

LOAD CONTROL FOR ENERGY OPTIMALIZATION IN UNSTABIL ELECTRIC POWER PLANT

Iswanjono

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma
Jl. Paingan, Maguwoharjo, Depok, Krodan, Maguwoharjo, Kec. Depok, Kabupaten Sleman,
Daerah Istimewa Yogyakarta 55281
E-mail : iswan_id@usd.ac.id

Abstract

The power generated by a power plant driven by windmills and waterwheels and solar power is unstable, each depends on wind speed, water flow, and solar radiation, respectively. This results in the acquisition of energy not being optimal if the load is not adjusted to the capability of the generating power. In this study a load control automation system has been created that can adjust to the ability of the resource so that optimal energy is obtained by the hysteresis method. When the power goes up or down, so the load adjusts hysterically, so that optimal energy is obtained.

Keywords: renewable energy, enegy gain optimalization, load control.

1. Pendahuluan

Dalam suatu sistem pembangkit tegangan harus selalu diusahakan agar daya yang dibangkitkan sama dengan permintaan daya sistem. Pengaturan pembangkitan untuk memenuhi permintaan tenaga listrik, disusun menurut prioritas, yaitu pembangkit dengan biaya bahan bakar paling murah ditempatkan untuk mendukung beban dasar, sedangkan pembangkit yang tidak efektif digunakan untuk mendukung waktu beban puncak. Pengaturan penggunaan tenaga listrik adalah program pengaturan waktu dan besaran pemakaian tenaga listrik agar diperoleh pemakaian yang efisien dan hemat. Pengaturan dilakukan dengan menurunkan atau menghemat tenaga listrik, pemangkasan beban puncak dan pengalihan beban dari waktu beban puncak (WBP) ke luar waktu beban puncak (LWBP), sehingga suplai pembangkit yang tidak efisien bahan bakarnya dapat berkurang [1].

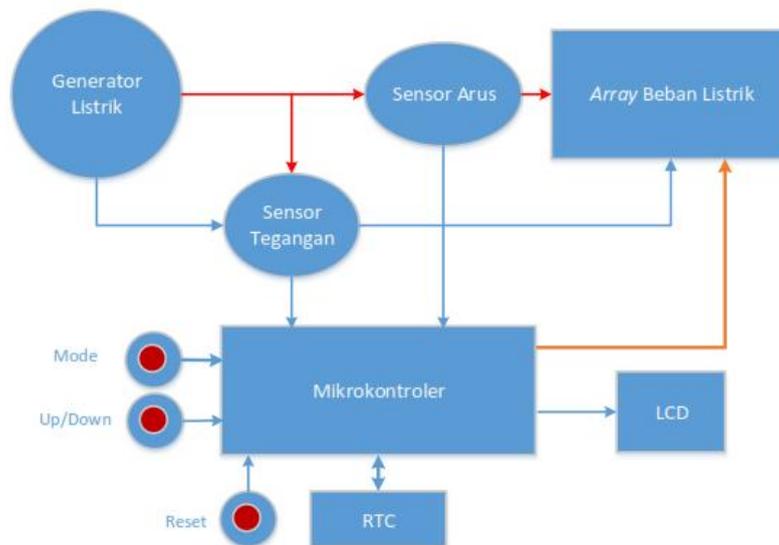
Sistem kontrol otomatis yang diterapkan untuk membatasi daya listrik telah dirancang dan dikembangkan berbasis mikrokontroler ATMEGA16. Dalam melakukan pengontrolan, sistem tersebut menggunakan aksi kontrol on-off. Sebagai aktuator digunakan relay beserta drivernya sedangkan sensornya menggunakan sensor arus berbasis efek Hall. Sistem tersebut dilengkapi keypad untuk memasukkan set point daya listrik dan peraga LCD untuk memantau arus yang terukur. Hasil pengujian alat pada proyek akhir ini mampu menghasilkan arus error rata-rata sebesar 4.88% pada setiap ruang dan daya listrik error rata-rata sebesar 2.76% pada setiap ruang [2].

Generator listrik tak stabil yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB), atau pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTH mikro) memerlukan kestabilan kerja, misalnya dengan penambahan baterai atau beban semu [3-6].

Pada penelitian ini didesain dan diimplementasikan suatu sistem kontrol beban otomatis dimana beban yang aktif dapat menyesuaikan kemampuan sumber listrik agar supaya diperoleh daya yang maksimal dan energi yang optimal.

