

Implementasi *grid tie inverter* pada pembangkit listrik tenaga surya *on grid* untuk golongan pelanggan rumah tangga masyarakat perkotaan

Herwandi¹, Mohammad Luqman², Donny Radianto³

e-mail: herwandi@polinema.ac.id, muh.luqman@polinema.ac.id, donny.radianto@polinema.ac.id

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 10 Maret 2021

Direvisi 13 April 2021

Diterbitkan 29 April 2021

Kata kunci:

PLTS,
Sistem On Grid,
ATS

Keywords:

PLTS,
On Grid System,
ATS

ABSTRAK

Terbatasnya energi fosil di Indonesia menyebabkan adanya pengembangan energi baru terbarukan. Energi terbarukan merupakan energi non-fosil yang berasal dari alam. Pemanfaatan energi surya bisa dilakukan dengan membangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Perencanaan PLTS menggunakan sistem on grid, sistem masih terkoneksi dengan jaringan PLN. Sistem dimanfaatkan sebagai backup untuk aliran listrik. Sistem akan bekerja secara otomatis ketika aliran listrik PLN terputus dengan memanfaatkan panel ATS (*Automatic Transfer Switch*). Pembangkit listrik tenaga surya sistem on grid ini cocok diterapkan di perumahan dengan memanfaatkan atap sebagai ruang untuk menyerap energi matahari. Sistem ini jika dipasang bersamaan dengan PLN akan mengurangi pengeluaran biaya listrik. Penerapan sistem atau prinsip kerja PLTS *Grid Tie System* ini dapat dijalankan dengan sistem kelistrikan PLN. Dalam sistem ini, jaringan listrik PLN berperan sebagai penyalur atau penghubung arus listrik yang berasal dari panel surya yang dialirkan pada beban. Dengan begitu pada siang hari, penggunaan listrik dapat memanfaatkan energi listrik dari sinar matahari dan pada malam hari karena tidak ada sinar matahari menyebabkan tidak ada produksi listrik dari solar panel, maka dapat tetap menggunakan arus listrik yang berasal dari PLN.

Perencanaan dilakukan dengan pemilihan komponen PLTS, beban yang dibutuhkan 900Watt, lama waktu penyinaran efektif 10 jam/hari. kemudian melakukan perhitungan komponen PLTS, menentukan tata letak penempatan panel surya dan panel ATS (*Automatic Transfer Switch*) yang digunakan untuk membackup apabila jaringan listrik PLN terputus.

Dari hasil pengukuran arus, tegangan dan daya di dalam rumah pada jam 07.00 sampai dengan 17.00 pada waktu cuaca cerah, yaitu sebelum Grid Tie Inverter dihubungkan ke jala-jala dihasilkan daya rata-rata, P=606,105Watt dan setelah Grid Tie dihubungkan ke jala-jala, P=292,63 Watt. Jadi penghematan daya beban di rumah yang dihasilkan sebesar 52 % dalam satu hari.

ABSTRACT

Limited fossil energy in Indonesia has led to the development of new and renewable energy. Renewable energy is non-fossil energy that comes from nature. Utilization of solar energy can be done by building a Solar Power Plant (PLTS). PLTS planning uses an on-grid system, the system is still connected to the PLN network. The system is used as a backup for electricity. The system will work automatically when the flow of PLN electricity is cut off by utilizing an ATS (Automatic Transfer Switch) panel. This on-grid solar power plant system is

suitable for residential use by utilizing the roof as a space to absorb solar energy. This system if installed together with PLN will reduce expenditure of electricity costs. The application of the system or the working principle of the PLTS Grid Tie System can be run with the PLN electrical system. In this system, the PLN electricity network acts as a distributor or connector for the electricity that comes from the solar panels that are flowed to the load. That way during the day, the use of electricity can take advantage of electrical energy from the sun and at night because there is no sunlight it causes no electricity production from solar panels, it can still use the electric current that comes from PLN.

Planning is done by selecting the PLTS component, the load required is 900 Watt, the duration of effective irradiation is 10 hours / day. Then calculate the PLTS components, determine the layout of the placement of the solar panels and ATS (Automatic Transfer Switch) panels which are used to back up when the PLN electricity network is interrupted.

