PERANCANGAN SISTEM ELEKTRIK TENAGA HYBRID UNTUK POMPA AIR

Andrew Joewono[*1], Rasional Sitepu[2], Peter R Angka[3]
[123]*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik,*
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya ; Jl. Kalijudan no.37 Surabaya, 60114,
email: andrew_sby@yahoo.com

ABSTRAK

Energi listrik merupakan suatu energi yang sangat diperlukan, namun perlu untuk memperhatikan ketersediaan bahan bakar yang ada. Matahari (sinar matahari) adalah salah satu energi terbarukan, dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan energi listrik.

Indonesia merupakan negara tropis sehingga sinar matahari tersedia cukup banyak. Ini merupakan suatu peluang yang dapat dikembangkan untuk menghasilkan energi listrik. Sistem hybrid yang digunakan merupakan gabungan antara penggunaan sumber listrik dari genset dan sumber listrik dari hasil konversi energi surya. Air juga merupakan suatu kebutuhan yang pokok didalam kehidupan. Indonesia 2 iklim yaitu, musim kemarau dan musim hujan. Pada waktu musim hujan air berkelimpahan, tetapi pada musim kemarau banyak daerah yang mengalami kekeringan, sehingga memerlukan pasokan air dari dalam tanah (sumber semakin di kedalaman) diperlukan pompa air untuk menyedot air tanah untuk bisa dimanfaatkan di permukaan untuk keperluan sehari-hari. Sistem yang dirancang dapat berfungsi dengan sistem hybrid, energi listrik dari genset dan energi surya, yang dapat mengatur secara otomatis pengisian energi ke baterai dan mensuplai beban, dengan waktu kerja efektif kurang lebih 2 jam, daya yang digunakan berkisar 537 hingga 537 watt, dari suplai energi baterai 12v 100Ah, dipasang seri, dam mempunyai nilai tegangan batasan otomatis 22 volt dari tegangan baterainya.

Kata Kunci : sistem hybrid, tenaga listrik

ABSTRACT

Electrical energy is an energy that is very necessary, but it is necessary to pay attention to the availability of existing fuel. The sun (sunlight) is one of renewable energy, can be utilized to generate electrical energy.

Indonesia is a tropical country so that sunlight is available quite a lot. This is an opportunity that can be developed to generate electrical energy. The hybrid system used is a combination of the use of electricity from generators and the source of electricity from solar energy conversion. Water is also a basic necessity in life. Indonesia 2 climate that is, dry season and rainy season. During the rainy season the water is abundant, but in the dry season many drought areas require water supply from the soil (deeper source) the water pump is needed to suck up the groundwater to be used on the surface for daily use. The system is designed to work with hybrid systems, electrical energy from generators and solar energy, which can automatically adjust the charging energy to the battery and supply the load, with effective working time of approximately 2 hours, the power used ranges from 537 to 537 watts, from the supply energy battery 12v 100Ah, mounted series, dam has a voltage value 22 volt automatic limitation of the battery voltage

Keywords: hybrid system, electric power

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan, namun untuk pembangkitan masih banyak menggunakan bahan-bahan energi yang tidak terbarukan, misalnya, minyak, batu bara dan gas bumi. Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral menyatakan bahwa konsumsi energi nasional pada tahun 2009 sebesar 948,112 ribu setara

e-ISBN: 978-602-450-211-9
p-ISBN: 978-602-450-210-2

barel minyak (SBM), naik sebesar 21,87% dibandingkan konsumsi energi nasional pada tahun 2000 yang berjumlah 777,925 ribu SBM (Lemigas, 2012).