2. Metode Penelitian

Gambar 1 menunjukkan blok diagram desain yang akan diimplementasikan dalam penelitian. Kontroler PID merupakan kontroler yang berfungsi mengubah sinyal kesalahan (error) menjadi sinyal kontrol [7]. Kontroler ini tersusun dari kontroler propotional ditambah integral ditambah derivative. PID merupakan salah satu mekanisme umpan balik yang banyak digunakan dalam system pengaturan industri. Sebuah kontroler PID menghitung nilai kesalahan sebagai perbedaan antara keluaran terukur dengan masukkan yang diinginkan. Hubungan sinyal kesalahan dan sinyal kontrol pada kontroler tipe-PID standart dinyatakan persamaan:



Gambar 1. Blok Diagram Desain Penelitian.

$$u(t) = K_p \left[e(t) + \frac{1}{\tau_I} \int e(t) dt + \tau_D \frac{d}{dt} e(t) \right] \quad (1)$$

Dalam bentuk fungsi alih,

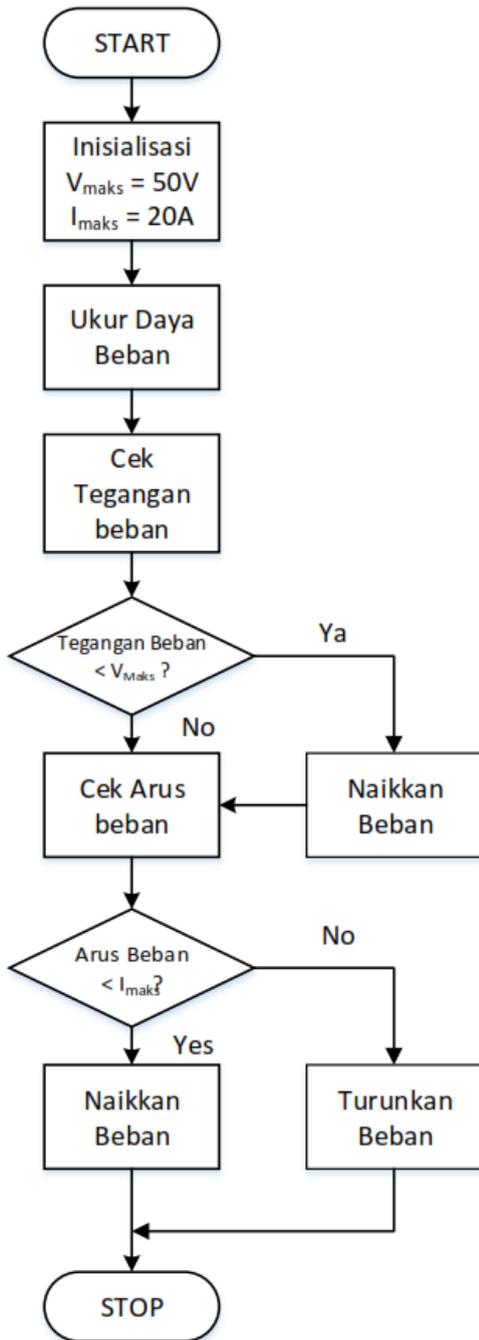
$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{\tau_I s} + \tau_D s \right) \quad (2)$$

$$\frac{U(s)}{E(s)} = \frac{K_p (\tau_I \tau_D s^2 + \tau_I s + 1)}{\tau_I s} \quad (3)$$

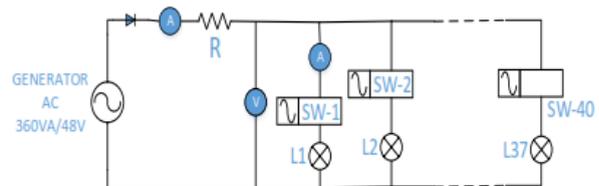
Komponen yang digunakan dalam pengontrolan beban adalah sebagai berikut:

- a) Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Competible;
- b) Solid State Relay 8 channel 5 buah;
- c) Sensor arus 35A;
- d) Sensor tegangan 70 volt;
- e) Lampu beban 12volt, 10 watt;
- f) Rumah lampu

Gambar 2 menunjukkan diagram alir pengontrolan pemilihan beban agar diperoleh daya yang optimal dengan pengaturan jendela histerisis. Gambar 3 menunjukkan blok diagram implementasi sistem otomatisasi pengontrolan beban berbasis mikrokontroler atmega 2560 pada board Arduino dengan metode kontrol histerisis[8-9].