From the results of measuring currents, voltages and power in the house at 07.00 to 17.00 when the weather is clear, that is, before the Grid Tie Inverter is connected to the grid, the average power is generated, $P = 606.105$ Watt and after the Grid Tie is connected to the grid mesh, $P = 292.63$ Watts. So, the resulting load power savings at home is 52% in one day.

Penulis Korespondensi:

Herwandi,
Jurusan Teknik Elektro,
Politeknik Negeri Malang,
Jl. Soekarno-Hatta No. 9, Malang, Jawa Timur, Indonesia.
Email: herwandi@polinema.ac.id

1. PENDAHULUAN

Pada awal tahun 2017 ini, banyak masyarakat yang mengeluhkan tentang kebijakan pemerintah yaitu pemerintah akan mencabut subsidi listrik untuk golongan rumah tangga 900VA. Dengan diberlakukannya peraturan baru ini, masyarakat yang dirumahnya terpasang daya 900VA harus siap-siap untuk menambah biaya pengeluaran rekening listrik setiap bulannya. Setelah pencabutan subsidi tuntas pada Juni 2017, pembayaran bulan berikutnya pelanggan listrik 900 VA yang mengalami pencabutan subsidi akan menggunakan skema tarif perubahan, tarif tersebut akan berubah setiap bulan mengikuti tiga parameter, yaitu harga minyak mentah Indonesia, inflasi, dan kurs dolar Amerika Serikat.

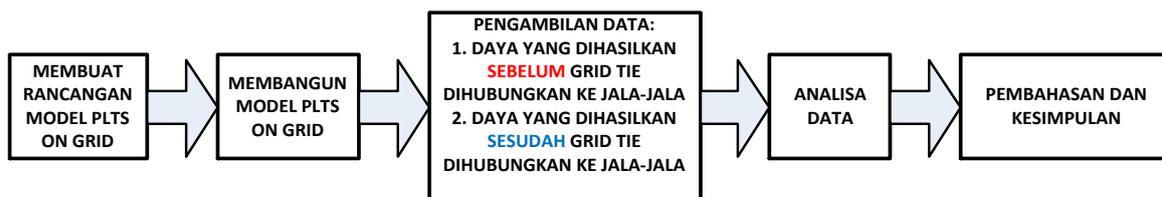
Untuk mengatasi masalah kenaikan tarif PLN tersebut, supaya tidak memberatkan masyarakat golongan rumah tangga, maka perlu dilakukan penelitian dengan judul: Implementasi Grid Tie Inverter Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya On Grid Untuk Golongan Pelanggan Rumah Tangga Masyarakat Perkotaan.

PLTS On Grid ini memanfaatkan sinar matahari dengan mengubah sinar tersebut menjadi energi listrik melalui *solar cell*. Saat ini pembangunan PLTS bukan hanya dalam skala besar tetapi banyak juga dibangun dalam skala kecil yaitu dibangun di rumah tinggal masyarakat baik di perkotaan maupun di pedesaan. Pemasangan PLTS on-grid pada rumah tinggal masyarakat khususnya masyarakat yang tinggal di perkotaan adalah salah satu cara yang mempunyai pengaruh sangat besar dalam membantu pencapaian target bauran energi nasional.

Pemakaian listrik masyarakat perkotaan sebagian besar hanya pada malam hari karena di siang hari mereka sibuk bekerja di luar rumah, maka pemanfaatan energi surya yang sangat melimpah di siang hari sehingga penggunaan sistem PLTS on-grid di skala rumah tinggal merupakan solusi terbaik