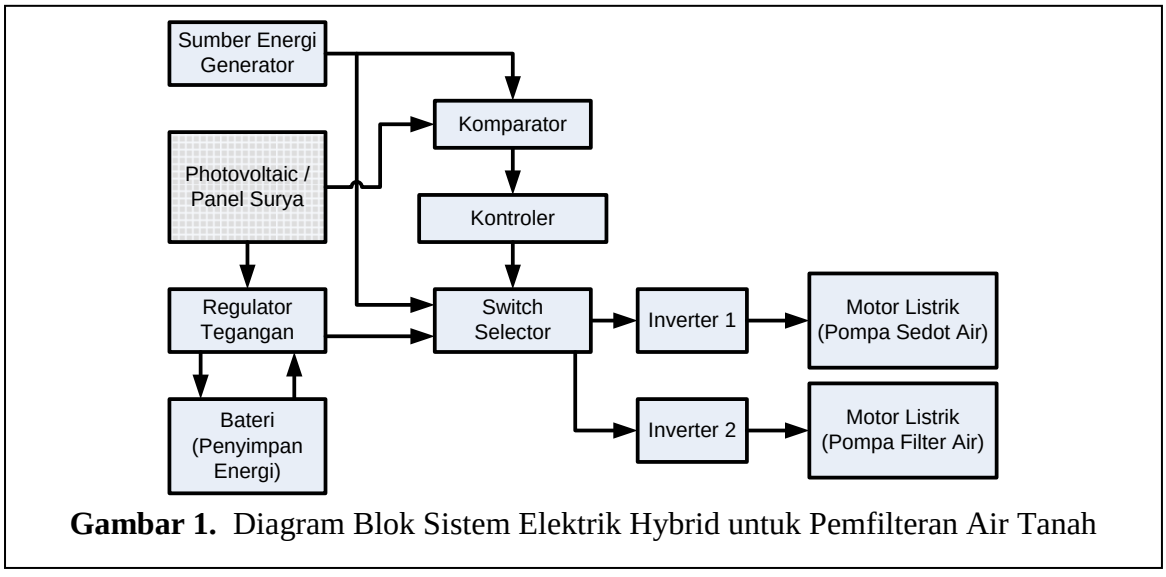
Pemanfaatan bahan-bahan sumber energi tidak terbarukan perlu diperhatikan ketersediaannya, dikarenakan keterbatasan cadangan yang masih tersisa, sehingga perlu dilakukan efisiensi pemanfaatannya, salah satu yang dilakukan dengan membuat sistem hybrid (gabungan antara sumber energi tidak terbarukan dan sumber energi terbarukan), yang akan diaplikasikan untuk pemompaan air untuk kegiatan sehari-hari.

Dirancang sistem elektrik hybrid untuk pompa air. Rancangan yang dikembangkan adalah mengoptimalkan pengkonversian energi dari solar panel dan cara pengisian bateri, yang dikombinasikan dengan energi listrik dari sumber energi tidak terbarukan (listrik generator).

Rancangan yang dibuat bertujuan untuk mengefisiensi pemakaian daya listrik yang akan digunakan untuk melakukan pemompaan air, sehingga menghasilkan energi listrik untuk pompa air dari sumber elektrik yang efisien didalam pemakaian energi dari sumber tidak terbarukan.

METODE PERANCANGAN

Sistem Elektrik Tenaga hybrid untuk Pompa Air ini dibuat seperti pada blok diagram berikut ini,



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Elektrik Hybrid untuk Pemfilteran Air Tanah

Komponen yang digunakan untuk pengkonversian energi surya, sebagai berikut :

a. Modul Surya

Komponen utama dari Photovoltaic (PV) yang dapat menghasilkan energi listrik DC disebut panel surya atau modul surya. Panel surya terbuat dari bahan semikonduktor

(umumnya *silicon*) yang apabila disinari oleh cahaya matahari dapat menghasilkan arus listrik. Dalam pengabdian ini digunakan panel sel surya 100 wp 10 buah, seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Panel atau modul sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor.

b. Baterai/Aki

Baterai atau aki adalah penyimpan energi listrik digunakan sebagai sumber energi listrik pada saat matahari tidak menyinari panel surya. Baterai yang digunakan adalah baterai *deep cycle lead acid*. Pada pengabdian ini digunakan baterai kapasitas 100 Ah, 12 V, sebanyak 2 buah, dengan efisiensi sekitar 80%. dengan waktu pengisian baterai/aki selama 12 jam - 16 jam.

