

## SISTEM PENYEDIA DAYA LISTRIK SECARA OTOMATIS MENGUNAKAN INVERTER 12 VDC MENJADI 220 VAC

Ibrahim Nawawi<sup>1)</sup>, Agung Trihasto<sup>2)</sup>

<sup>1,2</sup>Fakultas Teknik, Universitas Tidar

email<sup>1</sup>: ibrahim\_nw@untidar.ac.id

email<sup>2</sup>: agungtrihasto@untidar.ac.id

### ABSTRAK

PT PLN (Persero) sebagai pihak penyedia dan pendistribusi listrik sampai saat ini masih belum mampu menyediakan listrik secara nasional, sehingga melakukan pemadaman listrik secara bergantian sebagai upaya pembagian secara merata. Penelitian ini merupakan salah satu upaya untuk menyiapkan Sistem penyedia daya listrik secara otomatis menggunakan inverter yang mengubah tegangan 12VDC menjadi tegangan 220VAC. Metode pengkonversian inverter menggunakan frekuensi tinggi dengan menggunakan trafo berbahan ferit, otomatisasi sistem menggunakan relai dengan tegangan operasi 220 volt. Relai mempunyai 8 pin yang terdiri dari 3 pasang pin untuk saklar *Normally Open* dan *Normally Close* serta 2 pin untuk lilitan. Baterai yang digunakan merupakan baterai kering dengan spesifikasi 12V/60 AH dan 12V/75 AH.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah tegangan baterai 12 VDC berhasil dikonversi oleh inverter menjadi tegangan 225,5 VDC. Bentuk tegangan hasil konversi berupa gelombang sinus modifikasi. Akibat mengalirnya aliran listrik dari PLN menyebabkan lilitan kawat pada relai menghasilkan medan magnet. Munculnya medan magnet ini dapat menarik saklar magnetis relai sehingga membuka dan menutup saklar *Normally Open* dan *Normally Close*.

Daya yang dihasilkan untuk baterai 12V/60 AH sebesar 576 Watt sedangkan untuk baterai 12V/75 AH sebesar 720 Watt. Konsumsi rerata daya pemakaian inverter mencapai 88%. Rerata efisiensi daya inverter pada beban-beban linier mencapai 99,13% sedangkan pada beban-beban non linier 98%.

Kata kunci: Baterai daya listrik, inverter sinus modifikasi.

### ABSTRACT

PT PLN (Persero) as the provider and distributor of electricity until now has not been able to provide electricity nationally, so that the electricity blackouts alternately as an effort to distribute evenly. This research is one of the efforts to prepare an electric power supply system automatically using an inverter which converts 12VDC voltage into 220VAC voltage. The inverter conversion method uses high frequency using ferrite transformer, the system automation uses a relay with an operating voltage of 220 volts. The relay has 8 pins which consist of 3 pairs of pins for the *Normally Open* and *Normally Close* switches and 2 pins for winding.

The battery used is a dry battery with specifications of 12V / 60 AH and 12V / 75 AH.

The results obtained from this study were that the 12 VDC battery voltage was successfully converted by the inverter into a 225.5 VDC voltage. The shape of the voltage that results from the conversion is a modified sine wave. As a result of the flow of electricity from the PLN causing winding of the wire in the relay produces a magnetic field. The appearance of this magnetic field can pull the relay magnetic switch so that it opens and closes the *Normally Open* and *Normally Close* switches.

The power generated for 12V / 60 AH batteries is 576 Watt while for 12V / 75 AH batteries is 720 Watt. The average power consumption of the inverter usage reaches 88%. The average inverter power efficiency at linear loads reached 99.13% while at non-linear loads 98%.

Keywords: Electric power battery, modified sine inverter

## PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan teknologi yang semakin pesat menyebabkan kebutuhan masyarakat terhadap energi listrik terus mengalami kenaikan. Di sisi lain PT PLN (Persero) sebagai pihak yang bertanggung jawab sebagai penyedia dan pendistribusi listrik nasional masih belum mampu menyediakan sumber energi tersebut secara menyeluruh, sehingga mengakibatkan melakukan pengaturan pemadaman listrik secara bergantian. Hal ini perlu dilakukan sebagai upaya pembagian listrik secara merata ketika terjadi kerusakan atau munculnya gangguan.

