

## **ANALISIS RUMAH TEMPAT TINGGAL BERTENAGA SURYA DENGAN KONSEP DEMAND SIDE MANAJEMEN ENERGI**

**Trisna Fajar Prasetyo**  
**Universitas Bina Sarana Informatika**  
**(Naskah diterima: 1 September 2021, disetujui: 29 Oktober 2021)**

### *Abstract*

*This research is to find out that humans are very dependent on electrical energy so that the need for electrical energy is very high, so that alternative energy appears that is used to cover the needs of electrical energy. Solar energy as an alternative energy sourced from sunlight is quite widely used today. However, because solar energy is very dependent on the intensity of sunlight so that the power generated by solar energy will not be constant, so a demand side management concept is used which aims to save the use of electrical energy by regulating electrical equipment and non-priority. Researchers tested the demand side energy management system for solar-powered residential homes by calculating the energy not supplied value for each priority for one week. The results of this test obtained the average value of priority 1 ENS of 1.28%, priority 2 ENS of 14.54%, and priority 3 ENS of 21.82% and the sensor accuracy level of 97.90 for voltage sensors and 95, 45 for the current sensor.*

**Keywords:** Residential House, Solar Power, Demand Side, Energy Management

### **Abstrak**

Penelitian ini untuk mengetahui bahwa manusia sangat bergantung dengan energi listrik sehingga kebutuhan akan energi listrik sangat tinggi, sehingga muncul energi alternatif yang dimanfaatkan untuk menutupi kebutuhan dari energi listrik. Energi surya sebagai energi alternatif yang bersumber dari sinar matahari yang cukup banyak digunakan saat ini. Namun karena energi surya sangat bergantung dari intensitas sinar matahari sehingga daya yang dihasilkan energi surya akan tidak konstan, sehingga digunakanlah sebuah konsep demand side manajemen yang bertujuan menghemat penggunaan energi listrik dengan cara mengatur peralatan listrik dan yang bukan prioritas. Peneliti melakukan pengujian sistem demand side manajemen energi untuk rumah tempat tinggal bertenaga surya dengan cara menghitung nilai energy not supplied tiap prioritas selama satu minggu. Hasil dari pengujian ini didapat nilai rata-rata ENS prioritas 1 sebesar 1,28%, ENS prioritas 2 sebesar 14,54%, dan ENS prioritas 3 sebesar 21,82% dan tingkat akurasi sensor sebesar 97,90 untuk sensor tegangan dan 95,45 untuk sensor arus.

**Kata Kunci:** Rumah Tempat Tinggal, Tenaga Surya, Demand Side, Manajemen Energi

## I. PENDAHULUAN

**S**alah satu energi yang merupakan komponen utama dalam kehidupan umat manusia, Manusia pada zaman modern yang saat ini sangat bergantung dengan energi listrik karena hampir semua peralatan yang digunakan menggunakan listrik sebagai sumber dayanya.(Widayana, 2012) Namun seiring semakin tinggi penggunaan energi listrik, hal itu berbanding terbalik dengan ketersediaan sumbernya yang kebanyakan masih menggunakan bahan dari fosil (Hanjanto, 2008). Sehingga muncul ide menggunakan sumber daya alternatif lainnya yang bisa dimanfaatkan salah satunya dengan memanfaatkan energi surya (Hidayat et al., 2019).

Sebagai negara Indonesia yang merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam dan potensi energi alternatif. Salah satunya dengan memanfaatkan energi surya sebagai pembangkit listrik. Namun pembangkit listrik tenaga surya sangat bergantung dengan sinar matahari. Sehingga apabila daya listrik yang dihasilkan cukup kecil maka pengguna harus menghemat penggunaan energi (Hindarti & Ayuningtyas, 2020).

Dalam mengatasi masalah tersebut munculah sebuah konsep demand side mana-

jen yang bertujuan melakukan kegiatan yang dirancang untuk mengubah jumlah dan waktu penggunaan listrik di sisi pemakai termasuk didalamnya penggunaan peralatan hemat energi (Jabir et al., 2018);(Stavrakas & Flamos, 2020). Dalam penelitian ini akan dirancang sebuah sistem kontrol yang digunakan untuk mengatur load harian sesuai dengan tegangan yang didapat.

