-ampere*)

Faktor Kapasitas Kereta Pembangkit

Jumlah kereta yang dapat disupply oleh kereta pembangkit dapat dirumuskan dengan^[2]:

$$P_{\text{Gen}} \cdot \delta_{\text{dep}} \cdot \eta_{\text{Gen}} \geq n (P_{\text{Beban Total}}) (1 + \beta)$$

Dimana :

P_{Gen} = Daya tersedia / output genset (kVA)

$P_{\text{Beban Total}}$ = Daya beban listrik & AC kereta (kVA)

β = nilai over load beban (0,1 s/d 0,3)

δ_{dep} = Faktor depresi, daya berkurang 5% tiap tahun

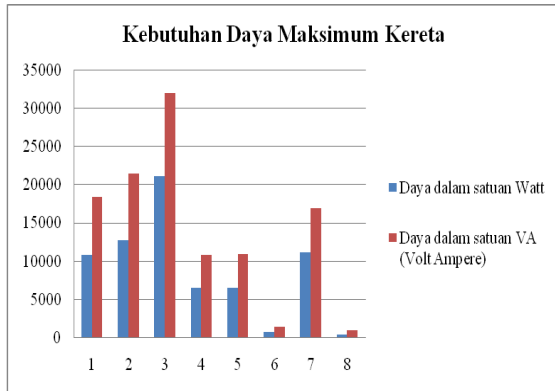
η_{Gen} = faktor daya berguna (0,65 s/d 0,95)

δ = jumlah kereta yang bisa dilayani kereta pembangkit (buah)

3. Hasil dan Pembahasan

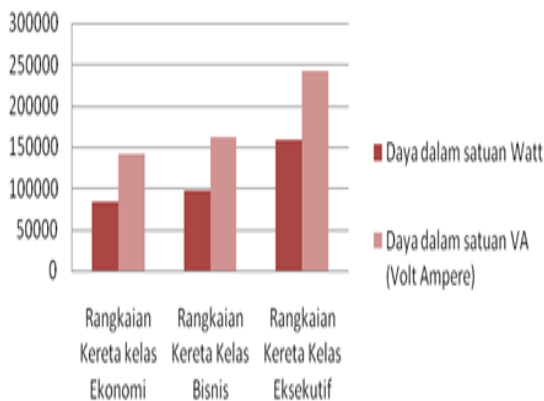
Komponen beban didalam satu buah kereta biasanya meliputi: lampu TL, lampu bagasi, lampu baca, *exhaust fan*, AC, televisi atau LCD, lampu semboyan, dan stop kontak dan lain-lain. Total kebutuhan maksimum satu buah kereta dapat dibedakan berdasarkan jenis keretanya yang dapat dilihat pada Gambar 5. Kebutuhan daya maksimum kereta yang dipakai dalam rangkaian seperti pada gambar 5, dimana poin 1 adalah Jenis kereta ekonomi, poin 2 adalah jenis kereta bisnis, poin 3 adalah jenis kereta eksekutif, poin 4 adalah kereta pembangkit kelas ekonomi KMP3, poin 5 adalah kereta

pembangkit kelas bisnis MP2, poin 6 adalah Kereta pembangkit kelas eksekutif, poin 7 adalah Kereta makan kelas eksekutif dan poin 8 adalah kereta bagasi.



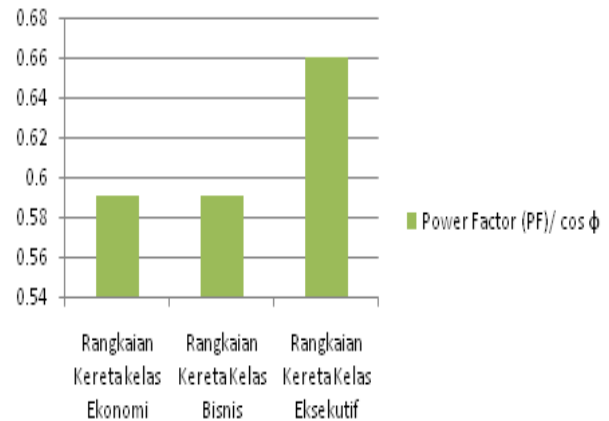
Gambar 5. Kebutuhan Daya Maksimum Kereta

Kebutuhan daya maksimum ditunjukkan pada Gambar 6, sedangkan hasil perolehan faktor daya dapat dilihat pada Gambar 7.



