

# ANALISIS PERFORMA GENERATOR 280T330 PADA PLTU PT. POMI PAITON UNIT7

Andi Wahyu Nugroho, Ramadoni Syahputra, Anna Nur Azilah  
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Kasihan,  
Bantul, Yogyakarta 55183  
Email: [Andiwahyu850@gmail.com](mailto:Andiwahyu850@gmail.com)

---

## Intisari

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton unit 7 memiliki kapasitas pembangkit 615 MW. Sebagai pembangkit listrik yang berkapasitas besar tentunya memiliki kapasitas generator yang besar juga. Generator dalam menghasilkan energi listrik lama kelamaan generator tersebut akan mengalami penurunan performa generator. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa generator terhadap potensi permasalahan ketidakseimbangan generator yang melebihi batas beban dengan menganalisis beberapa parameter performa generator apakah sesuai dengan standar *design* generator. Hasil dari penelitian tersebut didapatkan bahwa pada *output* generator terdapat daya aktif, tegangan *output*, arus *output*, daya reaktif dan daya semu. Untuk hasilnya tertinggi masing-masing yaitu 604,85 MW, 21,6299 KV, 16,5912 KA, 231,7503 MVAR, dan 645,1330 MVA serta hasil terendahnya masing-masing yaitu 465,74 MW, 21,3461 KV, 12,1307 KA, 11,2169 MVAR, 474,5290 MVA. Hasil pada faktor daya yaitu tertinggi sebesar 0.998 dan terendah sebesar 0,9298, yang berarti faktor daya masih sesuai dengan standar *design* generator yaitu 0,85. Hasil pada frekuensi tertinggi sebesar 50,17 Hz dan terendah sebesar 49,80 Hz, yang berarti performa generator sesuai batas toleransi generator sebesar  $\pm 5\%$ . Pada hasil efisiensi tertinggi sebesar 98,87% dan terendah sebesar 94,73%, yang berarti performa generator sesuai dengan batas toleransi generator sebesar  $\pm 5\%$ .

Kata Kunci: Performa generator, Generator, *Output*

---

## 1. PENDAHULUAN

PT. *Paiton Energy* adalah perusahaan pembangkit swasta (Independent Power Producer) pertama di Indonesia. PT. *Paiton Operation and Maintenance Indonesia* (POMI) merupakan salah satu pembangkit energi listrik yang memiliki 3 unit yaitu unit 3,7, dan 8 yang mensuplai untuk wilayah Jawa dan Bali dan memiliki kapasitas total 2045 NMW. Dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton pernah mengalami permasalahan yang sangat vital karena ketidakseimbangan antara beban dari generator melebihi batas sehingga dengan kelebihan batas tersebut kecepatan turbin sangat cepat dan tentunya akan merusak turbin itu sendiri

dan efek lainnya semua unit di paiton trip karena permasalahan ketidakseimbangan antara turbin dan generator. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton unit 3,7 dan 8 mensuplai wilayah Jawa dan Bali secara menyeluruh, sehingga perlu di analisis performa dari generator dikarenakan sangat berpengaruh untuk penyaluran energi listrik.

Karena hal tersebut dibahas analisis performa generator pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) PT. *Paiton Operation and Maintenance Indonesia* (POMI) yang sebenarnya sudah ada perbaikan, namun performa generator harus dimonitoring dan di analisis rutin untuk menghindari potensi

ketidakseimbangan generator yang melebihi beban. Salah satu metode analisis yang ada adalah dengan membandingkan parameter seperti perubahan daya aktif, perubahan tegangan output, perubahan output arus, perubahan daya reaktif, perubahan daya semu, perubahan faktor daya, perubahan frekuensi dan perubahan efisiensi dengan *design* agar generator bekerja secara optimal atau kurang optimal.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Generator

Generator adalah alat untuk membangkitkan tenaga listrik. Bagian utama dari generator sendiri yaitu stator, rotor dan celah udara. Prinsip kerja generator berdasarkan induksi elektromagnetik yaitu rotor diputar oleh penggerak mula (*prime over*) dengan demikian kutub-kutub yang ada pada rotor akan berputar. Jika kumparan kutub disuplai oleh tegangan searah (DC) maka pada permukaan kutub akan timbul medan magnet yang berputar kecepatannya sama dengan putaran kutub.

Berdasarkan Hukum Faraday apabila lilitan penghantar atau konduktor diputar memotong garis-garis gaya magnet maka pada penghantar tersebut timbul EMF (*Electro Motive Force*) atau GGL (Gaya Gerak Listrik) atau tegangan induksi. GGL yang dibangkitkan penghantar jangkar adalah tegangan bolak-balik (AC).