## II. KAJIAN TEORI

### 2.1 Persepsi kemudahan Wajib Pajak Orang Pribadi pada penerapan e-Filing

Semenjak pengkonversian energi matahari menjadi energi listrik sangat bergantung kepada panel surya yang digunakan. Semakin besar efisiensi yang dimiliki, semakin besar juga energi yang akan dihasilkan. Rumah tangga yang energi listriknya disuplai oleh hanya satu sumber energi dari panel surya perlu adanya sistem pengatur pada beban, supaya suplai energi listrik ke beban yang prioritas dapat tercukupi selama satu hari (Irwana et al., 2019). Berikut contoh penelitian yang berkaitan tentang pengatur suplai beban pada rumah tangga yang dapat dilihat pada tabel 2.1

**Tabel 2. 1 Penelitian yang sudah ada**

N O	Suplai	Metode	Kapasitas Panel Surya (Wattpeak)	Referensi
1	PLTS- PLN	Jaringan Saraf Tiruan	100	Kumilayly, 2019
2	PLTS- PLN	Switch Otomatis	30	Muhammad Rifqi, 2016
3	PLN	Switch Otomatis	-	Lutfiana Farah. 2019

## 2.1 Manajemen Energi

Kajian manajemen energi adalah suatu program yang direncanakan dan dilaksanakan secara sistematis untuk memanfaatkan energi secara efektif dan efisien dengan melakukan perencanaan, pencatatan, dan evaluasi secara kontinu tanpa mengurangi kualitas produksi dan pelayanan. Manajemen energi mencakup perencanaan dan pengoperasian unit konsumsi dan produksi yang berkaitan dengan energi untuk mengelola secara aktif usaha penghematan penggunaan energi dan penurunan biaya energi. Tujuan manajemen energi yaitu penghematan sumber daya, perlindungan iklim, dan penghematan biaya. Bagi konsumen, manajemen energi mempermudah untuk mendapatkan akses terhadap energi sesuai dengan apa dan kapan yang mereka butuhkan. Manajemen energi berkaitan dengan manajemen lingkungan, manajemen produksi, logistik, dan fung-

si yang berhubungan dengan bisnis lainnya (Yunanto et al., 2018).

Selama itu demand side manajemen adalah sebuah kegiatan yang dimaksudkan untuk mengendalikan pertumbuhan permintaan tenaga listrik dengan cara mengendalikan beban puncak, pembatasan sementara sambungan baru terutama didaerah krisis penyediaan tenaga listrik, (Asral et al., 2019) dan melakukan langkah-langkah efisiensi lain di sisi konsumen.(Bakhtiar & Tadjuddin, 2019).

## 2.2 Average Energy Not Supplied

AENS (Average Energy Not Supplied) merupakan jumlah rata-rata energi listrik yang tidak tersalurkan dalam suatu sistem distribusi tiap tuhan. Hal ini didefinisikan sebagai rasio dari total energi yang tidak diberikan untuk jumlah beban

$$AENS = \frac{\text{Energi total yang tak tersalurkan sistem}}{\text{Jumlah beban yang digunakan}} \quad (2.1)$$

Bagian dimana AENS dapat dikerucutkan menjadi indeks ENS (Energy Not Supplied) yang merupakan penjumlaha dari daya yang tidak tersuplai kepada pelanggan selama periode satu tahun. Ini didefinisikan sebagai penjumlahan energi tidak diberikan karena gangguan terhadap pasokan daya selama periode satu tahun (Hashemi-Dezaki et al., 2015)