2. METODE PENELITIAN

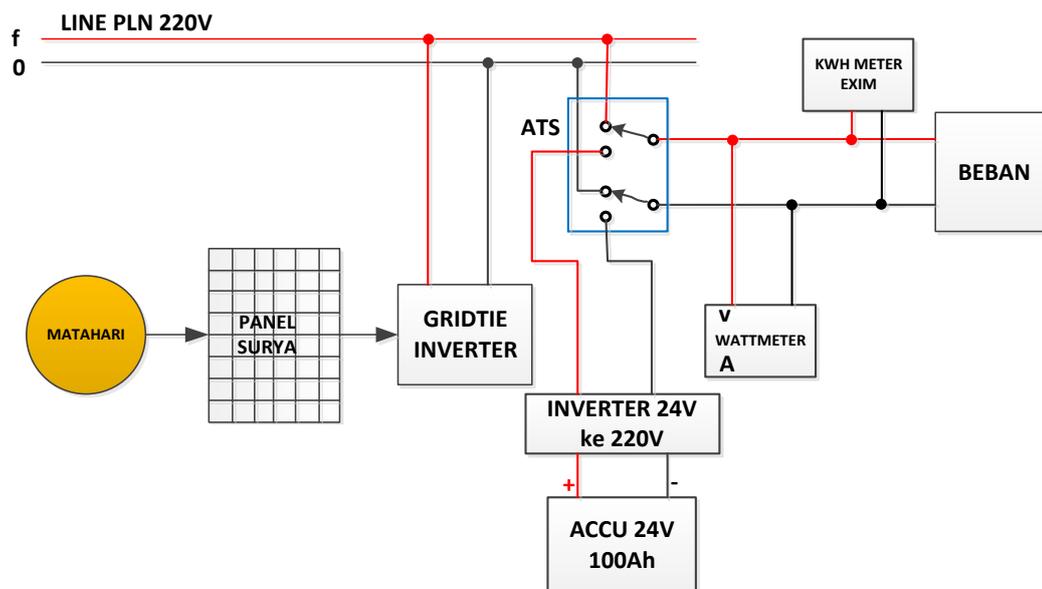
Penelitian ini akan membangun model PLTS on-grid untuk modul praktek dan juga bisa digunakan sebagai alat promosi kepada masyarakat tentang PLTS on-grid dalam skala rumah tinggal yang mempunyai nilai ekonomi. Sesuai dengan blok diagram pada Gambar 1, maka tahap penelitian adalah sebagai berikut: pertama, model PLTS on-grid akan dirancang tanpa menggunakan baterai.



Gambar 1. Blok diagram metode penelitian

2.1 Model PLTS On Grid

Model PLTS On Grid yang digunakan dalam penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sistem PLTS On Grid

Panel sel surya mengubah intensitas sinar matahari menjadi energi listrik. Panel sel surya menghasilkan arus yang digunakan untuk mengisi baterai. Panel sel surya terdiri dari *photovoltaic*, yang menghasilkan listrik dari intensitas cahaya, saat intensitas cahaya berkurang (berawan, hujan, mendung) arus listrik yang dihasilkan juga akan berkurang. Dengan menambah panel sel surya (memperluas) berarti menambah konversi tenaga surya. Umumnya panel sel surya dengan ukuran tertentu memberikan hasil tertentu pula. Daya yang dihasilkan oleh panel surya maksimum diukur dengan besaran *Wattpeak (Wp)*, yang konversinya terhadap *Watt-hour (Wh)* tergantung intensitas cahaya matahari yang mengenai permukaan panel. Masukan Grid Tie Inverter mendapat kan tegangan DC dari panel surya. Tegangan DC tersebut oleh Grid Tie inverter dirubah menjadi tegangan AC 220V dengan frekwensi 50Hz. Cara pemasangan Grid Tie inverter yaitu dihubungkan langsung dengan jala-jala PLN.

Adapun spesifikasi komponen PLTS On Grid dengan rincian sebagai berikut:

- Panel surya dengan daya yang dihasilkan 740Wp, tegangan DC 21,6 Volt dan Arus 5,55A
- Gridtie Inverter 1000Wp, 220V
- Auto Transfer Switch (ATS)

Cara kerja *Grid Tie Inverter*:

Sistem ini hanya dapat diaplikasikan untuk lokasi yang sudah dilayani oleh PLN. Dengan demikian kita memiliki 2 sumber energy untuk mensupply kebutuhan listrik di tempat kita yaitu dari PLN dan dari *solar cell*. Contoh Aplikasi: Andaikan kita memiliki daya 1000Watt dari PLN, dan kita memasang sistem *Grid Tie Solar Cell* sebesar 1000Watt, maka total daya yang kita miliki menjadi 2000Watt pada siang hari. system akan bekerja sbb: 1. Jika kita mengaktifkan beban di rumah kita sebesar 1000Watt pada siang hari maka seluruh kebutuhan energinya akan disupply dari *solar cell*, pada kondisi ini kita akan melihat bahwa Meter PLN akan berhenti (tidak berputar) 2. Jika kita mengaktifkan beban di rumah kita sebesar 1.500Watt pada siang hari, maka energy tersebut akan dipasok oleh *solar cell* sebesar 1000Watt dan sisanya akan dipasok oleh PLN sebesar 500Watt. Dalam kondisi ini energy dari PLN dibutuhkan untuk menutup defisit daya yang dibutuhkan. 3. Jika kita mengaktifkan beban dirumah kita sebesar 500Watt pada siang hari, maka energy tersebut akan dipasok oleh *solar cell* sebesar 1000watt, disini kita lihat ada kelebihan pasokan sebesar 500watt. Kemana

