

#21- PROTOTIPE SISTEM KONTROL OTOMATIS PADA PEMBANGKIT LISTRIK HIBRID TENAGA ANGIN DAN TENAGA SURYA BERBASIS ATMEGA 16

Slamet Riyadi, Fithri Muliawati, Muhidin

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor, Jl. KH Sholeh Iskandar km 2, Bogor

Email: slametriyadi316@gmail.com

fithri.muliawati@ft.uika-bogor.ac.id

muhidin@uika-bogor.ac.id

ABSTRAK

PROTOTIPE SISTEM KONTROL OTOMATIS PADA PEMBANGKIT LISTRIK HIBRID TENAGA ANGIN DAN TENAGA SURYA BERBASIS ATMEGA16. Telah dilakukan penelitian tentang prototipe sistem kontrol otomatis pada pembangkit listrik hibrid tenaga angin dan tenaga surya berbasis ATmega 16. Sistem pembangkit listrik hibrid tenaga angin dan surya ini Dalam pengaplikasiannya memerlukan suatu kontroler yang mampu manajemen energi yang dihasilkan. Kontroler ini bertugas mengatur proses penyimpanan energi serta meregulasi daya keluaran sebelum disalurkan ke beban. Prinsip kerja alat ini yaitu mengatur proses penyimpanan energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga angin dan tenaga surya. Media penyimpanannya berupa baterai. Ketika tidak ada beban sumber energi akan otomatis masuk ke baterai, sedangkan jika ada beban maka salah satu energi yang menghasilkan tegangan lebih besar akan menyuplai beban dan energi lainnya menyuplai baterai. Ketika energi yang lebih besar tidak mampu menyuplai beban (drop tegangan) maka secara otomatis energi yang lainnya akan digabung dan secara bersamaan menyuplai beban, jika kedua sumber energi masih belum mampu untuk menyuplai beban maka secara otomatis baterai ikut menyuplai beban. Proses pengisian baterai dari kosong hingga penuh jika menggunakan satu sumber energi listrik membutuhkan 9 jam dan pengisian baterai dengan kedua sumber energi listrik membutuhkan 4,5 jam. Pada pengujian menggunakan beban tanpa mendapat sumber energi listrik, baterai dapat menyuplai beban berupa gadget selama 20,81 jam, beban berupa 1 buah lampu LED 30 V selama 6 jam, beban berupa 2 buah lampu LED 30 V selama 3,29 jam, beban berupa 3 buah lampu LED 30 V selama 2,05 jam.

Kata Kunci: Energi Listrik, Pembangkit hibrid, Baterai, Smart switching

1. Pendahuluan

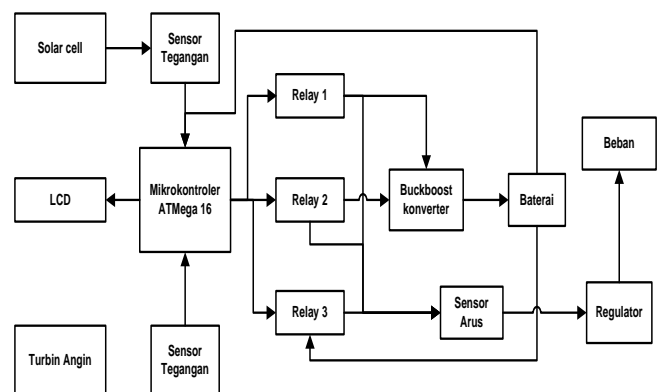
Pada era saat ini kebutuhan penerangan dan alat komunikasi(*gadget*) semakin meningkat. Hal ini harus didukung tersedianya pasokan energi listrik yang memadai di seluruh daerah Indonesia. Namun kurang meratanya infrastruktur jaringan listrik dapat mengakibatkan kekurangan pasokan listrik untuk

penerangan dan alat elektronik. Hal ini sangat terasa terutama untuk daerah terpencil yang sama sekali tidak mempunyai jaringan listrik. Hal ini dapat diatasi dengan penggunaan energi alternatif untuk memenuhi pasokan listrik di daerah terpencil, seperti tenaga angin dan tenaga surya. Penggunaan energi surya dan energi angin menjadi salah satu solusi yang dapat di pertimbangkan sebagai pembangkit listrik untuk penerangan dan alat komunikasi(*gadget*). Tenaga surya hanya tersedia pada siang hari ketika cuaca cerah. Sedangkan tenaga angin tersedia pada waktu yang sering kali tidak dapat diprediksi dan sangat berfluktuasi tergantung cuaca atau musim. Sehingga kedua energi alternatif ini sangat efisien dalam mengatasi kekurangan pasokan listrik[1,2].