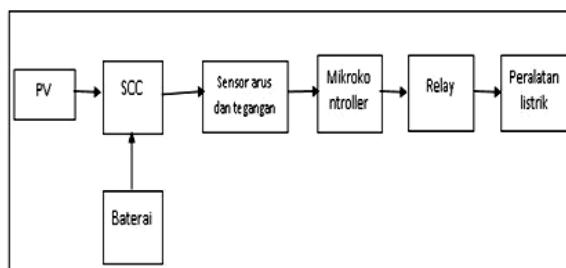
### III. METODE PENELITIAN

Pada bagian ini akan membahas mengenai prosedur penelitian yang sudah ada, untuk menyelesaikan masalah yang telah dipaparkan pada bagian pendahuluan. Penelitian ini akan menjawab mengenai model pengujian yang dapat digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi dari penggunaan demand side yaitu untuk mengendalikan pertumbuhan permintaan tenaga listrik dengan cara mengendalikan beban puncak. Tahap pertama dilakukan dengan metode pengujian melalui beberapa tahap yaitu: 1. Perancangan ide, 2. identifikasi masalah, 3. Pengumpulan data / bahan mengenai objek yang digunakan dalam perancangan ini, 4. Eksplorasi bentuk sistem demand side, 5. Hasil pengujian. Perancangan sistem ini dilakukan dengan cara mengidentifikasi masalah dan merumuskan masalah yang terjadi. Setelah itu, dilakukan pengujian terhadap sistem perancangan tersebut yang berhubungan dengan sistem dan beberapa model pendukung lainnya seperti blok diagram sistem dan design perangkat keras. Lalu setelah dilakukan pengujian penelitian kemudian peneliti memutuskan hasil pengujian selanjutnya peneliti melakukan penyusunan perancangan sistem yang dapat digunakan dalam penelitian, yaitu:

#### Perancangan Sistem

##### **3.1 Blok Diagram Sistem**

Selaras diagram blok sistem ini dengan masukan tegangan dari pv dan baterai lalu diproses sehingga menghasilkan keluaran sumber energi listrik. Berikut diagram blok sistem pada gambar 3.1



Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem

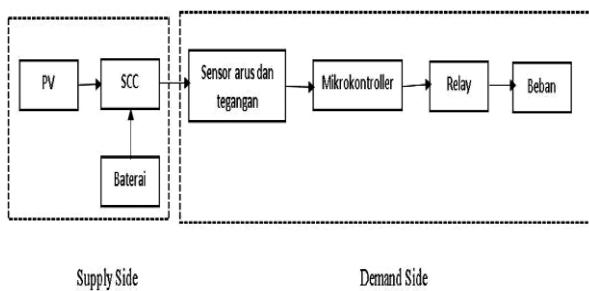
Sesuai diagram blok sistem pada gambar (3.1) adalah desain alat secara keseluruhan pada penelitian ini. Prinsip kerja dari diagram blok adalah peralatan listrik dengan daya yang berbeda-beda dihubungkan dengan relay untuk mengatur peralatan listrik agar pemakaian listrik menjadi efisien

##### **3.2 Desain Perangkat Keras**

Terhadap arsitektur perangkat keras ini menjelaskan tentang perangkat yang akan digunakan pada penelitian ini. Sumber daya utama yang digunakan pada penelitian ini adalah panel surya. Perangkat yang digunakan untuk menyimpan energi listrik adalah

baterai. Perangkat untuk pengisian baterai adalah solar charge controller.

Mikrokontroller yang digunakan adalah arduino uno, sensor tegangan untuk mengukur tegangan, sensor arus untuk mengukur arus, beban yang digunakan adalah lampu DC. Rancangan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.2



**Gambar 3. 2** Arsitektur perangkat keras

#### IV. HASIL PENELITIAN

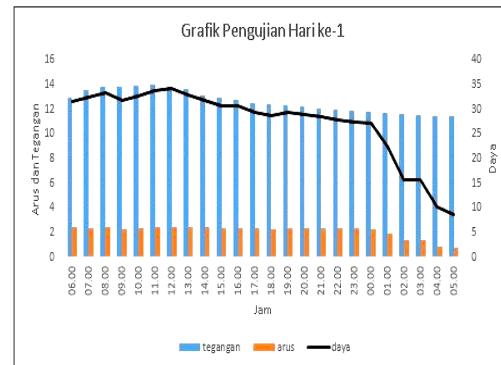
##### 4.1 Analisis Energy Not Supplied

Pada pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah sistem yang sudah dibuat sudah bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan selama 24 jam dan data diambil setiap 15 menit sekali.

Rumus untuk menghitung Energy not supplied adalah sebagai berikut

$$Energy\ Not\ Supplied = 100\% - \left( \frac{\text{total menit menyala}}{\text{Total menit 1 hari}} \times 100\% \right) \quad (4.1)$$

##### 4.1.1 Grafik Pengujian Hari ke-1



**Gambar 4. 1** Grafik pengujian hari ke-1

Pada Gambar 4.1 menunjukkan grafik dari pengujian sistem pada hari ke-1. Pada grafik dapat dilihat nilai daya turun pada pukul 02.00 dan 04.00 dikarenakan beban prioritas 2 dan 3 mati.