kelebihan ini akan disalurkan? Kelebihan ini akan disalurkan keluar rumah kita menuju jaringan PLN. Ini adalah kondisi dimana kita sedang menjual kelebihan energi yang dihasilkan oleh *solar cell* kita kepada PLN. 4. Jika kita mematikan seluruh beban dirumah kita pada siang hari, maka produksi listrik dari *solar cell* akan langsung disalurkan keluar rumah kita ke jaringan

Cara kerja *Automatic Transfer Switch (ATS)*

Pada waktu siang hari, beban mendapatkan supply dari PLN dan Grid Tie Inverter. Sedangkan untuk malam hari, beban mendapatkan tegangan dari PLN saja. Apabila terjadi pemadaman listrik, maka ATS bekerja secara otomatis menghubungkan beban dengan keluaran inverter 220V. Bila aliran listrik PLN sudah menyala, maka ATS secara otomatis menghubungkan lagi beban dengan PLN dan Grid Tie Inverter.

2.2 Pengujian Tegangan Output Grid Tie Inverter Tanpa Beban

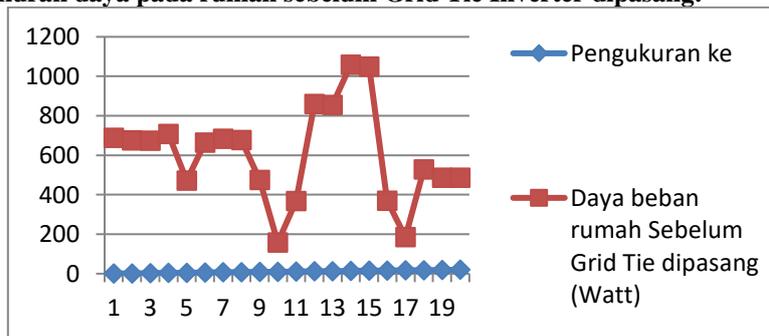
Pengujian ini menggunakan multimeter untuk mengetahui besar tegangan output inverter. Pengujian ini menggunakan multimeter untuk mengetahui besar tegangan keluaran Grid Tie inverter. Hasil yang didapat setelah melakukan pengujian tersebut sebagai berikut:

Tabel 1. Data hasil pengujian Grid Tie Inverter (pengukuran saat cuaca cerah)

Waktu	Pengukuran ke-	Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Daya beban rumah sebelum Grid Tie dipasang (watt)	Daya Grid Tie Inverter (watt)	Daya beban rumah sesudah Grid Tie dipasang (watt)
07.00-09.00	1	223	4,37	688,4	367,9	320,5
	2	222	4,29	675,6	367,9	307,7
	3	223	4,23	674,0	367,9	306,1
	4	222	4,69	707,4	367,9	339,5
09.00-11.00	5	225	2,15	471,6	369,7	101,9
	6	224	3,98	664,4	369,7	294,7
	7	224	4,20	683,2	369,7	313,5
	8	224	4,15	677,9	369,7	308,2
11.00-13.00	9	225	2,19	475,6	369,7	105,9
	10	226	0,85	157,6	367,9	210,3
	11	225	3,43	367,9	185,0	182,9
	12	227	3,84	860,0	475,6	384,4
13.00-15.00	13	226	5,71	855,5	367,9	487,6
	14	225	5,64	1059	367,9	691,1
	15	225	5,64	1049	185,0	679,3
	16	228	3,19	369,7	185	184,7
15.00-17.00	17	229	1,07	185,0	157,6	27,4
	18	228	2,40	529,0	157,6	371,4
	19	229	2,20	485,6	157,6	328
	20	228	2,20	485,7	157,6	328,1
Total				12122,1	6269,5	5852,6
Rata-rata				606,105		292,63