### 2.2 Daya

Daya adalah tingkat konsumsi energi dalam suatu rangkaian listrik. Daya disimbolkan dengan "P" dan dalam satuan Watt.

$$P = \frac{W}{t}$$

Dimana:

P = Daya (Watt)

W = Energi (Joule)

t = Waktu (s)

Dalam daya listrik terdapat 3 macam daya sebagai berikut:

#### a. Daya Aktif

Daya aktif adalah daya yang sesungguhnya terpakai atau terserap dalam rangkaian listrik. Daya aktif disimbolkan dengan "P" dan dalam satuan Watt. Daya aktif dirumuskan sebagai berikut:

Untuk satu fasa  $P = V.I.\cos \phi$

Untuk tiga fasa  $P = 3.V.I.\cos \phi$

#### b. Daya Reaktif

Daya reaktif adalah daya yang diakibatkan oleh beban resistif dan beban resistif yang menimbulkan rugi-rugi daya. Daya reaktif disimbolkan dengan "Q" dan dalam satuan VAR. Daya reaktif dirumuskan sebagai berikut:

Untuk satu fasa  $Q = V.I.\sin \phi$

Untuk Tiga fasa  $Q = 3.V.I.\sin \phi$

#### c. Daya Semu

Daya semu adalah Daya yang sebenarnya di *supply* oleh PLN, merupakan resultan daya antara daya rata-rata dan daya reaktif. Daya semu disimbolkan dengan "S" dan dalam satuan VA. Daya semu dirumuskan sebagai berikut:

$$S = I_{\text{eff}} \cdot V_{\text{eff}}$$

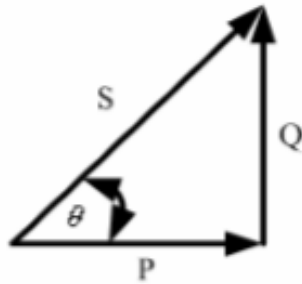
Dimana:

S : Daya semu (VA)

$I_{\text{eff}}$  : Arus (A)

$V_{\text{eff}}$  : Tegangan (V)

Jika digambarkan segitiga daya maka daya aktif direpresentasikan dalam bagian samping segitiga, daya reaktif direpresentasikan dalam bagian depan segitiga dan daya semu direpresentasikan pada bagian miring segitiga. Berikut adalah gambaran dari segitiga daya:



Gambar 2 Segitiga Daya

### 2.3 Efisiensi Generator

Efisiensi generator adalah prosentase perbandingan daya actual yang dikeluarkan pada turbin dengan beban daya masukan dari generator. Berikut adalah rumus untuk efisiensi generator sebagai berikut:

$$\eta_{\text{generator}} = \frac{\text{Beban}}{W_{\text{actual}}} \times 100\%$$

Dimana:

$\eta_{\text{generator}}$  = Efisiensi generator

Beban = Daya generator

$W_{\text{actual}}$  = Daya actual turbin

### 2.4 Frekuensi

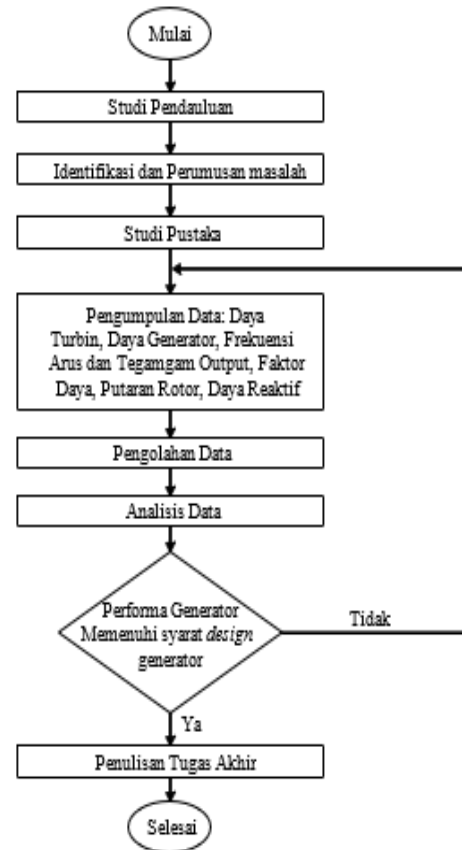
Frekuensi adalah jumlah getaran listrik setiap detik yang dinyatakan adalah satuan Herz atau Cycle (disingkat Hz atau c/s). Apabila dikatakan frekuensi  $f = 1$  Hz, hal ini berarti rotor bergerak mengitari dua buah kutub, yaitu rotor berputar dengan jarak 3600 listrik. Oleh karena itu frekuensi tergantung pada putaran dan jumlah kutub.