Gambar 2. Diagram alir kontrol sistem



Gambar 3. Blok diagram implementasi rangkaian kontrol beban

3. Hasil dan Pembahasan

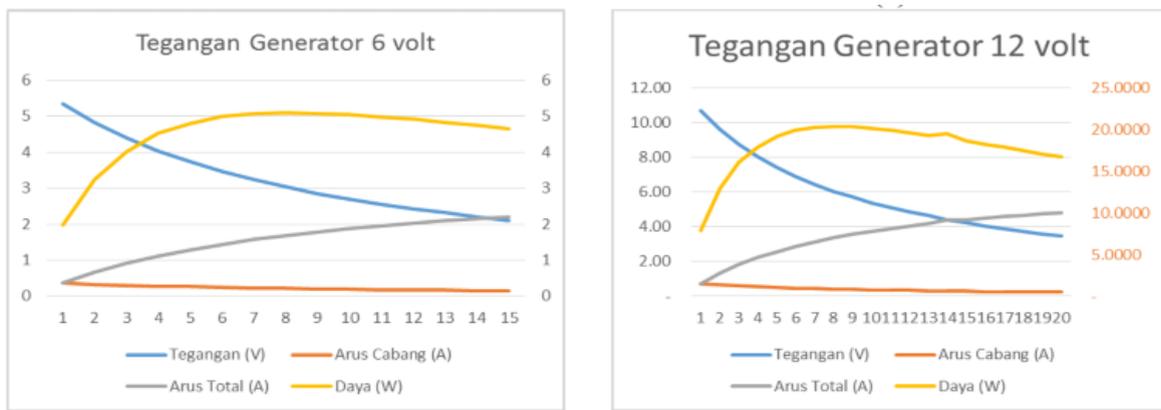
Pengujian dilakukan dengan mengatur tegangan generator 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54, dan 60 volt. Grafik hasil uji ditunjukkan pada Gambar 4.

Sumbu horisontal menunjukkan jumlah beban yang dipasang, sumbu vertikal kiri adalah sumbu tegangan atau arus, dan sumbu vertikal kanan adalah sumbu daya yang diserap beban. Beban yang tersedia adalah 40 buah lampu pijar 10W dengan tegangan kerja 12V dan secara paralel.

Hasil uji coba saat tegangan generator 6V ditunjukkan pada Gambar 4(a). Saat dipasang 1 buah beban, tegangan drop menjadi 5,12V, arus 0,41A, dan daya 2,04W. Ketiga dipasang 2 buah beban diperoleh pengukuran tegangan 4,73V, arus cabang 0,32A, arus total 0,65A dan daya total pada kedua lampu adalah 4,72W. Untuk menghasilkan daya yang lebih besar beban masih bisa ditambah sampai 7 buah beban, yaitu 5,1W pada drop tegangan 3,37V dan arus total 1.5A. Semakin ditambah beban akan mengakibatkan drop tegangan semakin besar dan daya di setiap bebanpun semakin kecil dan lampu pijarpun tidak akan menyala.

Pada pengaturan tegangan generator 12V hasil uji coba ditunjukkan pada Gambar 4(b). Drop tegangan dengan beban 1 buah lampu pijar adalah 10,87V dengan arus beban 0,49A, dan daya beban 4,91W. Pembebanan dapat dilakukan sampai 16 buah lampu dalam keadaan menyala dan diperoleh drop tegangan 3,8V, arus total 4,26A dengan daya 18,15W. Jika penambahan beban diteruskan maka lampu akan padam walupun masih tegangan dan arus masuk bisa diukur.