Sistem penggabungan beberapa sumber energi untuk memasok energi listrik ke beban adalah sistem pembangkit tenaga hibrid. Tujuan utama sistem hibrid adalah memaksimalkan energi dengan harga murah, bebas polusi, kualitas daya yang bagus dan energi yang berkesinambungan. Dengan pemanfaatan teknologi berbasis hibrid ini tentu bisa meningkatkan produksi energi dan menurunkan resiko kekurangan energi, sehingga dapat menghemat konsumsi bahan bakar solar dan mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkannya[3]. Namun pembangkit listrik tenaga hibrid yang banyak ditemukan yaitu pembangkit listrik hibrid dengan memilih salah satu energi tanpa adanya penggabungan dari kedua energi, ini dinilai mempunyai kelemahan yaitu tidak bisa memberikan hasil yang maksimal untuk kebutuhan. Prototipe sistem kontrol otomatis ini mempunyai keunggulan dengan menggabungkan kedua energi saat satu sumber energi tidak mampu untuk menyuplai beban.

2. Metode penelitian

2.1 Perancangan sistem keseluruhan



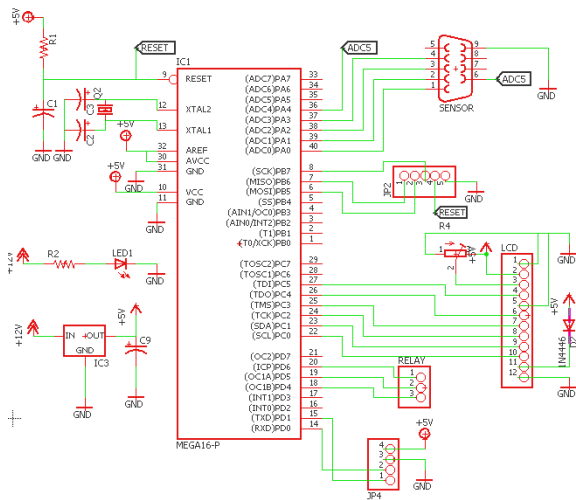
Gambar 1 diagram blok sistem

Daya yang dihasilkan oleh solar cell dan turbin angin akan diregulasi dan dihitung besaran tegangan oleh sensor tegangan. Ketika tidak ada beban sumber energi akan otomatis masuk ke baterai, sedangkan jika ada beban maka salah satu energi yang menghasilkan tegangan lebih besar akan menyuplai beban dan energi lainnya menyuplai baterai. Ketika energi yang lebih besar tidak mampu menyuplai beban (drop tegangan) maka secara otomatis energi yang lainnya akan digabung dan secara bersamaan menyuplai beban, jika kedua sumber energi masih belum mampu untuk menyuplai beban maka secara otomatis baterai ikut menyuplai beban. Besaran tegangan kedua sumber energi dan arus yang dihasilkan beban akan dikirimkan ke mikrokontroler untuk ditampilkan pada LCD.

2.2 Perancangan rangkaian elektronika pada Pembangkit hibrid

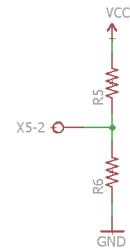
a) Rangkaian minimum sistem atmega 16

Rangkaian sistem minimum berfungsi sebagai I/O untuk mengolah data dari input/output sumber energi, baterai dan switching. Penggunaan port pada mikrokontroler disesuaikan dengan kebutuhan alat. Port yang digunakan yaitu PortA, PortB, PortC, dan PortD. Port A digunakan sebagai ADC untuk mengukur masukan dari input/output sumber energi dan baterai. PortB digunakan untuk memasukan program dari Bascom AVR ke mikrokontroler. PortC digunakan sebagai pengatur interface pada LCD. PortD digunakan untuk mengatur proses switching pada relay[4].



Gambar 2 diagram skematik sistem at-mega 16

b) Rangkaian sensortegangan



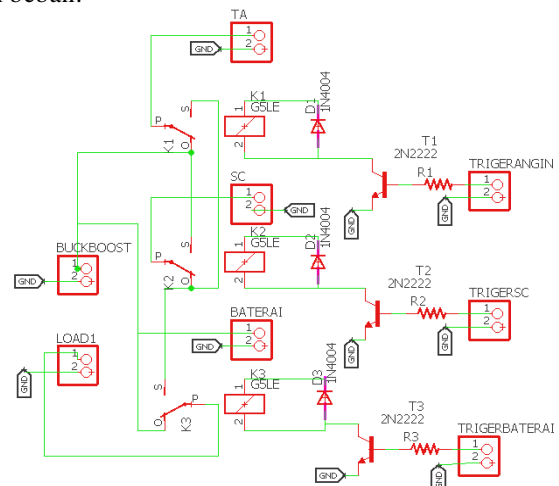
Gambar 3 diagram skematis sensor tegangan

Rangkaian sensor tegangan dibentuk oleh rangkaian seri dari 2 buah resistor dengan sebuah suplai tegangan. Diantara kedua resistor tersebut diambil sebuah jalur yang akan digunakan sebagai inputan ke mikrokontroler. Resistor yang digunakan untuk mendeteksi tegangan yaitu berukuran 4.7 Ω dan 1 kΩ.

