



EKSERGI Jurnal Teknik Energi Vol.16 No. September 2020; 109-116

RANCANG BANGUN PENGATURAN SUPLAI BAHAN BAKAR UNTUK MEMPERTAHAKAN FREKUENSI KONSTAN PADA PLTD MENGUNAKAN MOTOR SERVO BERBASIS ARDUINO MEGA

**Yanuar Mahfudz Safarudin*, Gatot Suwoto, Febry Dwi Iriyanto,
Muhammad Afif Q, Ihsan Fakhri, Rudi Hadi Santoso**

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. H. Soedarto S.H., Tembalang, Semarang, 50275
*E-mail: mahfudz@polines.ac.id

Abstrak

Pembuatan alat ini bertujuan mengatur suplai bahan bakar secara otomatis menggunakan motor servo yang dikontrol dengan arduino untuk menjaga frekuensi konstan dengan beban berubah-ubah. Pengujian dilakukan dengan mengatur kedalaman elektroda tercelup dari 0-14 cm dengan interval 2 cm sehingga dapat mempertahankan putaran 1500 rpm dan frekuensi 50 Hz. PLTD ini mendapatkan efisiensi terbaik pada elektroda tercelup 12 cm sebesar 52,20414% dan efisiensi terendah pada beban tercelup 2 cm sebesar 19,26075%.

Kata Kunci: *PLTD, Motor Servo, Arduino Mega.*

PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel merupakan gabungan dari mesin diesel dan generator yang ditemukan oleh dua penemu yaitu, Michael Faraday dan Rudolph Diesel. Michael Faraday berkontribusi atas penemuan dalam bidang listrik, sedangkan Rudolph Diesel berkontribusi atas penemuan mesin diesel. Pada tahun 1893 Rudolph Diesel menerima paten mesin diesel, dimana pembakaran berlangsung didalam ruang bakar, mesin diesel mengalami perkembangan yang pesat hingga pada tahun 1910 digunakan untuk pembangkit listrik.

Dengan kemajuan teknologi maka kebutuhan akan energi terus meningkat, salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan energi yaitu, dengan dibuatnya Pembangkit Listrik Tenaga Diesel. Pada Laboratorium Konversi Energi terdapat mesin diesel dan generator yang digunakan untuk praktikum sistem pembangkit tenaga thermal, dimana mesin ini sudah menggunakan governor otomatis akan tetapi sistem pengontrolan kurang handal untuk mempertahankan putaran, frekuensi, dan tegangan. Atas dasar itulah dibutuhkan suatu sistem kontrol yang lebih baik dengan menginovasikan bagian – bagian komponen kontrol untuk mengatur suplai bahan bakar dengan mengubah cara kerja pengoperasian tuas bahan

bakar secara manual dan di ganti dengan kerja motor servo, dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis tertarik untuk membuat suatu “Rancang Bangun Pengaturan Suplai Bahan Bakar untuk Mempertahankan

METODE PENELITIAN

Proses pengujian merupakan suatu tindakan yang bertujuan untuk mengetahui apakah alat yang telah dibuat bisa berfungsi dengan baik sesuai dengan yang direncanakan. Target tersebut adalah agar kontrol dapat mengatur putaran generator menjadi konstan dengan beban yang berubah-ubah. Dengan

Menggunakan pengaturan konsumsi bahan bakar berbasis kontrol arduino yang Di gerakkan oleh motor servo Ts-910 .Untuk mengetahui kinerja dari PLTD dapat digunakan rumus-rumus perhitungan efisiensi sistem.