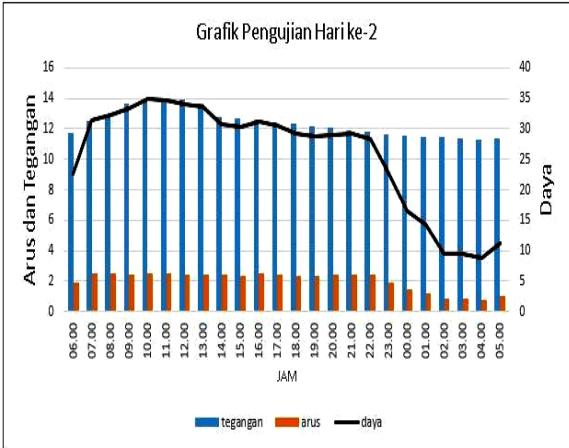
Berdasarkan gambar 4.1 dan rumus pada (4.1) dapat dihitung nilai ENS untuk masing-masing prioritas yang dapat dilihat pada tabel 4.1

**Tabel 4. 1** Hasil pengujian hari ke-1

Urutan Prioritas	Waktu saat menyala(menit)	Waktu 1 hari (menit)	Persentase (%)
1	1440	1440	0
2	1335	1440	7,3
3	1170	1440	18,75

Berdasarkan tabel 4.1, dapat dilihat bahwa nilai untuk ENS prioritas 1 sebesar 0%, ENS prioritas 2 sebesar 7,3%, dan ENS prioritas 3 sebesar 18,75%

#### 4.1.2 Grafik Pengujian Hari Ke-2



**Gambar 4. 2** Grafik pengujian hari ke-2

Pada Gambar 4.2 menunjukkan grafik dari pengujian sistem pada hari ke-2. Pada grafik dapat dilihat nilai daya turun pada pukul 23.00 dan 02.00 dikarenakan beban prioritas 2 dan 3 mati.

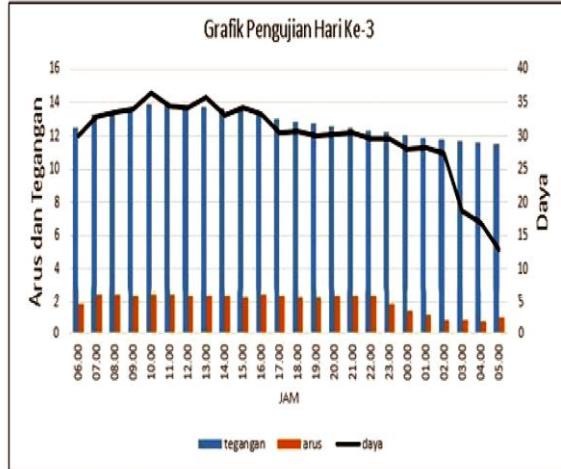
Berdasarkan gambar 4.2 dan rumus pada (4.1) dapat dihitung nilai ENS untuk masing- masing prioritas yang dapat dilihat pada tabel 4.2

**Tabel 4. 2** Hasil pengujian hari ke-2

Urutan Prioritas	Waktu saat menyala(menit)	Waktu 1 hari (menit)	Persentase (%)
1	1440	1440	0
2	1170	1440	18,75
3	1050	1440	27

Berdasarkan tabel 4.2, dapat dilihat bahwa nilai untuk ENS prioritas 1 sebesar 0%, ENS prioritas 2 sebesar 18,75%, dan ENS prioritas 3 sebesar 27%.

#### 4.1.3 Grafik Pengujian Hari Ke-3



**Gambar 4. 3** Grafik pengujian hari ke-3

Pada Gambar 4.3 menunjukkan grafik dari pengujian sistem pada hari ke-3. Pada grafik dapat dilihat nilai daya turun pada pukul 02.00 dan 05.00 dikarenakan beban prioritas 2 dan 3 mati.