### 3. Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Dimana metode kuantitatif merupakan salah satu metode yang menjawab masalah penelitian yang berkaitan dengan data berupa angka dan statistik. Pada metode kuantitatif terdapat tahapan-tahapan kegiatan sebagai yaitu

studi literatur, pengambilan data, dan konsultasi.

Langkah – langkah analisis performa generator 280T3030 pada PLTU Paiton Unit 7 ditunjukkan dalam diagram alir pada gambar 3.

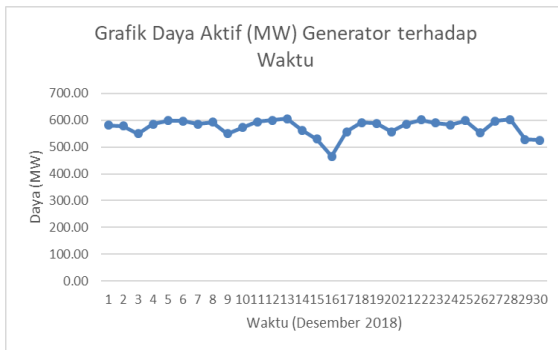


Gambar 3 Flowchart

## 4. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perubahan Daya Aktif terhadap Waktu

Daya aktif adalah daya yang nyata atau daya yang disulpai ke beban. Besar kecilnya daya aktif dipengaruhi oleh tegangan dan arus, semakin besar arus dan tegangan maka daya aktifnya akan semakin besar begitu pula dengan sebaliknya apabila semakin kecil arus dan tegangan maka daya aktifnya juga semakin kecil. Berikut ini adalah grafik daya aktif terhadap waktu.

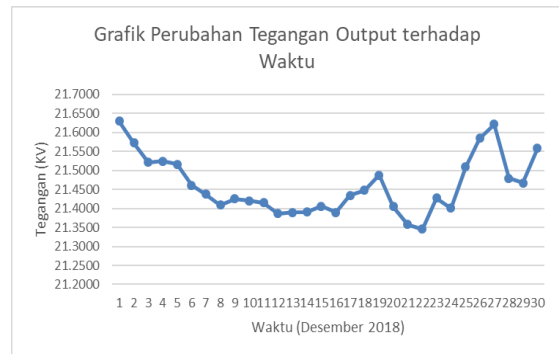


Gambar 4.1 Grafik Perubahan Daya Aktif terhadap Waktu

Pada grafik gambar 4.1 dapat diamati performa generator berdasarkan perubahan daya aktif terhadap waktu bahwa daya output generator terhadap waktu dari tanggal 1 Desember 2018 sampai 30 Desember 2018 mengalami fluktuatif. Daya aktif tertinggi terjadi pada tanggal 13 Desember 2018 yaitu sebesar 604,85 MW karena permintaan beban besar, sehingga nilai dari arus eksitasi diperbesar dan tegangan serta daya generator yang dihasilkan akan semakin besar. dan daya aktif terendah terjadi pada tanggal 16 Desember 2018 yaitu sebesar 465,74 MW karena permintaan beban kecil, sehingga nilai dari arus eksitasi diperkecil dan tegangan serta daya generator yang dihasilkan akan semakin kecil.

#### 4.2 Perubahan Tegangan Output terhadap Waktu

Generator pada PLTU PT. POMI unit 7 memiliki spesifikasi tegangan output 23 KV dengan 3 fasa. Tegangan output generator dipengaruhi oleh beban konsumen, frekuensi dan eksitasi. Berdasarkan tabel 4.3 tegangan output turun ketika beban konsumen bertambah dan tegangan output generator naik ketika beban konsumen turun. Berikut adalah grafik perubahan tegangan output terhadap waktu:

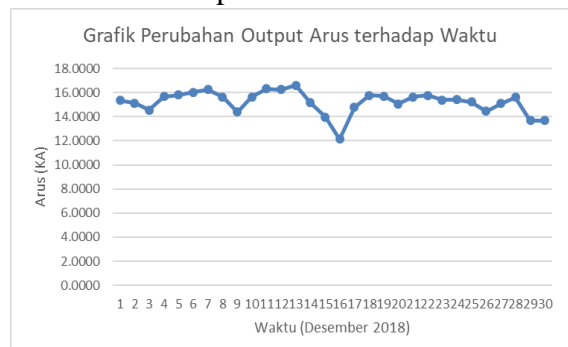


Gambar 4.2 Grafik Perubahan Tegangan Output terhadap Waktu

Pada grafik gambar 4.2 dapat diamati performa generator berdasarkan perubahan tegangan output terhadap waktu bahwa tegangan output generator terhadap waktu dari tanggal 1 Desember 2018 sampai 30 Desember 2018 mengalami fluktuatif. Tegangan output tertinggi terjadi pada tanggal 1 Desember 2018 yaitu sebesar 21,6299 KV karena beban yang dihasilkan besar dan tegangan output terendah terjadi pada tanggal 22 Desember 2018 yaitu sebesar 21,3461 KV karena beban yang yang dihasilkan kecil.

#### 4.3 Perubahan Output Arus terhadap Waktu

Generator pada PLTU PT. POMI unit 7 memiliki spesifikasi arus sebesar 21,242 KA. Arus generator akan tidak akan aktif ketika belum ada beban, sehingga besar kecilnya arus dipengaruhi oleh beban konsumen. Berikut adalah grafik perubahan output arus terhadap waktu:

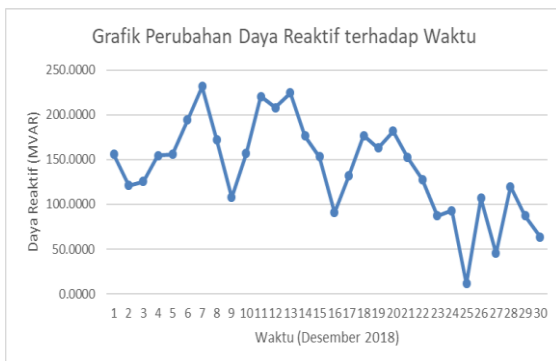


Gambar 4.3 Grafik Perubahan Output Arus terhadap Waktu

Pada grafik gambar 4.4 dapat diamati performa generator berdasarkan perubahan output arus terhadap waktu bahwa output arus generator terhadap waktu dari tanggal 1 Desember 2018 sampai 30 Desember 2018 mengalami fluktuatif. Output arus tertinggi terjadi pada tanggal 13 Desember 2018 yaitu sebesar 16,5912 KA karena beban yang dihasilkan kecil. Dan output arus terendah terjadi pada tanggal 16 Desember 2018 yaitu sebesar 12,1307 KA karena beban yang dihasilkan naik.

#### 4.4 Perubahan Daya Reaktif terhadap Waktu

Selain daya aktif terdapat juga daya reaktif. Daya reaktif ini tidak bisa digunakan langsung oleh beban melainkan di rubah ke dalam bentuk energi lain yaitu berupa daya magnet untuk membangkitkan listrik magnet pada peralatan listrik industri. Berikut adalah grafik perubahan daya reaktif terhadap waktu:



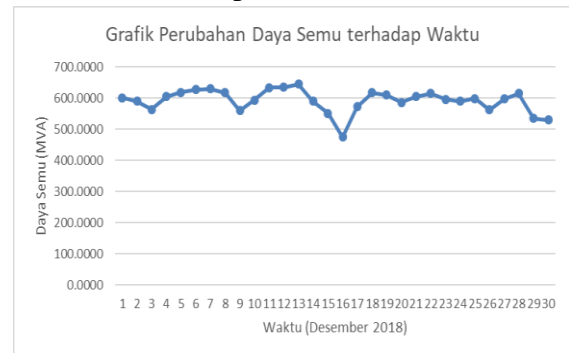
Gambar 4.4 Grafik Perubahan Daya Reaktif terhadap Waktu

Pada grafik gambar 4.4 dapat diamati performa generator berdasarkan perubahan daya reaktif (MVAR) terhadap waktu bahwa daya reaktif (MVAR) dari tanggal 1 Desember 2018 sampai 30 Desember 2018 mengalami fluktuatif. Daya reaktif tertinggi terjadi pada tanggal 7 Desember 2018 yaitu sebesar 231,7503

MVAR karena arus eksitasi yang diinjeksikan ke generator yang dihasilkan besar dan daya reaktif terendah terjadi pada tanggal 25 Desember 2018 yaitu sebesar 11,2169 MVAR karena arus yang diinjeksikan ke generator yang dihasilkan kecil.