Rumus – rumus yang digunakan :

- Daya Generator

$$P_{generator} = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \times \cos \varphi \quad [W]$$

Keterangan:

$$P_{generator} = \text{Daya Output Generator} [W]$$

$$V_L = \text{Tegangan line to line} [V]$$

$$I_L = \text{Arus line to line} [A]$$

$$\cos \varphi = \text{Faktor Daya}$$

- Laju Aliran Massa Bahan Bakar

$$\dot{m}_{bb} = \frac{v \times \rho_{solar} \times 3600}{t} \quad [\text{kg/jam}] \quad (2)$$

t

Keterangan:

$$\dot{m}_{bb} = \text{Laju aliran massa bahan bakar} [\text{kg/jam}]$$

$$v = \text{Volume bahan bakar} [\text{liter}]$$

$$t = \text{Waktu} [s]$$

$$\rho_{solar} = \text{Massa jenis solar} [\text{Kg/liter}]$$

- Specific fuel consumption

$$SFC = \dot{m}_{bb} / P_{generator} \times 1000 [\text{kg/kWh}]$$

Keterangan:

SFC = Specific Fuel Consumption [kg/kWh]

\dot{m}_{bb} = Laju aliran massa bahan bakar [kg/jam]

$P_{generator}$ = Daya Output Generator [W]

- Efisiensi PLTD

$$\eta_{PLTD} = \frac{P_{generator}}{\dot{m}_{bb} N_{kbb}} \times 100 \% \text{ [%]}$$

$\dot{m}_{bb} N_{kbb}$

Keterangan:

- η_{PLTD} = Efisiensi PLTD [%]

$P_{generator}$ = Daya Output Generator [W]

\dot{m}_{bb} = Laju aliran massa bahan bakar [kg/jam]

N_{kbb} = Nilai Kalor Bahan Bakar [Kj/Kg]

HASIL DAN PEMBAHASAN

- Contoh perhitungan pada percobaan elektroda beban tercelup 2 cm

Diketahui :

Massa jenis solar = 0,83 kg/l

Nilai kalor solar = 5518,6 kJ/kg

Cos ϕ = 0,8

Volume bahan bakar = 0,1 liter

Kondisi beban tercelup = 2 cm

Tegangan (V) = 380 Volt

Arus (I) = 20 Ampere

Putaran = 1493 rpm

Waktu (t) = 31,45 sekon

Perhitungan :

Menghitung Daya Generator

- $$P_{generator} = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \times \text{Cos } \phi$$

$$= \sqrt{3} \times 380 \text{ Volt} \times 20 \text{ Ampere} \times 0,8$$

$$= 10530,56 \text{ Watt}$$

- Menghitung laju aliran massa bahan bakar (\dot{m}_{bb})

$$\dot{m}_{bb} = \frac{v}{t} \times \rho_{solar} \times 3600$$

$$= \frac{0,1 \text{ liter}}{31,45 \text{ sekon}} \times 0,83 \text{ kg/liter} \times 3600$$

$$= 9,500795 \text{ kg/jam}$$

- Menghitung Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (*Specific Fuel Consumption – SFC*)

$$\text{SFC} = \frac{\dot{m}_{bb}}{P_{generator}} \times 1000$$

$$= \frac{9,500795 \text{ kg/jam}}{10530,56 \text{ Watt}} \times 1000$$

$$= 0,902212 \text{ kg/kWh}$$

- Menghitung Efisiensi PLTD

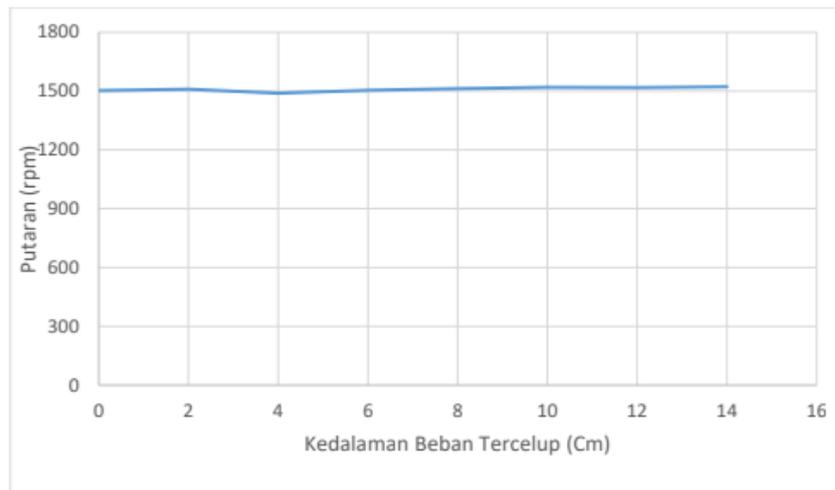
$$\eta_{\text{PLTD}} = \frac{P_{generator}}{\dot{m}_{bb} \times N_{kbb}} \times 100 \%$$