Rumus pembagi tegangan : $V_{out} = V_{in} \cdot \frac{R2}{R1 + R2}$ (1)

c) Rangkaian switching

Rangkaian switching dapat dikatakan rangkaian terpenting dari alat ini. Proses otomatisasi alat ini dikontrol dari sini. rangkaian otomasi terdiri dari rangkaian modul relay dan satu rangkaian lagi dengan beberapa port yang akan dihubungkan dengan rangkaian lain seperti buckboost, baterai dan beban.



Gambar 4 diagram skematis switching relay

d) Baterai

Baterai adalah alat yang terdiri dari 2 atau lebih sel elektro kimia yang mengubah energi kimia yang tersimpan menjadi energi listrik. Tiap sel memiliki kutub positif (katoda) dan kutub negatif (anoda). Kutub yang bertanda positif menandakan bahwa memiliki energi potensial yang lebih tinggi dari pada kutub bertanda negatif[5].

• Proses pengisian baterai

Secara umum, lamanya pengisian baterai dapat dihitung dengan menggunakan persamaan: $Ta = \frac{C}{I}$ (2)

Keterangan:

Ta = Lamanya Pengisian (Hour)

C = Besarnya kapasitas baterai (AH / Ampere Hour)

I = Besarnya arus pengisian ke baterai (Ampere)

• Proses pengaliran arus pada beban

Apabila dua terminal sel timah penyimpan dihubungkan satu sama lain melalui sebuah beban listrik (misalkan lampu), elektron mengalir dari elektrode negatif melalui beban kemudian ke elektrode positif karena perbedaan potensial antar terminal. Kapasitas baterai adalah jumlah ampere jam ($Ah = \text{ arus } \times \text{ waktu}$), Secara umum proses pengaliran arus pada beban dapat dihitung dengan menggunakan persamaan: $P = V \times I$ (3)

Keterangan:

$P = \text{ Daya (watt)}$

$V = \text{ Tegangan (Volt)}$

$I = \text{ Arus (Ampere)}$

3. Hasil dan bahasan

3.1 Pengukuran kinerja sistem pembangkit listrik tenaga hibrid

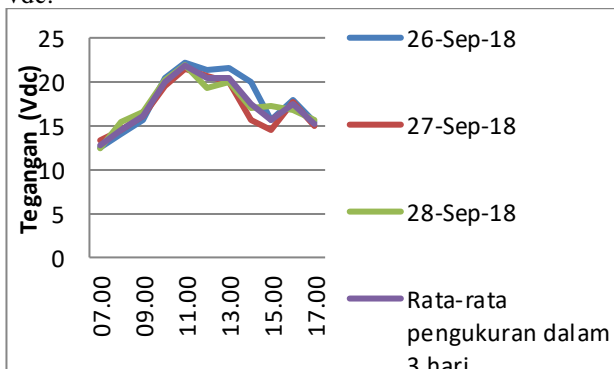
a) Pengukuran tegangan solar cell

Pengukuran Tegangan Solar cell dilakukan secara 3 hari pada hari rabu, 26 september 2018 – jumat, 28 september 2018 pada pukul 07.00 – 17.00. Hasil pengukuran ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Pengukuran hasil tegangan solar cell

	26 september 2018	27 september 2018	28 september 2018
Waktu Pengukuran	Tegangan (Vdc)	Tegangan (Vdc)	Tegangan (Vdc)
07.00	12,54	13,33	12,42
08.00	14,02	14,52	15,32
09.00	15,72	16,04	16,54
10.00	20,32	19,54	20,23
11.00	22,17	21,47	21,89
12.00	21,38	20,56	19,28
13.00	21,55	19,87	19,98
14.00	19,98	15,56	17,05
15.00	15,57	14,42	17,27
16.00	17,85	17,65	16,76
17.00	15,43	14,87	15,54

Dari hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa tegangan paling besar yang dihasilkan dapat diperoleh di jam 11.00 dengan besar tegangan 21,89 vdc.