Dalam rangka mencari solusi untuk menjawab kebutuhan energi listrik yang semakin mahal dan sulit diperoleh dewasa ini diperlukan suatu inovasi yang dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif lain. Salah satu upaya solusi tersebut adalah menjadikan sumber energi yang berasal dari baterai yang awalnya merupakan tegangan DC dikonversi menjadi tegangan AC. Perangkat untuk mengkonversi tegangan DC menjadi tegangan AC adalah inverter. Fungsi inverter adalah mengkonversi tegangan masukan DC menjadi tegangan keluaran AC dengan nilai frekuensi yang dapat diubah-ubah (Rashid, 1993). Inverter merupakan rangkaian elektronika yang dapat dimanfaatkan pada rumah tinggal atau perkantoran atau bangunan lain, sehingga jika terjadi pemadaman dari PLN tidak perlu repot mencari lilin. Inverter ini dapat dimanfaatkan tidak hanya untuk menyuplai penerangan tetapi juga perangkat lain diantaranya adalah komputer, kipas angin, kulkas, TV dan lain-lain sehingga orang dapat melanjutkan kegiatan seperti biasanya, dengan catatan selama persediaan arus listrik pada baterai masih tersedia. Rangkaian inverter dengan mudah dapat ditemukan dipasaran. Inverter memiliki keluaran daya yang bervariasi. Dengan mengetahui tegangan masukan pada inverter maka beban keluaran inverter dapat dikendalikan secara otomatis. (Mujiman, 2008)

Pada perkembangan selanjutnya disamping inverter bermanfaat sebagai penyedia energi listrik cadangan pada kendaraan bermotor maupun di rumah ketika aliran listrik padam, saat ini inverter merupakan rangkaian elektronika yang penting dalam mengkonversi energi listrik dari sumber energi terbarukan yaitu energi listrik dari matahari, angin ataupun sumber energi lain menjadi energi listrik yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan kehidupan sehari-hari. Penggunaan inverter banyak dimanfaatkan pada

perangkat rumah tangga yang membutuhkan energi listrik, komputer di perkantoran, peralatan pertukangan, industri, sistem suplai energi listrik pada daerah-daerah terpencil serta berbagai barang elektronik lainnya. Memperhatikan permasalahan pengaturan pemadaman listrik dari PLN yang dapat mengganggu kegiatan sehari-hari di perkantoran, perumahan, pertokoan, industri kecil dan lain sebagainya khususnya pada kebutuhan energi listrik untuk menghidupkan perangkat elektronika, maka sangat diperlukan suplai energi listrik cadangan sebagai pengganti sementara suplai listrik dari PLN jika terjadi gangguan atau pemadaman. Tujuan penelitian ini adalah menyediakan sistem penyedia listrik yang dapat mengkonversi tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik; mengembangkan teknologi konversi energi melalui pemanfaatan sumber energi alternative, dan diperolehnya suatu perangkat sederhana dengan unjuk kerja yang andal dan praktis untuk digunakan pada kebutuhan perkantoran, rumah tangga, industri kecil, pertokoan dan lain sebagainya.

## METODE

### 1. Bahan dan Peralatan yang digunakan

Penelitian yang dilakukan menggunakan beberapa bahan dan peralatan diantaranya adalah:

- Dua buah baterai kering dengan spesifikasi 12V/60AH dan 12V/75AH  
Dua baterai ini digunakan secara bergantian dan juga secara serial. Baterai-baterai ini berfungsi untuk menyediakan sumber tegangan DC sebesar 12 volt yang dimanfaatkan sebagai tegangan sumber/masukan.
- Rangkaian Inverter yang digunakan adalah jenis modifikasi gelombang sinus dengan kapasitas daya keluaran sebesar 1000 Watt. Inverter ini menggunakan metode pengkonversian frekuensi tinggi dengan menggunakan trafo berbahan ferit. Sewaktu inverter beroperasi pada modul inversi, gelombang output dikonversi menjadi gelombang sinus modifikasi yang serupa dengan gelombang sinus. Rangkaian inverter ini dilengkapi dengan pengamanan arus lebih yang diakibatkan beban berlebih sehingga inverter dan perangkat elektronik lainnya dapat aman. Disamping itu Sistem pengisian baterai pada inverter dilakukan secara otomatis. Ketika baterai sudah terisi penuh sesuai dengan arus dan tegangan nominalnya maka relai yang ada pada rangkaian pengisi

akan terputus.