$$= \frac{10530,56 \text{ Watt}}{9,500795 \text{ kg/jam} \times 5518,6 \text{ kJ/kg}}$$

$$= 20,08457 \%$$

Data lain dicari dengan cara perhitungan yang sama, data hasil perhitungan dapat dilihat dilihat dalam lampiran.

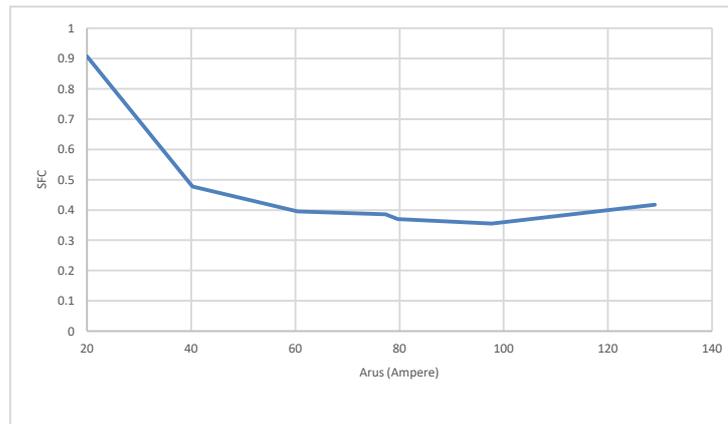
Grafik dibuat untuk mempermudah analisa data hasil pengujian. Pada Tugas Akhir ini juga menguji kinerja sistem PLTD dengan menggunakan pengaturan putaran konstan menggunakan mikrokontroller arduino mega. Pengujian dilakukan dengan menggunakan beban berupa *dummy load* dengan variabel yang diubah-ubah untuk mengetahui tegangan yang dihasilkan generator pada putaran konstan. Dari pengujian tersebut diperoleh hasil berupa grafik sebagai berikut :



Gambar 1 Hubungan antara putaran dengan Kedalaman Beban tercelup

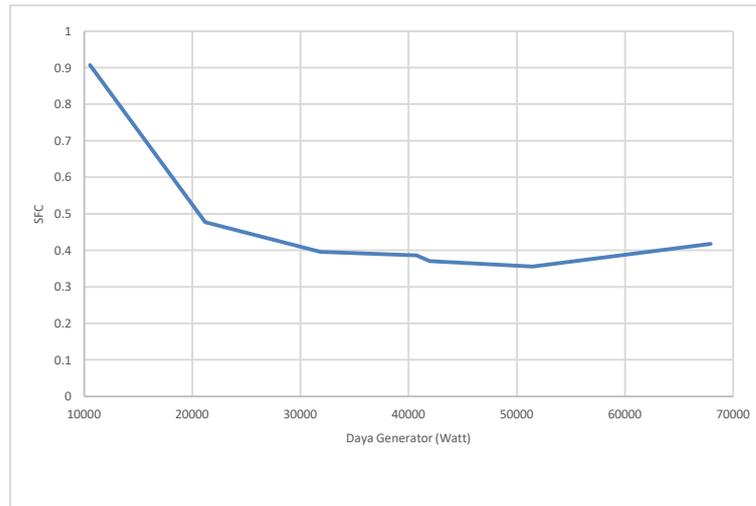
Grafik hubungan antara putaran dengan kedalaman beban tercelup ditunjukkan pada gambar 1. Grafik dibuat berdasarkan data putaran dan kedalaman beban tercelup pada tabel hasil pengujian. Pengujian dilakukan dengan variasi kedalaman tercelupnya elektroda beban yang berbeda yaitu 0 - 14 cm dengan kenaikan 2 cm setiap perubahan beban. Beban