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

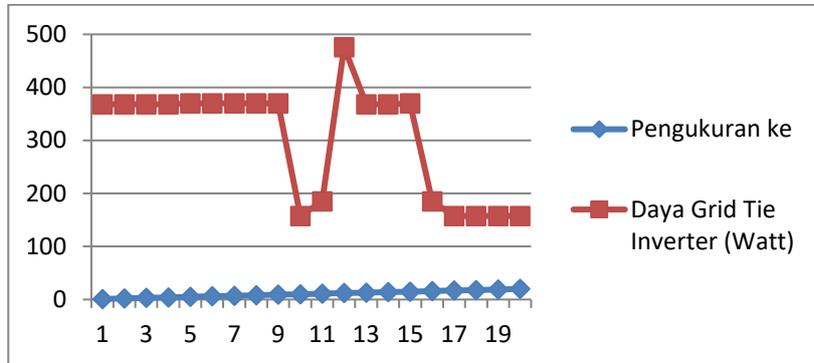
3.1. Hasil pengukuran daya pada rumah sebelum Grid Tie Inverter dipasang.



Gambar 3. Grafik pengukuran daya rumah sebelum Grid Tie dipasang

Pada gambar 3, sebelum Grid Tie dipasang, maka beban yang paling besar terbaca oleh watt meter yaitu 1100Watt. Daya ini merupakan jumlah daya dari peralatan elektronik waktu menyala semua yaitu kulkas, dispencer, seterika listrik, magic com, pompa air.

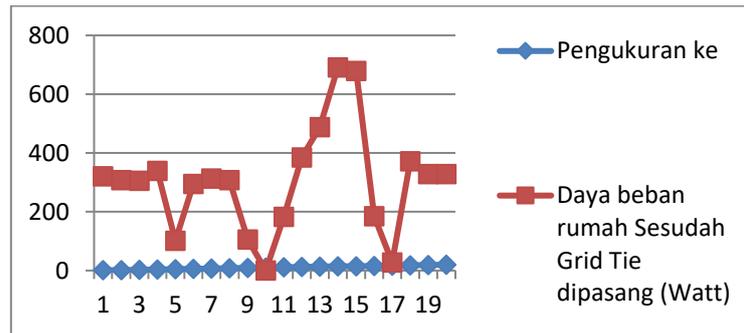
3.2. Hasil pengukuran daya keluaran Grid Tie Inverter.



Gambar 4. Grafik pengukuran daya keluaran Grid Tie Inverter

Pada gambar 4, merupakan hasil pengukuran keluaran Grid Tie Inverter sebelum dihubungkan dengan saluran PLN yang outputnya diukur dengan Wattmeter digital. Pada waktu siang hari, Grid Tie Inverter menghasilkan daya yang terbesar 490 Watt.

3.3. Hasil pengukuran daya pada rumah sesudah Grid Tie Inverter dipasang.



Gambar 5. Grafik pengukuran daya rumah sesudah Grid Tie dipasang

Pada gambar 5, sesudah Grid Tie dipasang, maka beban yang paling besar terbaca oleh watt meter yaitu 700Watt. Daya ini merupakan jumlah daya dari peralatan elektronik waktu menyala semua yaitu kulkas, dispencer, seterika listrik, magic com, pompa air.

Dari hasil pengujian pada tabel 1, diperoleh daya rata-rata selama satu hari sebelum Grid Tie inverter dihubungkan ke jala-jala PLN. Dari hasil pengujian pada tabel 1, diperoleh daya rata-rata selama satu hari sebelum Grid Tie inverter dihubungkan ke jala-jala PLN sebesar P= 606,105 Watt. Pada waktu Grid Tie Inverter dipasang, hal ini mengakibatkan terjadi penurunan daya atau penghematan daya pada beban. Untuk menghitung penghematan daya selama satu hari sebagai berikut:

$$Penghematan = \frac{\text{daya sebelum diberi Grid Tie Inverter} - \text{daya sesudah diberi Grid Tie Inverter}}{\text{daya sebelum diberi Grid Tie Inverter}} \times 100\%$$