- c. Rangkaian ATS (*Automatic Transfer Switch*). Komponen utama ATS berupa Relai dengan tegangan kerja 220 volt. Relai mempunyai 8 pin yang terdiri dari 3 pasang pin untuk saklar Normally Open dan 3 pasang pin untuk saklar Normally Close dan sepasang pin untuk terminal lilitan.
- d. Voltmeter sebagai alat ukur tegangan
- e. Amperemeter sebagai alat ukur arus
- f. Osiloskop untuk menentukan amplitude dan besar frekuensi.
- g. Beban-beban linier dan non-linier.

## 2. Menentukan Kapasitas Daya Inverter

Kapasitas daya inverter sebelum digunakan harus ditentukan terlebih dahulu. Namun sebelum menentukan kapasitas daya tersebut perlu ditentukan pula kapasitas baterai, menghitung kemampuan daya inverter dan jenis-jenis beban inverter yang digunakan.

### a. Menentukan kapasitas baterai.

Dalam menentukan kapasitas baterai perlu melakukan hal-hal sebagai berikut:

- Perhitungan berapa lama baterai dapat digunakan untuk mem-*backup* beban. Pada penelitian ini baterai yang digunakan mempunyai spesifikasi 12V/60AH dan 12V/75AH. Dengan menggunakan rumus  $P = V \cdot I$ , dengan P adalah daya dalam watt, V adalah tegangan dalam volt dan I adalah arus dalam amper. maka diperoleh waktu lama pemakaian untuk baterai 12V/60AH diperoleh besar arus 5 ampere dan waktu pemakaian 12 jam. Dengan asumsi diefisiensi baterai 20% maka diperoleh lama pemakaian baterai 9,6 Jam. Dengan rumus yang sama dapat diperoleh juga waktu pemakaian untuk baterai 12V/75AH.
- Perhitungan Waktu Pengisian baterai. Hal-hal yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:
  1. banyaknya baterai yang akan diisi ulang.
  2. kapasitas baterai.
  3. tegangan baterai 12 Volt.
  4. waktu pengisian.
  5. tambahkan 20% untuk diefisiensi baterai.

### b. Menghitung Kapasitas Daya Inverter

Dalam menentukan kapasitas daya inverter yang akan digunakan, ada hal lain yang perlu

diperhatikan yaitu menentukan eifisiensi daya inverter. Sedangkan untuk menentukan kebutuhan listrik cadangan ditentukan oleh dua hal yaitu menentukan tipe dan besar daya inverter dan menentukan waktu back up baterai.

### c. Menentukan rangkaian ATS

Komponen utama rangkaian ATS berupa relai dengan tegangan operasi 220 volt . Relai mempunyai 8 pin yang terdiri dari 3 pasang pin untuk saklar *Normally Open* dan *Normally Close* serta 2 pin untuk lilitan. Mengalirnya aliran listrik dari PLN menyebabkan lilitan kawat pada relai menghasilkan medan magnet. munculnya medan magnet ini mengakibatkan dapat menarik saklar magnetis relai sehingga membuka dan menutup saklar *Normally Open* dan *Normally Close*.

## HASIL

### 1. Pengambilan data

Pengambilan data pada penelitian dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian elektronika yang digunakan bisa beroperasi sesuai harapan. Disamping itu juga digunakan untuk mengetahui keandalan peralatan yang diuji. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan pada bagian inverter, bagian sistem otomatisasi dan pengujian sistem secara menyeluruh dengan menambahkan beberapa beban. Beban yang dimaksud berupa beban linier dan non-linier.

Dengan melakukan pengujian-pengujian tersebut diatas, diharapkan munculnya kemungkinan kkesalahan atau kelemahan yang ditemukan pada tiap-tiap bagian rangkaian dapat diketahui lebih pasti. Sedangkan pengambilan data secara keseluruhan bertujuan untuk membandingkan hasil perhitungan dan hasil pengukuran dengan standar kerja komponen yang terdapat pada *datasheet*.

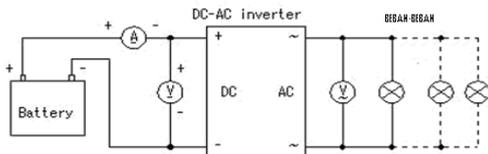
Pengambilan data penelitian ini dilakukan di rumah tinggal dan di laboratorium Teknik elektro. Alat yang dipergunakan dalam pengambilan data meliputi:

- 1) Multimeter analog HELES SP.38D
- 2) Multimeter digital FLUKE 87
- 3) Rangkaian inverter dan ATS
- 4) Accu/Baterai kering dengan kapasitas 12V/60AH dan 12V/75AH
- 5) Beban yang digunakan berupa:
  - Lampu dengan ukuran 5W, 10W, 15W, 25W, 60W, 75W dan 100W;
  - kipas angin dengan daya 60W;
  - Seterika listrik dengan daya 350W;
  - Televisi LCD 32 inchi;
  - *Personal Computer*;