yang digunakan dalam grafik ini di gantikan oleh arus karena arus dan beban berbanding lurus. Dengan data tersebut diketahui putaran tertinggi pada pengujian ini yaitu sebesar 1591 rpm pada kedalaman elektroda tercelup 10 cm dan arus 88 Ampere dan putaran terendah sebesar 1407 rpm pada kedalaman elektroda tercelup 12 cm arus 98 Ampere. Hasil pengujian ini menunjukkan setiap variasi penambahan beban putaran generator konstan dengan kisaran toleransi $\pm 5\%$ sehingga membentuk garis lurus.



Gambar 2 Hubungan antara SFC dengan arus

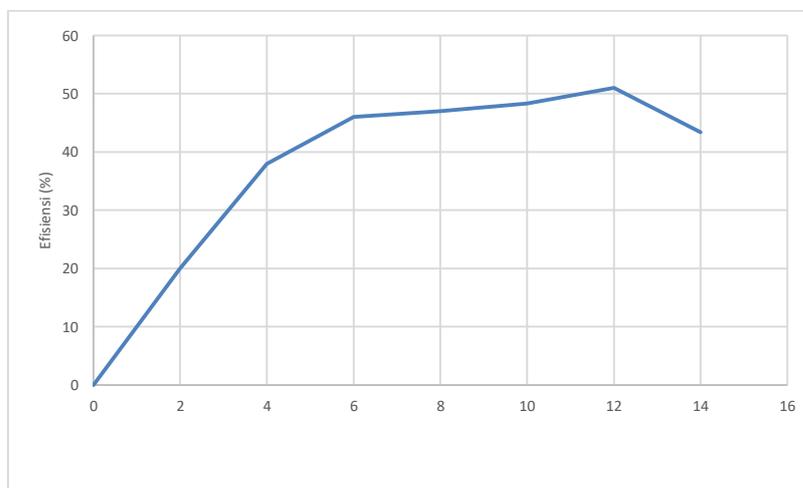
Grafik hubungan antara beban terhadap *specific fuel consumption* (SFC) yang ditunjukkan oleh gambar 2 dibuat berdasarkan data nilai beban yang digunakan dan nilai SFC PLTD yang didapat dari perhitungan menggunakan rumus $\frac{mbb}{P_{generator}} \times 1000$. Pengujian dilakukan dengan variasi kedalaman tercelupnya elektroda beban yang berbeda yaitu 0 - 14 cm dengan kenaikan 2 cm setiap perubahan beban. Beban yang digunakan dalam grafik ini di gantikan oleh arus karena arus dan beban berbanding lurus. Dengan data tersebut diketahui *specific fuel consumption* (SFC) terendah (terbaik) yaitu sebesar 0,347109 kg/kWh pada kedalaman elektroda tercelup 12 cm dan arus 98,67 Ampere sedangkan *specific fuel consumption* (SFC) terbesar yaitu sebesar 0,940801 kg/kWh pada kedalaman elektroda tercelup 2 cm dan arus 20 Ampere.



Gambar 3 Hubungan antara Daya Generator dengan SFC

Grafik hubungan antara daya generator set terhadap *specific fuel consumption* (SFC) yang ditunjukkan oleh gambar 3 dibuat berdasarkan data nilai daya yang dihasilkan oleh generator menggunakan rumus $\sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$ dan nilai SFC PLTD yang didapat dari perhitungan menggunakan rumus $\dot{m}_{bb} = \frac{v}{t} \times \rho_{solar} \times 3600$

Pengujian dilakukan dengan variasi kedalaman tercelupnya elektroda beban yang berbeda yaitu 0 - 14 cm dengan kenaikan 2 cm setiap perubahan beban. Beban yang digunakan dalam grafik ini di gantikan oleh arus karena arus dan beban berbanding lurus. Dengan data tersebut diketahui *specific fuel consumption* (SFC) terendah (terbaik) yaitu sebesar 0,347109 kg/kWh pada kedalaman elektroda tercelup 12 cm dan arus 98,67 Ampere menghasilkan daya sebesar 51950,76 Watt dan *specific fuel consumption* (SFC) terbesar yaitu sebesar 0,940801 kg/kWh pada kedalaman elektroda tercelup 2 cm dan arus 20 Ampere menghasilkan daya sebesar 10530,56 Watt.