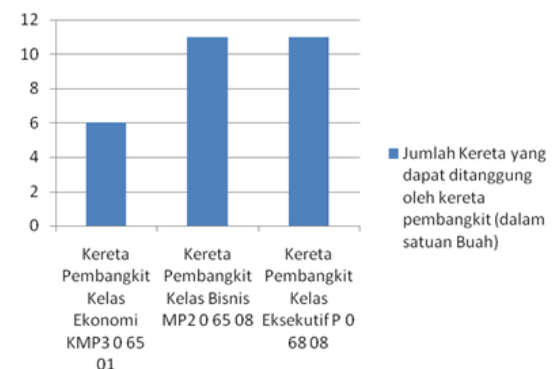
Gambar 6. Grafik Kebutuhan Daya Maksimum Kereta Api

Grafik pada Gambar 6 merupakan kebutuhan daya maksimum rangkaian kereta api dengan konfigurasi rangkaian ekonomi, bisnis dan eksekutif. pada rangkaian kereta api kelas ekonomi didapatkan kebutuhan daya maksimum sebesar 83,167kW/140,774kVA, kereta api kelas bisnis sebesar 96,567kW/162,050kVA dan pada kereta api kelas eksekutif sebesar 159,367 kW/242,216 kVA.



Gambar 7. Grafik Hasil Perolehan Faktor Daya Rangkaian Kereta Api

Perolehan faktor daya dari tiga jenis rangkaian kereta api memiliki nilai yang berbeda-beda tergantung dari faktor daya dari peralatan yang ada dalam suatu rangkaian kereta api. Dari Gambar 7 didapatkan nilai faktor daya pada kereta api kelas ekonomi sebesar 0,590, pada kereta api kelas bisnis sebesar 0,595 dan pada rangkaian kereta kelas eksekutif sebesar 0,657. Perhitungan kapasitas kereta pembangkit hasilnya telah dibuat grafik pada Gambar 8.



Gambar 8. Kapasitas Kereta yang Dapat Ditanggung Kereta Pembangkit.

Pada kereta pembangkit KMP3 06501 hanya dapat menanggung daya maksimum sepuluh kereta penumpang kelas ekonomi K3, kereta pembangkit kelas bisnis MP2 06508 dapat menanggung sebelas kereta penumpang kelas bisnis K2 dan pada kereta pembangkit kelas

eksekutif P 06808 dapat menanggung sebelas kereta penumpang kelas eksekutif K1.

4. Kesimpulan

Berdasarkan kajian diatas dapat diperoleh beberapa kesimpulan:

1. Pada kereta api kelas ekonomi beban listrik maksimum sebesar 10,888 KW, kereta api bisnis 112,808 KW, dan kereta api eksekutif 21,068 KW.
2. Beban total keseluruhan rangkaian kereta api ekonomi dengan konfigurasi L-1-2-3-4-KMP3-5-6-7-8-B adalah 94,055 KW dengan faktor daya/Power faktor/ $\cos \phi$ 0,59. Pada kereta api bisnis dengan konfigurasi L-1-2-3-4-MP2-5-6-7-B sebesar 96,567 KW dengan $\cos \phi$ 0,59 dan pada kereta api eksekutif sebesar 159,367 KW dengan $\cos \phi$ 0,657.
3. Faktor kapasitas yang dapat disuplai oleh kereta pembangkit pada kereta pembangkit KMP3 0 65 10 dengan kapasitas 165 KVA adalah 6 Buah kereta ekonomi K3. Pada kereta pembangkit MP2 0 65 08 dengan kapasitas 300 KVA adalah 11 buah kereta bisnis K2. Sedangkan pada kereta pembangkit P 0 68 08 dengan kapasitas 550 KVA adalah 11 buah kereta eksekutif K1.

Daftar Pustaka

- [1] Gonen, Turan, *Electric Power Distribution System Engineering*, Mc Graw-Hill Book Co., Singapore, 1986
- [2] Widodo, Heru. 2005. *Diktat Pemeliharaan Kereta*. PT Kereta Api (Persero) Balai Pelatihan Teknik Traksi: Yogyakarta
- [3] Rizal Afrianto, Muhammad, dkk. *Analisis Konsumsi Daya pada Gerbong Kereta Api Penumpang Kelas Eksekutif, Bisnis, dan Ekonomi (di Depo Gerbong Kereta Api Indonesia)*, Jurnal Transient, Vol.2, No. 2, Juni 2013, ISSN: 2302-9927, 363
- [4]. Sabto Budi Prasetyo. 2009. *Studi Perancangan Instalasi Genset Gedung Baru PT. AT Indonesia*: Indonesia
- [5] _____.2013. *Teknik Kelistrikan Kereta*. PT Kereta Api (Persero) Balai Pelatihan Teknik Traksi: Yogyakarta