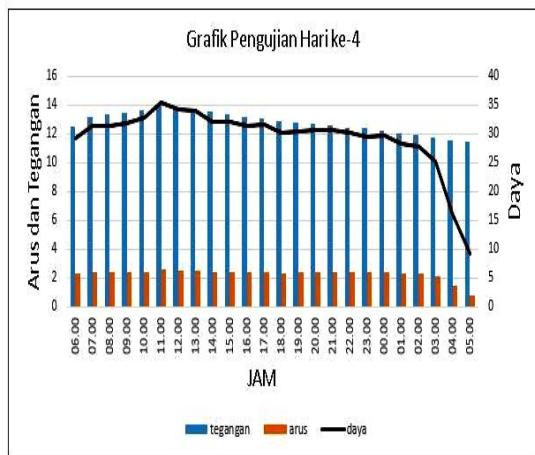
Berdasarkan gambar 4.3 dan rumus pada (4.1) dapat dihitung nilai ENS untuk masing- masing prioritas yang dapat dilihat pada tabel 4.3

**Tabel 4. 3** Hasil pengujian hari ke-3

Urutan Prioritas	Waktu saat menyala(menit)	Waktu 1 hari (menit)	Persentase (%)
1	1440	1440	0
2	1395	1440	4
3	1275	1440	12

Berdasarkan tabel 4.3, dapat dilihat bahwa nilai untuk ENS prioritas 1 sebesar 0%, ENS prioritas 2 sebesar 4%, dan ENS prioritas 3 sebesar 12%.

#### 4.1.4 Grafik Pengujian Hari Ke-4



**Gambar 4. 4** Grafik pengujian hari ke-4

Pada Gambar 4.4 menunjukkan grafik dari pengujian sistem pada hari ke-4. Pada grafik dapat dilihat nilai daya turun pada pukul 04.00 dan 05.00 dikarenakan beban prioritas 2 dan 3 mati.

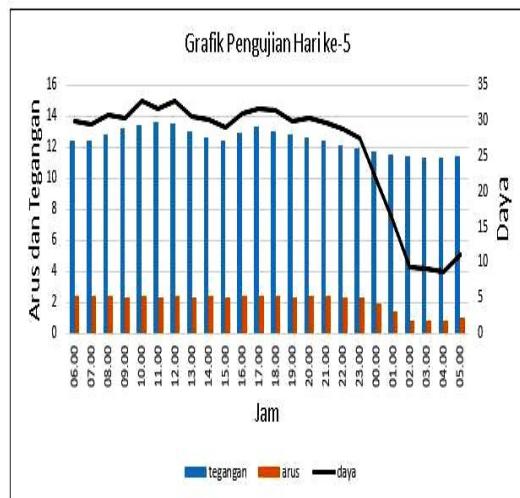
Berdasarkan gambar 4.4 dan rumus pada (4.1) dapat dihitung nilai ENS untuk masing- masing prioritas yang dapat dilihat pada tabel 4.4.

**Tabel 4. 4** Hasil pengujian hari ke-4

Urutan Prioritas	Waktu saat menyala(menit)	Waktu 1 hari (menit)	Persentase (%)
1	1440	1440	0
2	1380	1440	5
3	1365	1440	6

Berdasarkan tabel 4.4, dapat dilihat bahwa nilai untuk ENS prioritas 1 sebesar 0%, ENS prioritas 2 sebesar 5%, dan ENS prioritas 3 sebesar 6%.

#### 4.1.5 Grafik Pengujian Hari Ke-5



**Gambar 4. 5** Grafik pengujian hari ke-5

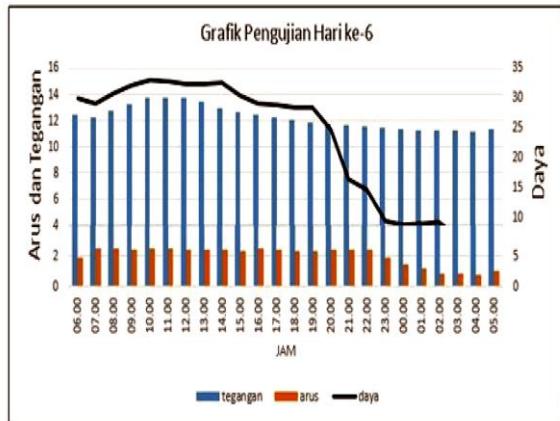
Pada Gambar 4.5 menunjukkan grafik dari pengujian sistem pada hari ke-5. Pada grafik dapat dilihat nilai daya turun pada pukul 00.00 dan 02.00 dikarenakan beban prioritas 2 dan 3 mati. Berdasarkan gambar 4.5 dan rumus pada (4.1) dapat dihitung nilai ENS untuk masing- masing prioritas yang dapat dilihat pada tabel 4.5