Gambar 4 Hubungan antara efisiensi dengan kedalaman beban tercelup

Grafik hubungan antara efisiensi dengan beban ditunjukkan pada gambar 4 yang dibuat berdasarkan nilai variasi beban dengan nilai efisiensi PLTD dari hasil perhitungan menggunakan persamaan $\eta_{PLTD} = \frac{P_{generator}}{m_{bb} \times N_{kbb}} \times 100 \%$. Pengujian dilakukan dengan variasi kedalaman tercelupnya elektroda beban yang berbeda yaitu 0 - 14 cm dengan kenaikan 2 cm setiap perubahan beban. Dengan data tersebut diketahui bahwa efisiensi terendah didapat pada kedalaman elektroda tercelup 2 cm dan arus 20 Ampere dengan efisiensi 19,26075 % sedangkan untuk nilai efisiensi tertinggi yang dihasilkan pada kedalaman elektroda tercelup 12 cm dan arus 98,67 Ampere dengan efisiensi PLTD sebesar 52,20414 %.

SIMPULAN

Setelah melakukan pengujian pengaturan suplai bahan bakar pada PLTD menggunakan mikrokontroler arduino mega untuk praktikum pembangkit tenaga listrik dapat disimpulkan bahwa:

1. Kontrol suplai bahan bakar PLTD menggunakan mikrokontroler arduino mega dapat mempertahankan putaran 1500 rpm dan frekuensi 50 Hz dengan toleransi $\pm 5\%$ yang menghasilkan tegangan 380 volt.
2. Pengujian performa PLTD yang dikontrol menggunakan arduino mega didapatkan hasil terbaik pada kedalaman elektroda 12 cm dengan putaran 1555 rpm, frekuensi 50 Hz, tegangan 380 Volt, arus 98,67 Ampere, daya generator 51950,67 Watt, dan SFC 0,3471 kg/kWh, sedangkan hasil terendah pada kedalaman elektroda 2 cm dengan putaran 1550 rpm, frekuensi 49 Hz, tegangan 380 Volt, arus 20 Ampere, daya generator 10530,56 Watt, dan SFC 0,9408 kg/kWh.
3. Nilai efisiensi terendah PLTD yang dikontrol menggunakan Arduino mega adalah 19,26075 % pada kedalaman elektroda tercelup 2 cm dan arus 20 Ampere, sedangkan nilai efisiensi terbesar adalah 52,20414 % pada kedalaman elektroda tercelup 12 cm dan arus 98,67 Ampere.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Avinash Kumar Agrawal. dkk. (2004), "Effect of EGR on the exhaust gas temperatur and exhaust", Sadhana

- [2] Ejilah, I.R., Asere, A.A., Adisa, A.B., Ejila, A. (2010), "The effect of diesel fuel-jatrophaa curcas ole methyl ester blend on the performance of a variable speed compression ignitionengine"., Australian Journal ofAgricultural Engineering.
- [3] Gomma, M., Alimin, A.J., Kamarudin,K.A. (2010), "Trade off BetweenNOx, Soot and EGR rates for IDIDiesel Engine Fuelled with JB5".,World Academy of Science,Engineering and Technology
- [4] Goomaa, M., Alimin, A.J., Kamarudin,K.A. (2011), "The effect of EGRrates on NOX and smoke emissionsof an IDI diesel engine fuelled withJatropha biodiesel blends".,International Energy andEnvironment Foundation
- [5] Heywood, John B.L. (1988), InternalCombustion Engine Fundamentals,McGraw-Hill, Inc., New York.