#### 4.5 Perubahan Daya Semu terhadap Waktu

Pada segitiga daya terdapat daya aktif, daya reaktif dan daya semu. Daya semu merupakan penjumlahan kuadrat antara daya aktif dan daya reaktif. Berikut adalah grafik perubahan daya semu terhadap waktu:



Gambar 4.5 Grafik Perubahan Daya Semu terhadap Waktu

Pada grafik gambar 4.5 dapat diamati performa generator berdasarkan perubahan daya semu (MVA) terhadap waktu bahwa daya semu (MVA) dari tanggal 1 Desember 2018 sampai 30 Desember 2018 mengalami fluktuatif. Daya semu tertinggi terjadi pada tanggal 13 Desember 2018 yaitu sebesar 645,1330 MVA karena beban yang dihasilkan besar serta faktor daya yang dihasilkan kecil dan daya semu terendah terjadi pada tanggal 16 Desember 2018 yaitu sebesar 474,5290 MVA karena beban yang dihasilkan kecil serta faktor daya yang dihasilkan besar.

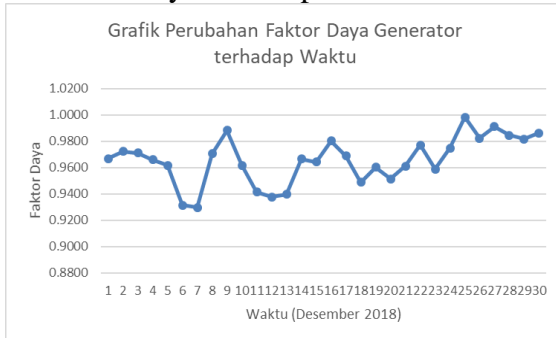
#### 4.6 Perubahan Faktor Daya terhadap Waktu

Pada generator PLTU unit 7 faktor daya yang digunakan sesuai

*design* adalah 0.85. Jadi dapat diperoleh perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$\cos \theta = \frac{\text{Daya Aktif}}{\text{Daya Semu}}$$

Berikut adalah grafik perubahan faktor daya terhadap waktu:

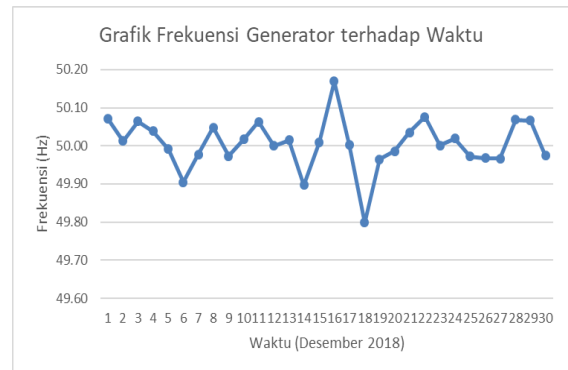


Gambar 4.6 Grafik perubahan faktor daya terhadap waktu

Dari grafik gambar 4.6 dapat diamati bahwa performa generator berdasarkan faktor daya yang dimulai 1 Desember 2018 sampai 30 Desember 2018 mengalami fluktuatif. Faktor daya tertinggi terjadi pada tanggal 25 Desember 2018 sebesar 0.998 karena daya reaktif yang dihasilkan kecil dan faktor daya terendah terjadi pada tanggal 7 Desember 2018 yaitu sebesar 0,9298 karena daya reaktif yang dihasilkan besar.

#### 4.7 Perubahan Frekuensi terhadap Waktu

Pada umumnya frekuensi yang digunakan sebesar 50 Hz. Batas toleransi yang digunakan sesuai *design* generator pada PLTU unit 7 sebesar  $\pm 5\%$  sehingga batas bawahnya sebesar 47,5 Hz dan batas atasnya sebesar 52.5 Hz. Berikut adalah grafik perubahan frekuensi terhadap waktu:



Gambar 4.7 Grafik Perubahan Frekuensi terhadap Waktu

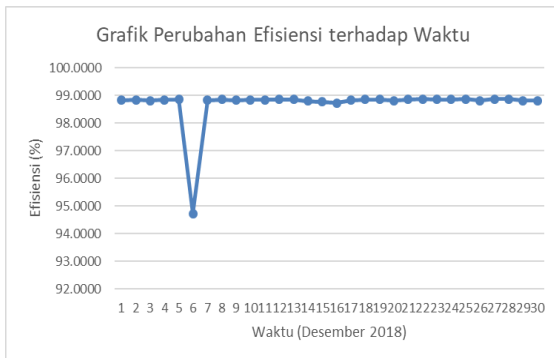
Pada grafik gambar 4.7 dapat diamati bahwa performa generator berdasarkan frekuensi yang dimulai 1 Desember 2018 sampai 30 Desember 2018 mengalami fluktuatif yang masih memenuhi batas standar toleransi frekuensi sesuai *design* yaitu sebesar  $\pm 5\%$ . Frekuensi tertinggi terjadi pada tanggal 16 Desember 2018 sebesar 50,17 Hz karena beban yang dihasilkan besar sehingga menimbulkan putaran generator juga semakin cepat dan terendah terjadi pada tanggal 18 Desember 2018 sebesar 49,80 Hz karena beban yang dihasilkan kecil sehingga menimbulkan putaran generator standar.

#### 4.8 Perubahan Efisiensi terhadap Waktu

Berdasarkan *design* generator, efisiensi dapat bekerja secara optimal apabila maksimum efisiensi yang terjadi 99% dan dengan toleransi  $\pm 5$  Sehingga dapat diperoleh perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$\eta \text{ generator} = \frac{\text{Daya Output}}{\text{Daya Input}} \times 100\%$$

Berikut adalah grafik perubahan efisiensi terhadap waktu:



Gambar 4.8 Grafik Perubahan Efisiensi terhadap Waktu

Berdasarkan grafik gambar 4.9 dapat diamati bahwa performa generator berdasarkan efisiensi generator pada 1 Desember 2018 sampai 30 Desember mengalami fluktuatif. Pada tanggal 6 Desember 2018 mengalami penurunan yang sangat drastis karena pada jam 18:00 WIB karena tidak terdeteksi daya output pada turbin karena sedang dalam *maintenance* dan efisiensi tertinggi terjadi pada tanggal 25 Desember 2018 yaitu sebesar 98,8700% karena beban yang dihasilkan besar.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Performa generator berdasarkan *output* generator diantaranya daya aktif, tegangan *output*, arus *output*, daya reaktif dan daya semu. Untuk nilai tertingginya yaitu 604,85 MW, 21,6299 KV, 16,5912 KA, 231,7503 MVAR, dan 645,1330 MVA serta nilai terendahnya yaitu 465,74 MW, 21,3461 KV, 12,1307 KA, 11,2169 MVAR, 474,5290 MVA.
2. Performa generator berdasarkan faktor daya nilainya masih sesuai dengan standar *design* generator yaitu diatas 0,85.
3. Performa generator berdasarkan frekuensi nilainya masih pada batas

toleransi frekuensi sesuai standar *design* generator yaitu  $\pm 5\%$ .

4. Performa generator berdasarkan efisiensi masih dikategorikan handal karena sesuai dengan batas toleransi standar *design* generator yaitu diatas 5%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Basofi, Ir. Syamsul Amien, M.S, 2014, Studi Pengaruh Arus Eksitasi pada Generator Sinkron yang Bekerja Paralel terhadap Perubahan Faktor Daya, Sumatra Utara: Universitas Sumatra Utara.
- General Electric Company, 1998, *Main Generator Volume II*, USA.
- Jepersen, Sefto, 2016, Analisa Pengaruh Beban Terhadap Efisiensi Generator Sinkron Unit 1 di PLTU PT. BUKIT ASAM (PERSERO) TBK TanjungEnim – Sumatra Selatan, Sumatra Selatan: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Juhari, Dipl. Eng, S.Pd, 2014, Generator, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Saputro, Dwi Aji, 2016, Pengaruh Kecepatan Putar terhadap Tegangan dan Frekuensi Generator Induksi 1 Fase 6 Kutub, Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Supardi, Agus. Budiman, Aris. Khairudin, Nor Rahman, 2018, Pengaruh Kecepatan Putar dan Beban terhadap Keluaran Generator Induksi 1 Fase Kecepatan Rendah, Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Shintawaty, Letifa, 2013, Peranan Daya Reaktif pada Sistem Kelitrikan.
- Syahputra, R., Soesanti, I. (2015). "Control of Synchronous Generator in Wind Power Systems Using Neuro-Fuzzy Approach", Proceeding of International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering (ICVEE) 2015, UNESA Surabaya, pp. 187-193.

Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2014). Performance Analysis of Wind Turbine as a Distributed Generation Unit in Distribution System. International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT), Vol. 6, No. 3, pp. 39-56.

Wijaya, Mochtar, "Dasar-Dasar Mesin Listrik", Penerbit Djambatan, Jakarta, 2001.