c. Kontroler hybrid dan Inverter

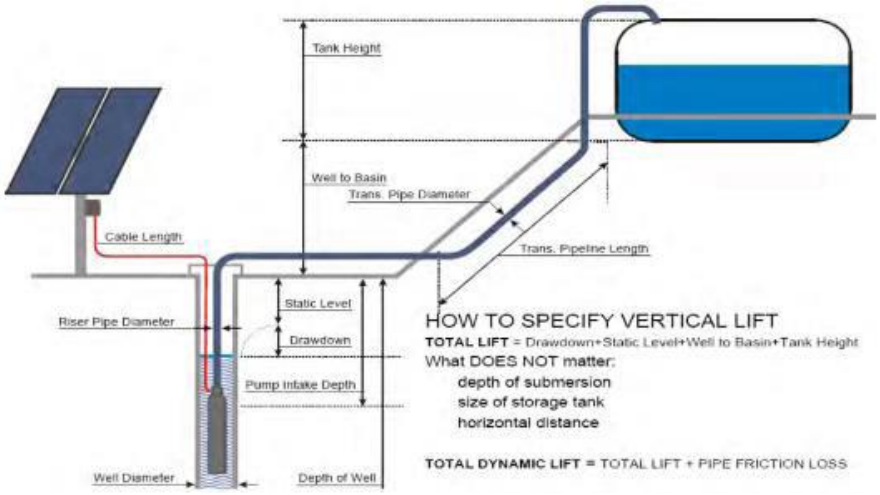
Pada pengabdian ini digunakan kontroler hybrid dan inverter 1400 watt, pabrikan dari Luminous, input tegangan dari panel sel surya sebesar 24 volt dan menghasilkan tegangan pengisian baterai 24 volt. Regulator baterai digunakan untuk mengatur pengisian arus listrik dari modul surya ke baterai/aki. Saat isi baterai tersisa 20% sampai 30%, maka regulator akan memutuskan dengan beban. Regulator baterai juga mengatur kelebihan mengisi baterai dan kelebihan tegangan dari modul surya. Manfaat dari alat ini juga untuk menghindari *full discharge* dan *overloading* serta memonitor suhu baterai. *Regulator* baterai dilengkapi dengan *diode protection* yang menghindarkan arus DC dari baterai agar tidak masuk ke panel surya lagi. Inverter (pengubah tegangan DC menjadi AC), menghasilkan tegangan AC 220 volt 1 fase, dengan daya maksimum 1400 watt.

e-ISBN: 978-602-450-211-9
p-ISBN: 978-602-450-210-2

d. *Inverter*

Inverter adalah alat yang mengubah arus DC menjadi AC sesuai dengan kebutuhan peralatan listrik yang digunakan. Alat ini mengubah arus DC dari baterai / aki menjadi arus AC untuk kebutuhan beban-beban yang menggunakan arus AC.

Energi listrik oleh motor listrik akan diubah menjadi energi kinetik yang akan menggerakkan pompa sehingga berhasil memompa air. Debit air yang tersisa ini akan disimpan di tangki penyimpan sementara. Ilustrasi seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Aplikasi *photovoltaic* pada pompa air tenaga surya.

Langkah-langkah yang dilakukan meliputi:

1. Perancangan sistem elektrik tenaga hybrid.

   Pada tahapan ini dilakukan perancangan rangkaian penghubungan photovoltaic 100wp 12 volt dengan regulator tegangan yang mempunyai fungsi untuk menstabilkan tegangan yang dihasilkan dari photovoltaic, tegangan yang dihasilkan akan disalurkan dan diatur oleh regulator tegangan untuk digunakan mengisi baterai penyimpan dan menyalurkan tegangan ke switch selektor untuk siap menggerakkan motor listrik (motor pompa air)

   Pengujian yang dilakukan di tahapan ini, dengan melakukan pengukuran tegangan dan arus, yang dihasilkan photovoltaic dan regulator tegangan, sehingga siap untuk digunakan melakukan penyimpanan energi di bateri dan menggerakkan motor-motor listrik

2. Perancangan sistem komparator

   Pada tahapan ini dilakukan perancangan rangkaian sensor dan komparator yang berfungsi membandingkan energi yang siap digunakan didalam sistem elektrik hybrid ini, apabila keadaan energi yang dihasilkan dari photovoltaic siap untuk menggerakkan motor-motor listrik maka selektor akan mengarahkan hubungan sumber energi ke motor-motor listrik,

apabila energi dari photovoltaic tidak siap, maka sumber dari generator yang akan disalurkan, sehingga di sistem ini terjadi efisien penggunaan sumber energi. Pengujian yang dilakukan di tahapan ini, dengan melakukan pengukuran pada sensor dan fungsi komparator sebagai pembanding tenaga yang siap untuk disalurkan, dan penghitungan efisien pemakaian tenaga dari sumber listrik generator dan photovoltaic yang dihasilkan perharinya.