- Kompor listrik dengan daya 600W
- 6) Kabel listrik
- 7) Stop kontak

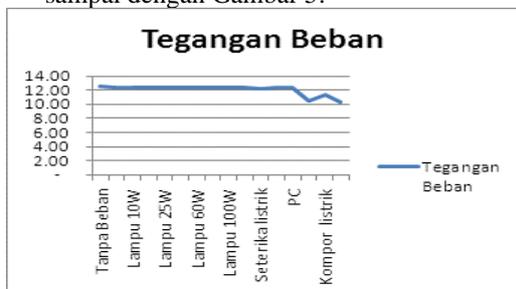
## 2. Pengukuran

Dalam pengukuran ini digunakan beban berupa 7 buah lampu, satu kipas angin, satu seterika listrik, Televisi LCD 32 inchi, satu unit *personal computer* dan kompor listrik, baterai kering 12V/60 AH dan 12V/75 AH. Rangkaian pemasangan alat ukur, inverter dan beban-beban pada pengukuran ini dapat dilihat pada Gambar 1.

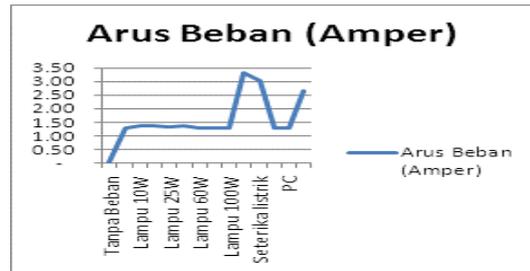


Gambar 1. Skematik pengukuran lengkap

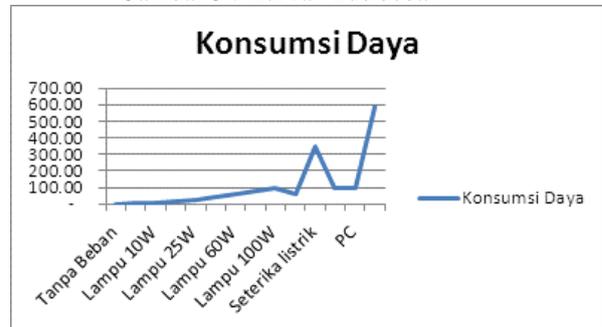
Dari pengukuran yang dilakukan secara umum diperoleh hasil bahwa nilai tegangan masukan dan nilai arus masukan yang berasal dari baterai dan besar tegangan keluaran inverter akan mengalami fluktuasi sesuai dengan besar dan kecilnya beban-beban yang terpasang. Tegangan keluaran inverter akan mengalami penurunan jika beban yang terpasang terlalu besar hal ini terjadi karena konsumsi arus beban yang besar akan berpengaruh pada nilai tegangan tersebut. Dengan mengasumsikan terlebih dahulu bahwa besar hambatan pada setiap lampu beban tidak mengalami perubahan, maka konsumsi arus pada beban dapat ditentukan. Berikut ditampilkan kurva-kurva hasil pengukuran yang ditunjukkan pada Gambar 2 sampai dengan Gambar 5:



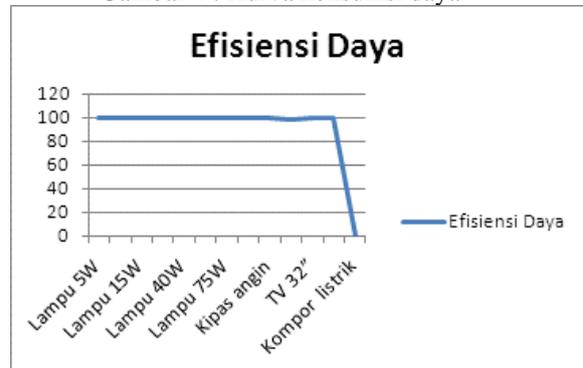
Gambar 2 : Kurva tegangan pada beban



Gambar 3 : Kurva Arus beban



Gambar 4 : Kurva konsumsi daya



Gambar 5 : Kurva efisiensi daya

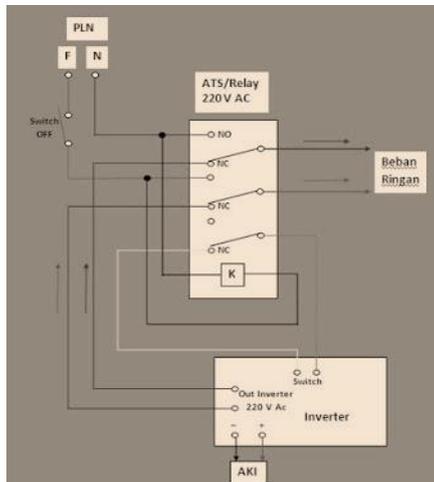
## 3. Perhitungan Daya Maksimum

Perhitungan daya maksimum inverter dilakukan sebagai berikut:

- Diketahui kapasitas baterai 12V/60AH. Maka daya ideal inverter yang diperoleh sebesar 720W. Jika diasumsikan baterai mengalami disefisiensi sebesar 20%, Maka daya maksimum inverter menjadi 576W. Dari perhitungan tersebut maka diperoleh efisiensi daya inverter sebesar 80%.
- Diketahui kapasitas baterai 12V/ 75AH. Maka daya ideal inverter yang diperoleh sebesar 900W. Jika diasumsikan baterai mengalami disefisiensi sebesar 20%, Maka daya maksimum inverter menjadi 720W. Dari perhitungan tersebut maka diperoleh efisiensi daya inverter sebesar 80%.

#### 4. Rangkaian ATS

Gambar 6 menunjukkan skema rangkaian ATS kondisi OFF. Beban dialiri arus listrik dari inverter sedangkan aliran dari PLN kondisi mati atau saklar ke PLN dalam kondisi terbuka.



Gambar 6 :Rangkaian ATS

#### SIMPULAN

Setelah dilakukan pengambilan data melalui pengukuran dan pengujian, maka penelitian ini memperoleh beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Tegangan keluaran inverter tanpa beban terukur 225,5 VAC artinya target capaian tegangan 220VAC tidak tercapai, hal ini dapat terjadi karena komponen-komponen elektronika yang digunakan toleransinya masih terlalu besar;
2. Tegangan keluaran mengalami penurunan sebesar rata-rata 1 volt untuk beban lampu 5W – 100 Watt, kipas angin, TV 32 inchi, dan seterika listrik;
3. Untuk beban berupa kompor listrik 600 W tegangan keluaran mengalami penurunan sebesar 2 volt sehingga mengakibatkan inverter tidak dapat bekerja secara optimal;
4. besar tegangan minimum yang harus dimiliki baterai pada inverter untuk menyalakan beban minimum 10 volt;
5. Lama pemakaian baterai ditentukan oleh besarnya arus baterai yaitu nilai Amper per hour (AH) pada baterai dan ditentukan juga oleh besarnya daya beban yang terpasang.
6. Daya maksimum inverter dengan baterai yang tersedia sebesar 80%;
7. Efisiensi konsumsi daya mencapai lebih dari 90%.
8. mengalirnya aliran listrik dari PLN

menyebabkan lilitan kawat pada relai menghasilkan medan magnet. Munculnya medan magnet menarik saklar magnetis relai sehingga membuka dan menutup saklar *Normally Open* dan *Normally Close*, kondisi tersebut berarti Sistem otomatis dapat beroperasi secara benar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Blocher, R. 2004. *Dasar-dasar Elektronika*. Pustaka ANDI. Yogyakarta.
- [2] Ezekoye, B.A. 2007. *Characterizations and Performance of a Solid-State Inverter and its applications in Photovoltaics*. J.PSJT.8(1):4-11
- [3] Fadhli, MR. 2010. *Rancang Bangun Inverter 12 VDC ke 220 VAC dengan frekuensi 50 Hz dan Gelombang keluaran Sinusoidal*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- [4] Mujiman. 2008. *Inverter dengan Pengontrol Beban Otomatis*. Akprind. Yogyakarta.
- [5] Rashid, M. 1998. *Power Electronics*, 2th ed. New York Prentice-Hall International Inc.
- [6] Rodriguez, J. 2002. *Multi Level Inverter: a Survey of Topologis, Control and application*. J.IEEE.49(4):724-738.
- [7] Sukmawidjaya, M. 2006. *Eliminasi Harmonik Guna Perbaikan Bentuk Gelombang Keluaran Tegangan Inverter*. JETri, 6(1):9-32.
- [8] Sen, PC. 1990. *Power Electronics*. New Delhi. Tata McGrawhill Publishing Company Limited.