Gambar 5 Grafik hasil tegangan solar cell

Spesifikasi solar cell yang digunakan dalam alat ini yaitu :

1. Model: SP-50-P36
2. Daya Max (Wp): 50Wp
3. Tegangan Max (Vmp): 17.6V
4. Arus Max (Imp): 2.85A
5. Tegangan Sirkuit Terbuka (Voc): 22.5V
6. Arus Hubungan Singkat (Isc): 3.04A
7. Jenis Kristal: Polycrystalin Silicon
8. Dimensi: 700 x 510 x 30mm
9. Berat: 4Kg
10. Jumlah Cell: 36

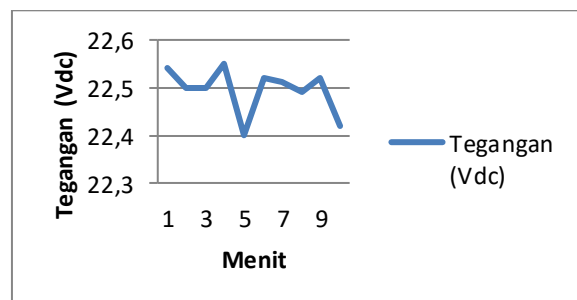
b) Pengukuran tegangan turbin angin

Pengukuran Tegangan Turbin angin dilakukan dengan cara menghubungkan kan generator turbin angin dengan motor penggerak secara bersinggungan. Pengukuran ini dilakukan secara 10 menit dan dilakukan tanpa beban. Hasil pengukuran ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 Pengukuran hasil tegangan turbin angin

Waktu Pengukuran (menit)	Tegangan (Vdc)	Kecepatan putar generator (RPM)
1	22,54	300
2	22,50	296
3	22,50	298
4	22,55	300
5	22,40	295
6	22,52	298
7	22,51	298
8	22,49	296
9	22,52	298
10	22,42	295

Dari hasil pengukuran diatas dapat diketahui bahwa tegangan paling besar yang dihasilkan turbin angin diperoleh pada menit ke 1 besar tegangan 22,54 vdc.



Gambar 6 Grafik hasil tegangan turbin angin

Spesifikasi turbin angin yang digunakan dalam alat ini yaitu :

1. Tegangan Keluaran (Vo) : 24 Volt
2. Arus Keluaran (Io): 0,5 Ampere
3. Daya Maksimal (P): 12 Watt
4. RPM Maksimal: 450
5. Jumlah Sudu: 6 sudu

c) Pengukuran tegangan output

Tegangan output dibagi menjadi 2 jalur, jalur pertama untuk pengisian gadget dengan besaran tegangan 5 Vdc dan

jalur kedua untuk lampu penerangan dengan besaran tegangan 30-40 Vdc.

Tabel 3 Daya Yang Dihasilkan

Jenis beban	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (Watt)
Gadget	5,2	0,20	1,04
1 Lampu LED	30	0,12	3,6
2 Lampu LED	30	0,22	6,6
3 Lampu LED	30	0,35	10,5

Dari tabel diatas didapatkan hasil bahwa daya listrik tertinggi dikonsumsi oleh beban 3 buah Lampu LED sebesar 10,5 watt dari pengujian yang dilakukan selama lima menit sementara daya terendah dikonsumsi oleh beban gadget.

3.2 Hasil pengujian dan analisa sumber energi listrik terhadap pengisian baterai

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan turbin angin dan solar cell saat melakukan pengisian ke baterai.

- a) Proses pengisian baterai dengan satu sumber energi listrik (solar cell atau turbin angin)

$$Ta = \frac{C}{I}$$

$$Ta = \frac{4,5 AH}{0,5 A}$$

$$Ta = 9 H$$

- b) Proses pengisian baterai dengan dua sumber energi listrik (solar cell dan turbin angin)

$$Ta = \frac{C}{I}$$

$$Ta = \frac{4,5 AH}{1 A}$$

$$Ta = 4,5 H$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka didapatkan hasil untuk pengisian baterai dari keadaan kosong hingga penuh dengan satu sumber energi membutuhkan waktu selama 9 jam sedangkan dengan kedua sumber energi memerlukan waktu 4.5 jam.

3.3 Analisis penggunaan baterai terhadap beban ketika tidak mendapat sumber energi listrik

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan baterai terhadap beban ketika tidak mendapat sumber energi listrik.