3. Perancangan sistem kontroler

   Pada tahapan ini dilakukan perancangan rangkaian kontroler yang akan mengendalikan sistem didalam melakukan pemilihan sumber-sumber tenaga yang akan digunakan untuk terciptanya efisien pemakaian tenaga dari sumber-sumber yang digunakan

   Pengujian yang dilakukan di tahapan ini, dengan melakukan pengujian keberhasilan kontroler untuk mengendalikan swicth / selektor, sesuai dengan ketentuan yang diinginkan (sumber tenaga dari photovoltaic lebih diutamakan).

4. Perancangan sistem inverter penggerak motor-motor listrik

   Pada tahapan ini dilakukan perancangan rangkaian inverter, yang berfungsi untuk mengubah sumber-sumber tenaga Direct Current (DC) yang dihasilkan dari sistem, menjadi sumber Alternate Current (AC), untuk siap menggerakan motor-motor yang digunakan

   Pengujian yang dilakukan di tahapan ini, dengan melakukan pengukuran inputan dan keluaran tegangan inverter, yang menjadi sumber tenaga dalam menggerakkan motor-motor yang digunakan

Langkah-langkah perancangan teknologi PV adalah sebagai berikut (perhitungan pendekatan):

1. Mencari total beban pemakaian per hari. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

   $$Beban\ pemakaian\ (Wh) = Daya \times Lama\ pemakaian \quad \text{.....(1)}$$

2. Menentukan ukuran kapasitas modul surya yang sesuai dengan beban pemakaian. Rumus yang digunakan adalah:

   $$\text{Kapasitas modul surya} = \frac{\text{Total beban pemakaian harian}}{\text{Insolasi surya harian}} \quad \text{.....(2)}$$

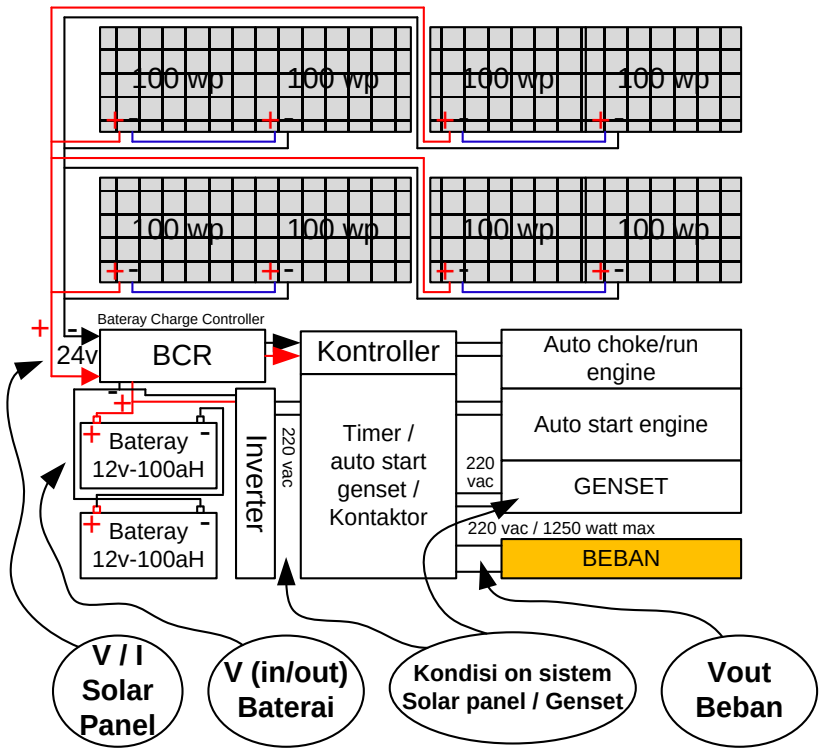
3. Menentukan kapasitas baterai/aki. Rumus yang digunakan adalah

   $$\text{Kapasitas baterai (Ah)} = \frac{\text{Total kebutuhan energi harian}}{\text{Tegangan sistem}} \quad \text{.....(3)}$$

e-ISBN: 978-602-450-211-9
p-ISBN: 978-602-450-210-2

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan perancangan, maka dilakukan pengukuran dan pengujian dengan melakukan pemasangan peralatan dan melakukan koneksi peralatan seperti pada gambar 6. Untuk mengetahui daya yang dapat digunakan dari sistem dan daya yang dibuthkan pompa dilakukan pengukuran tegangan dan arus sewaktu melakukan pemompaan air dengan hasil seperti pada tabel 1.