**Tabel 4. 5** Hasil pengujian hari ke-5

Urutan Prioritas	Waktu saat menyala(menit)	Waktu 1 hari (menit)	Persentase (%)
1	1440	1440	0
2	1200	1440	17
3	1110	1440	23

Berdasarkan tabel 4.5, dapat dilihat bahwa nilai untuk ENS prioritas 1 sebesar 0%, ENS prioritas 2 sebesar 17%, dan ENS prioritas 3 sebesar 23%.

#### 4.1.6 Grafik Pengujian Hari Ke-6



**Gambar 4. 6** Grafik pengujian hari ke-6

Pada Gambar 4.6 menunjukkan grafik dari pengujian sistem pada hari ke-6. Pada grafik dapat dilihat nilai daya turun pada pukul 20.00, 23.00, dan 04.00 dikarenakan beban prioritas 3, 2,dan 1 mati.

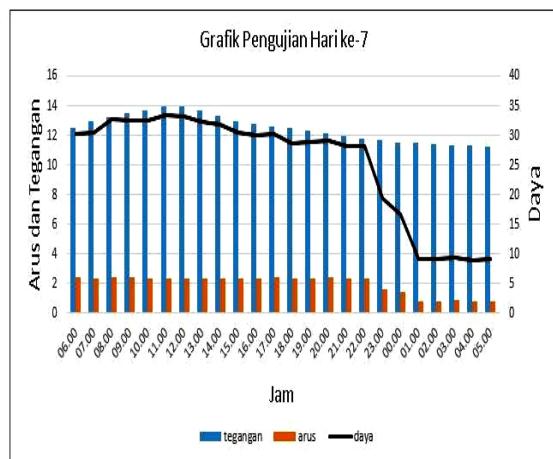
Berdasarkan gambar 4.6 dan rumus pada (4.1) dapat dihitung nilai ENS untuk masing- masing prioritas yang dapat dilihat pada tabel 4.6

**Tabel 4. 6** Hasil pengujian hari ke-6

Urutan Prioritas	Waktu saat menyala(menit)	Waktu 1 hari (menit)	Persentase (%)
1	1305	1440	9
2	1005	1440	29
3	885	1440	37,5

Berdasarkan tabel 4.6, dapat dilihat bahwa nilai untuk ENS prioritas 1 sebesar 9%, ENS prioritas 2 sebesar 29%, dan ENS prioritas 3 sebesar 37,5%.

#### 4.1.7 Grafik Pengujian Hari Ke-7



**Gambar 4. 7** Grafik pengujian hari ke-7

Gambar 4.7 menunjukkan grafik dari pengujian sistem pada hari ke-7. Pada grafik dapat dilihat nilai daya turun pada pukul 23.00 dan 01.00 dikarenakan beban prioritas 2 dan 3 mati.

Berdasarkan gambar 4.7 dan rumus pada (4.1) dapat dihitung nilai ENS untuk masing- masing prioritas yang dapat dilihat pada tabel 4.7

**Tabel 4. 7** Hasil pengujian hari ke-7

Urutan Prioritas	Waktu saat menyala(menit)	Waktu 1 hari (menit)	Persentase (%)
1	1440	1440	0
2	1140	1440	21
3	1035	1440	28,2

Berdasarkan tabel 4.7, dapat dilihat bahwa nilai untuk ENS prioritas 1 sebesar 0%,