- a) Analisis penggunaan baterai terhadap beban berupa gadget

$$I = \frac{1,04 watt}{6 V} = 0,173 A$$

$$\text{Waktu pemakaian} = \frac{4,5 Ah}{0,173 A} = 26,01 \text{ jam}$$

$$\text{Efisiensi baterai } 20\% = \frac{26,01}{100} \times 20 = 5,2 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu pemakaian} - \text{efisiensi baterai}$$

$$26,01 - 5,2 = 20,81 \text{ jam}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka didapatkan hasil kemampuan baterai menyuplai beban berupa gadget selama 20,81 jam.

- b) Analisis penggunaan baterai terhadap beban berupa 1 buah Lampu LED 30 V

$$I = \frac{3,6 watt}{6 V} = 0,6 A$$

$$\text{Waktu pemakaian} = \frac{4,5 Ah}{0,6 A} = 7,5 \text{ jam}$$

$$\text{Efisiensi baterai } 20\% = \frac{7,5}{100} \times 20 = 1,5 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu pemakaian} - \text{efisiensi baterai}$$

$$7,5 - 1,5 = 6 \text{ jam}$$

- c) Analisis penggunaan baterai terhadap beban berupa 2 buah Lampu LED 30 V

$$I = \frac{6,6 watt}{6 V} = 1,1 A$$

$$\text{Waktu pemakaian} = \frac{4,5 Ah}{1,1 A} = 4,09 \text{ jam}$$

$$\text{Efisiensi baterai } 20\% = \frac{4,09}{100} \times 20 = 0,8 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu pemakaian} - \text{efisiensi baterai}$$

$$4,09 - 0,8 = 3,29 \text{ jam}$$

- d) Analisis penggunaan baterai terhadap beban berupa 3 buah Lampu LED 30 V

$$I = \frac{10,5 watt}{6 V} = 1,76 A$$

$$\text{Waktu pemakaian} = \frac{4,5 Ah}{1,76 A} = 2,55 \text{ jam}$$

$$\text{Efisiensi baterai } 20\% = \frac{2,55}{100} \times 20 = 0,5 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu pemakaian} - \text{efisiensi baterai}$$

$$2,55 - 0,5 = 2,05 \text{ jam}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka didapatkan hasil kemampuan baterai menyuplai beban berupa 1 buah lampu LED 30 V selama 6 jam, beban berupa 2 buah lampu LED 30 V selama 3,29 jam dan beban berupa 2 buah lampu LED 30 V selama 2,05 jam

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan bahasan dapat disimpulkan sesuai tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Pembuatan sistem kontrol otomatis pada pembangkit listrik tenaga hibrid berbasis ATmega16 ini bekerja dengan cara memonitor tegangan masukan dari turbin angin dan solar cell dan dapat melakukan switching sesuai kebutuhan.
2. Proses pengisian baterai dari kosong hingga penuh jika menggunakan satu sumber energi listrik membutuhkan 9 jam dan pengisian baterai dengan kedua sumber energi listrik membutuhkan 4,5 jam dengan tegangan 6,5 Volt.
3. Pada pengujian menggunakan beban tanpa mendapat sumber energi listrik, baterai dapat menyuplai beban berupa gadget selama 20,81 jam, dengan daya beban 1,04 watt dengan efisiensi baterai 20%, beban berupa 1 buah lampu LED 30 V selama 6 jam dengan daya beban 3,6 watt, beban berupa 2 buah lampu LED 30 V selama 3,29 jam dengan

daya beban 6,6 watt dan beban berupa 3 buah lampu LED 30 V selama 2.05 jam dengan daya beban 10,5 watt dengan efisiensi baterai 20%.

Daftar Pustaka

- [1] M. Pradana, Tjendro, “*Prototype Sistem Kontrol Otomatis Pada Pembangkit Listrik Alternatif Tegangan Rendah*”, *journal ilmiah widya teknik*, vol.15, no.2, pp. 112, 2016.
- [2] D.Dzulfikar, W.Broto, “*Optimalisasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga*”, *seminar nasional fisika*, vol.V, pp. 74-75, Oktober 2016.
- [3] A. pratama, “*Simulasi Dan Pemodelan Sistem Pembangkit Listrik Hibrida Tenaga Angin Dan Tenaga Surya Sebagai Energi Alternatif Yang Ramah Lingkungan Dan Berkelanjutan*”, pp. 1-2, Apr. 7, 2017.
- [4] D. Susilo, 48 Jam Kupas Tuntas Mikrokontroler MCS51 & AVR, Edisi 1. Yogyakarta : Andi Publisher, 2010, 14-20.
- [5] D.N.nugroho, “*Analisa pengisian baterai pada rancang bangun turbin angin pada poros vertikal tipe savonius untuk pencatuan beban listrik*”, Depok, JB : Program Studi Teknik Elektro Universitas Indonesia, 2010.