Gambar 6. Koneksi pengujian peralatan dan pengukuran

Tabel 1. Pengukuran tegangan, dan kondisi on sistem

No	Jam Pengukuran	Solar Panel		Baterai		Mode Sistem		Vout (V)	Beban (watt)
		V (V)	I (A)	V (V)	I (In/out) (A)	Solar Panel	Genset		
1	12.00	39,13	3,43	27.23	3,39 in	off	on	223,4	604,5
2	13.00	39,27	3,01	27,28	2,89 in	off	on	221	660,5
3	14.00	39,05	2,16	27,21	2,05 in	off	on	221,5	660
4	15.00	39,23	0,22	26,35	0,21 in	off	on	221,7	586
5	16.00	0	0	24,67	27,5 out	on	off	209,8	536
6	17.00	0	0	24,10	28,5 out	on	off	210	534
7	18.00	0	0	23	28 out	on	off	210,4	537
8	19.00	0	0	22	0	on	off	0	0

Pengukuran dilakukan di lapangan terbuka untuk mendapatkan sinar matahari penuh, dengan menyalakan sistem sesuai dengan modenya, kalau mode otomatis maka, sewaktu ada sinar matahari yang terkonversi energi listriknya (tegangan dan arus), maka mode sistem akan menjalankan genset secara otomatis dan energi listrik dari genset akan langsung dialirkan ke beban, energi listrik hasil konversi dari solar panel disimpan didalam baterai.

Dari pengukuran diatas, dapat diketahui, sistem dapat berfungsi sesuai dengan mode yang direncanakan, mode otomatis (genset menyala, sewaktu ada sinar matahari, dan genset mati sewaktu energi matahari (tegangan solar panel lebih kecil dari tegangan baterai 24 volt)), dan sistem menggunakan energi dari baterai. Baterai akan mensupply energi ke beban kurang lebih 2 jam, dengan variasi beban 536 watt hingga 537 watt

KESIMPULAN

Disimpulkan, sistem dapat berfungsi secara hybrid, energi listrik dari genset dan energi surya, yang dapat berfungsi secara otomatis pengisian energi ke baterai dan mensuplai beban, dengan waktu kerja kurang lebih 2 jam, dan daya yang dapat digunakan berkisar 536 hingga 537 watt, sesuai dengan kinerja batery 100 Ah, 12 volt dipasang seri, menghasilkan tegangan 24 volt 100Ah. Sistem akan benar-benar berhenti apabila, tegangan baterai lebih kecil dari 22 volt (tegangan baterai terdalam), dan tidak ada energi surya yang didapatkan

FOTO PERALATAN





UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih pada Kemenristek DIKTI, atas bantuan pendanaan penelitian, dan institusi Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang memberikan dorongan dan bantuan sarana hingga terselesaikannya penelitian ini

e-ISBN: 978-602-450-211-9
p-ISBN: 978-602-450-210-2

DAFTAR PUSTAKA

Hasnawiya Hasan, *"Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi"*, Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK) Volume 10, Nomor 2, Juli - Desember 2012

Angelina Evelyn T, Andrew Joewono, *"Sumber Energi Listrik Dengan Sistem Hybrid (Solar Panel Dan Jaringan Listrik PLN)"*, Jurnal Widya Teknik, Volume 10, No.1, April 2011

LEMIGAS, 2012 http://www.lemigas.esdm.go.id/id/prdkpenelitian-264-.html diakses 9 April 2013.

DESDM (2007), *PLN Targetkan Pemakaian Energi Listrik Terbarukan 10 %*, Jakarta. diakses tanggal : 13/01/2009 21:09 dari DESDM (2007). http://www.esdm.go.id/berita/listrik/39-listrik/129-pln-targetkan-pemakaian-energi-listrik-terbarukan-10.html