$$Penghematan \text{ daya} = \frac{606,105 - 292,63}{606,105} \times 100\%$$

$$Penghematan \text{ daya} = 52\% (1 \text{ hari})$$

Jadi dengan dipasangnya Grid Tie Inverter pada jala-jala PLN, maka penghematan daya selama satu hari sebesar 52%. Penghematan daya ini bisa berpengaruh terhadap biaya tagihan rekening setiap bulannya. Bila cuaca mendung, maka penghematan daya akan semakin kecil dibawah 52%. Daya yang diukur merupakan daya pada beban sebelum dan sesudah Grid Tie dihubungkan dengan saluran PLN. Dengan demikian, PLTS On Grid ini sangat cocok untuk masyarakat perkotaan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka dapat disimpulkan sebagai berikut: dalam keadaan cuaca cerah, daya rata-rata pada beban rumah sebelum Grid Tie terpasang dengan interval waktu dari jam 07.00 sampai dengan 17.00 sebesar $P=606,105$ Watt. Dalam keadaan cuaca cerah, daya rata-rata pada beban rumah setelah Grid Tie terpasang dengan interval waktu dari jam 07.00 sampai dengan 17.00 sebesar $P=292,63$ Watt. Penghematan daya setelah Grid Tie dipasang ke saluran jala-jala PLN sebesar 52% dalam keadaan cuaca cerah. Dengan adanya PLTS On Grid, hal ini bisa memperkecil biaya rekening listrik setiap bulannya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Al-Showany, E., F., A., 2016, "The Impact Of The Environmental Condition On The Performance Of The Photovoltaic Cell", American Journal Of Energy engineering. Vol. 4, No. 1, 2016.
- [2] Anjaswari, Almasita, 2014, "Analisis Pola Metering Sistem Grid Connected PV Yang Disimulasikan Pada Beban Rumah Tangga Di Nusa Tenggara Barat", Jurusan Teknik Elektro, Universitas Mataram, NTB
- [3] Dewi, Ratna, 2015, "Dasar-dasar Rangkaian Listrik", Bandung.
- [4] Diputra, W., 2008, "Simulator Algoritma Pendeteksi Kerusakan Modul Surya Pada Rangkaian Modul Surya", Jurusan Teknik Elektro, Universitas Indonesia, Depok.
- [5] Hadiyanto, D. dan Tua, S., T., H., 2016, "Modul Komponen PLTS (Mendukung Diklat Teknis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Bagi Patriot Energi)", Jakarta Timur.
- [6] Nithyananthan, K., 2017, "Design And Development Of Automated Solar Panel Cleaner And Cooler", Institute Of Engineering and Technology, Nalgonda, Talangana State.
- [7] Setiawan, I, K., Agus, 2014, "Analisis Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Satu MWp Terinterkoneksi Jaringan di Kayubihi, Bangli", Jurusan Teknik Elektro, Universitas Udayana: Bali.
- [8] Setyabudi, Rudy, 2014, "Peningkatan Kinerja Grid Tie Inverter Pada Jaringan Listrik Mikro Saat Kondisi Islanding Dengan Penambahan Perangkat Uninterrupted Power Supply", Jurusan Teknik Elektro, Universitas Indonesia: Depok.
- [9] Sopian, Kamaruzzaman, 2007, "Performance of a Grid-Connection Photovoltaic System In Malaysia", Solar Energy Research institute, Universitas Teknologi MARA: Malaysia.
- [10] Suryanti, E., M., 2014, "Analisis Evaluasi Kinerja Sistem Potovoltaik On-Grid Pada pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Gili Terawangan", Jurusan Teknik Elektro, Universitas Mataram: NTB.
- [11] Wibisana, B., S., 2008, "Analisis Perbandingan Pembacaan kWh Meter Analog Dengan kWh Meter Digital Pada Ketidakseimbangan Beban", Jurusan Teknik Elektro, Universitas Indonesia: Depok.
- [12] Winasis, 2014, "Evaluasi Unjuk Kerja System Photovoltaic 12 kWp Pada Pembangkit Listrik Hibrida Surya – Angina Pantai Baru Bantul", Jurusan teknik Elektrodan Teknik Informasi, Universitas Gajah Mada: Yogyakarta.

6. BIOGRAFI PENULIS



HERWANDI, Lahir di kota Batu-Malang. Jenjang pendidikan Tinggi diawali dari alumni Politeknik Institut Teknologi Bandung (ITB) jurusan Teknik Elektronika. Studi lanjut pada jenjang pendidikan Tinggi S1 di Universitas Brawijaya Malang tahun 1995 pada Jurusan Teknik Elektro. Dan lulus jenjang post-graduate (S2) pada tahun 2010 pada Jurusan Teknik Elektro program Kontrol & Elektronika di Universitas Brawijaya Malang. Sejak tahun 1985 hingga sekarang aktif sebagai Dosen senior di Politeknik Negeri Malang pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika dan menjabat sebagai ketua Program Studi D3.