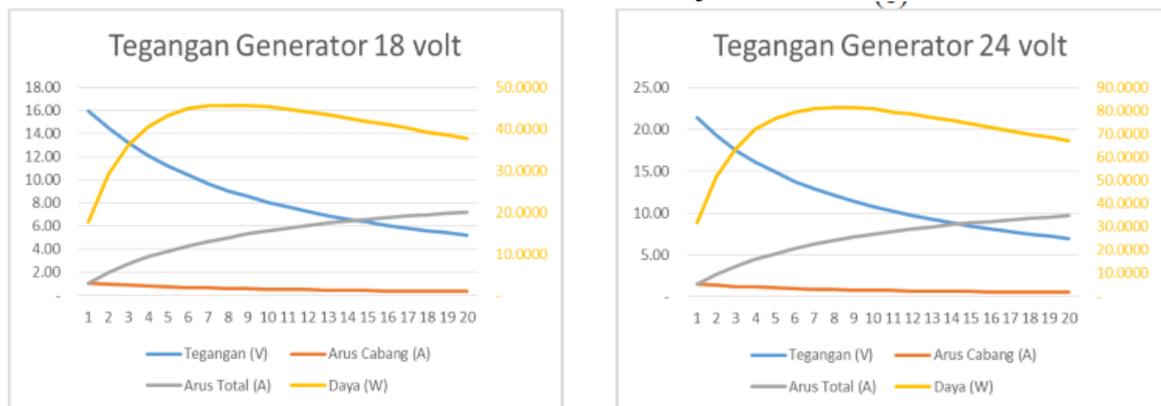
Untuk pengaturan tegangan generator 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54, dan 60 volt pada saat drop tegangan sampai 12V terjadi pada keadaan pembebanan masing-masing 4, 9, 13, 17, 22, 26, 29, dan 33 buah lampu. Lihat Gambar 4(d) – 4(j).



(a)

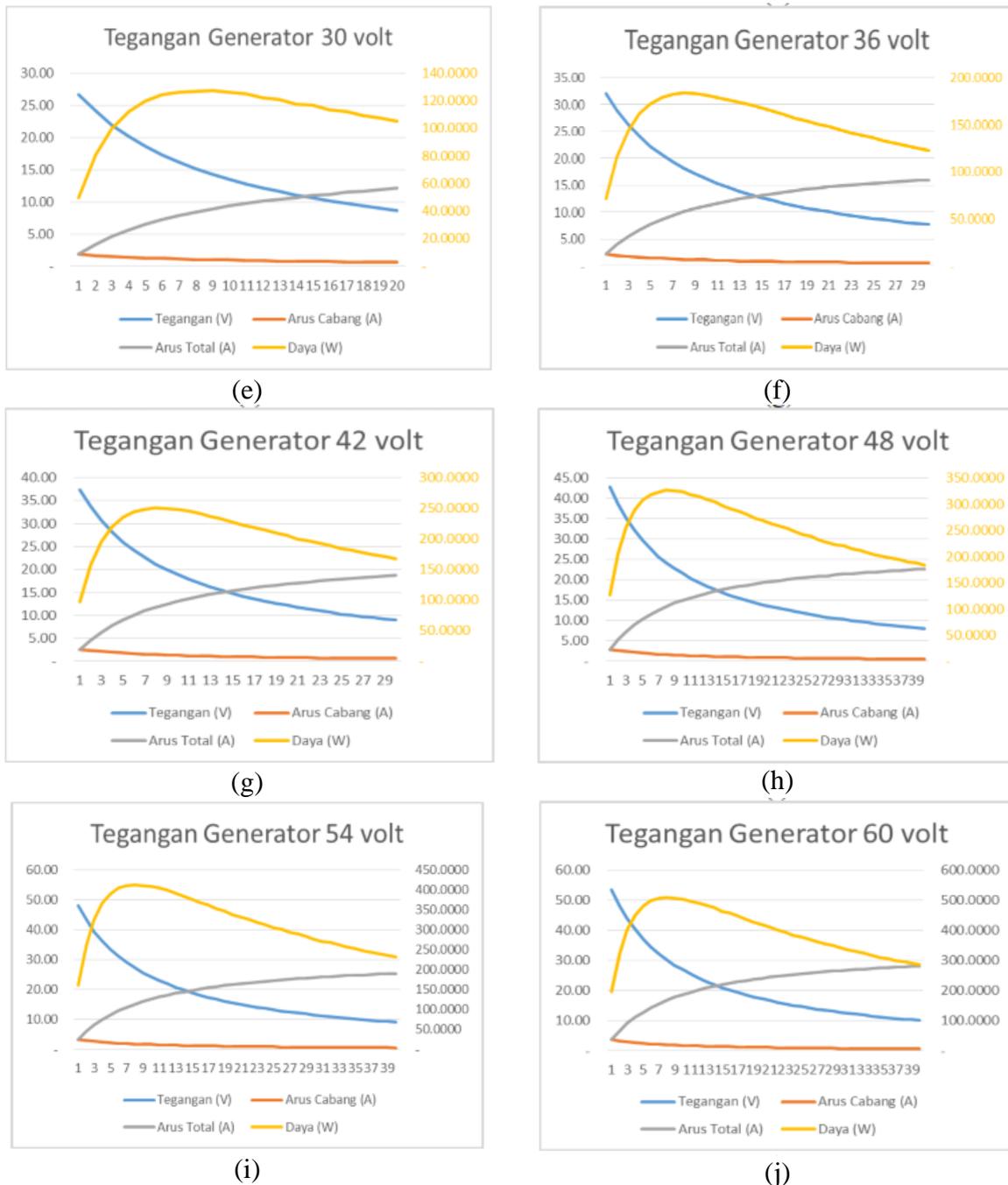
(b)