ENS prioritas 2 sebesar 21%, dan ENS prioritas 3 sebesar 28,2%.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Diperoleh tingkat rata-rata akurasi sensor dengan nilai masing-masing sebesar 97,90% untuk sensor tegangan dan 95,45% untuk sensor arus
2. Pada pengujian sistem demand side manajemen energi untuk rumah bertenaga surya didapatkan nilai rata-rata dari ENS prioritas 1 sebesar 1,28%, ENS prioritas 2 sebesar 14,54%, dan ENS prioritas 3 sebesar 21,82%
3. Salah satu faktor cuaca yang berubah-ubah mempengaruhi hasil dari pengujian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asral, A., Fatra, W., Yasri, I., & Candra, F. (2019). Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Mengatasi Krisis Energi Ketika Musim Kemarau. *JPPM (Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat)*.  
<https://doi.org/10.30595/jppm.v3i2.4127>
- Bakhtiar, B., & Tadjuddin, T. (2019). PENINGKATAN EFISIENSI PENGISIAN BATERAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA

SURYA. In Seminar Nasional Hasil Penelitian & ....

F. Wijayanti, P. Studi, M. Ilmu, S. P. Sarjana, and U. Padjadjaran, "Tugas I Demand Side Management ( Dsm ) Supply Side Management ( Ssm )," 2016.

F. Lutfiana, "Pengaman Beban Lebih Berbasis Arduino NANO," Universitas Negeri Yogyakarta, 2019.

Harjanto, N. T. (2008). Dampak lingkungan pusat listrik tenaga fosil dan prospek pltn sebagai sumber energi listrik nasional . Jurnal BATAN.

Hashemi-Dezaki, H., Askarian-Abyaneh, H., & Haeri-Khiavi, H. (2015). Reliability optimization of electrical distribution systems using internal loops to minimize energy not-supplied (ENS). *Journal of Applied Research and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.jart.2015.07.008>

Hidayat, F., Winardi, B., & Nugroho, A. (2019). ANALISIS EKONOMI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) DI DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS DIPONEGORO. TRANSIENT.  
<https://doi.org/10.14710/transient.7.4.875-882>

Hindarti, F., & Ayuningtyas, E. (2020). ANALISIS DESAIN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA KAPASITAS 150 WP SEBAGAI SUPLAI ENERGI PADA FOTOBIOREAKTOR MIKROALGA.

- Jurnal Rekayasa Lingkungan.  
<https://doi.org/10.37412/jrl.v20i1.43>
- Irwana, C., Safii, M., & Parlina, I. (2019). Penerapan Jaringan Saraf Tiruan dalam Menentukan Kelayakan Calon Penerima Bantuan Renovasi Rumah pada Kantor Pangulu Nagori Tangga Batu Dengan Metode Backpropagation. Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS).  
<https://doi.org/10.30645/senaris.v1i0.46>
- Jabir, H. J., Teh, J., Ishak, D., & Abunima, H. (2018). Impacts of demand-side management on electrical power systems: A review. In Energies.  
<https://doi.org/10.3390/en11051050>
- Kumillayly, "Rancang Bangun Sistem Switch Otomatis Beban Rumah Tangga Dari Sumber Panel Surya Dan PLN Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (JST)," Universitas Telkom, 2019.
- M. Rifqi, "Rancang Bangun Sistem Pengendalian Sumber Arus dan Tegangan Listrik Rumah Dengan Auto Switching Sumber Listrik PLN dan PLTS Berdasarkan Kapasitas Daya Accu Serta Daya Maksimal Beban Berbasis Mikrokontroller ATMega16," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.
- M Darwis, D Muchlisa, AO Siagian (2020) The Effectiveness of the Occupational Health and Safety Management System at PT. PLN (Persero) - GNOSI: An Interdisciplinary Journal of Human Theory and Praxis: vol. 3 No. 3 <http://gnosijournal.com/index.php/gnosti/article/view/77>.
- Stavrakas, V., & Flamos, A. (2020). A modular high-resolution demand-side management model to quantify benefits of demand-flexibility in the residential sector. Energy Conversion and Management.  
<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.112339>
- Widayana, G. (2012). PEMANFAATAN ENERGI SURYA. Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan.  
<https://doi.org/10.23887/jptk.v9i1.2876>
- Yunanto, A. T., Windarta, J., & Handoko, S. (2018). STUDI PELUANG EFISIENSI KONSUMSI ENERGI LISTRIK DI PT. SAI APPAREL SEMARANG. TRANSIENT.  
<https://doi.org/10.14710/transient.7.1.47-5410.24843/mite.2016.v15i01p12>.