Gambar 4. Grafik hasil uji beban



(c)

(d)



Gambar 4. Grafik hasil uji beban (*lanjutan*)

Dari Gambar 4, dapat dilihat bahwa grafik menunjukkan kecenderungan yang sama (identik). Daya beban yang digunakan pada sistem adalah 10 watt sebanyak 40 buah dengan tegangan kerja 12 volt. Dari hasil uji coba diperoleh bahwa semakin besar tegangan generator ternyata tidak menghasilkan daya yang semakin besar, akan tetapi menunjukkan daya yang relatif sama, yaitu mencapai daya maksimum ketika jumlah beban 8 buah (80 watt) atau 9 buah (90 watt).

4. Kesimpulan

1. Generator mampu menghasilkan daya sesuai yang diharapkan yaitu kurang lebih 360VA.

2. Beban yang terkontrol dengan tegangan kerja 12 volt, 10 watt dapat dikontrol sesuai dengan daya yang dihasilkan generator.

Daftar Pustaka

- [1] Agung Nugroho. (2006). Metode Pengaturan Penggunaan Tenaga Listrik Dalam Upaya Penghematan Bahan Bakar Pembangkit dan Energi. *Jurnal Transmisi*, 11(1).
- [2] Riny Sulistyowati, Dedi Dwi Febriantoro. (2012). Perancangan Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal IPTEK*, 16(1).
- [3] Lukas Bayu Pratomo, Mohmammad Rameli. (2012). Pengendalian Daya Reaktif Pembebanan Dengan Menggunakan Kontroler PID Predictive Pada Simulator Plant Turbin-Generator. *JURNAL TEKNIK POMITS*, 1(1).
- [4] Made Padmika, I Made Satriya Wibawa, dan Ni Luh Putu Trisnawati. (2017). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin dengan Turbin Ventilator sebagai Penggerak, *Buletin Fisika*, 18(2) pp. 68 – 73.
- [5] Ari Wibawa Budi Santosa dan Imam Pujo Mulyatno. (2014). Pemanfaatan Tenaga Angin dan Surya Sebagai Alat Pembangkit Listrik pada Bagan Perahu. *Jurnal Kapal*, 11(3), pp. 108 – 116.
- [6] Subiyanto. (2014). Model Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terpadu dengan Baterai Terhubung Jaringan Listrik, *sainsteknol Jurnal Sains dan Teknologi*, 12(2), pp. 147 – 158.
- [7] Mahalla, Suharyanto, dan M. Isnaeni B.S. (2013). Evaluasi Kinerja IMAG pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Cokro Tulung Kabupaten Klaten, *JNTETI*, 2(4), pp. 85 – 90.
- [8] Asis Pattisahusiwa, Delia Meldra, Yopy Mardiansyah, dan Hendro. (2014, 17-18 Novemver). Manajemen dan Otomatisasi Pengontrolan Penggunaan Daya Listrik Secara Masal Menggunakan Jaringan Arduino Uno, In *Prosiding Seminar Kontribusi Fisika 2014 (SKF 2014)*, Bandung, Indonesia (pp. 59-62)
- [9] Thiang, Fengky, Anies Hannawati, Resmana. 2017, *Pengendalian Kecepatan Motor DC Dengan Menggunakan Fuzzy Logic Kontroler Berbasis PLC*, online <http://faculty.petra.ac.id/thiang/download/paper/paperplc.pdf>, diakses tanggal 4 Maret 2017.