

## DESAIN PHOTOVOLTAIC SISTEM ON GRID PADA GEDUNG BERKAPASITAS DAYA LISTRIK 345 KVA

**Hasyim Asyari, Ratnasari Nur Rohmah, Pepy Mutiara Arratri**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

Email: hasyim.asyari@ums.ac.id

### Abstrak

*Kenaikan tarif dasar listrik berdampak terhadap naiknya biaya konsumsi energi listrik Gedung Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sebagai bentuk antisipasi hal tersebut maka perlu dilakukan analisa penggunaan panel surya untuk mengurangi ketergantungan energi listrik dari PT. PLN. Analisa kapasitas panel surya pada Gedung Fakultas Kedokteran berdasarkan karakteristik beban menjadi tujuan penelitian ini. Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini adalah mengumpulkan data beban yang terdapat pada Gedung Fakultas Kedokteran. Data tersebut digunakan sebagai referensi untuk menganalisa kapasitas panel surya sesuai karakteris beban dengan memanfaatkan program PVSYSY. Hasil simulasi menggunakan PVSYSY memberikan informasi bahwa sistem menggunakan photovoltaic berkapasitas 307 kWp, dengan 300 kWac mampu menghasilkan energi listrik 490,9 MWh/tahun. Area yang dibutuhkan untuk menginstal kapasitas panel surya adalah 1426 m<sup>2</sup>.*

**Kata kunci:** Energi Terbarukan; Ongrid sistem; Photovoltaic; PVSYSY

### Pendahuluan

Sejak 1 April 2022 pemerintah melalui PT. Pertamina memutuskan menaikkan harga bahan bakar minyak jenis pertamax, yang sebelumnya jenis Dexlite dan Pertamina Dex. Saat ini ada wacana harga pertalite dan gas 3 kg akan mengalami kenaikan juga. Hal ini dampak dari naiknya harga minyak dunia yang menyentok diatas \$ 100 / barel (Arifin, 2022). Jika harga tersebut tidak terkendali, akan berdampak juga kenaikan tarif dasar listrik. Pemberlakuan kenaikan tarif dasar listrik akan membuat beban masyarakat semakin berat, karena menjadikan semakin besar pengeluaran setiap masyarakat untuk mencukupi kebutuhan energi listrik. Biaya energi listrik juga terjadi di Gedung Fakultas Kedokteran Umum Universitas Muhammadiyah Surakarta, (Fahmi, 2022).

Upaya mengurangi ketergantungan energi listrik dari PT. PLN adalah memanfaatkan potensi alam untuk menghasilkan energi listrik yang sifatnya terbarukan. Potensi alam yang terdapat pada Gedung Fakultas Kedokteran Umum yang berada di area kampus IV Universitas Muhammadiyah Surakarta adalah sinar matahari, (Angga, 2014) dan juga (Reza, 2015). Kemajuan teknologi dan semakin terjangkaunya biaya penggunaan panel surya memberikan dampak positif terhadap peningkatan kapasitas panel surya yang terinstal di negara berkembang seperti Vietnam, Malaysia dan Indonesia, (Agung, 2021).

Perancangan pembangkit listrik tenaga surya dengan kapasitas 10 MW secara Ongrid di Area Yogyakarta sangat bermanfaat pada masyarakat. Sistem ini menggunakan 4.000 PV dengan kapasitas masing-masing adalah 250 Wp, 100 inverter dengan kapasitas masing-masing 100 Kw, sedangkan lahan yang dibutuhkan untuk menginstal panel surya ini adalah 6,4 hektar, (Sigit, 2015). Simulasi penggunaan sel surya di eropa menggunakan software PVSYSY dengan beberapa parameter yaitu temperature, kekotoran, jaringan internal, rugi-rugi pada elektronika daya memberikan informasi bahwa rata-rata energi listrik tahunan memproduksi 1.012 kWh / kWp dengan performace rata-rata sekitar 78%, (Florin, 2011).

Kinerja *photovoltaic* dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain bayangan, humidity, temperature dan intensitas cahaya matahari. Bayangan akan berpengaruh terhadap kinerja *photovoltaic* karena adanya material yang menghalangi atau menurunkan tingkat intensitas cahaya matahari pada permukaan sel *photovoltaic*, luasan bangunan juga berpengaruh terhadap konfigurasi *photovoltaic* tidak optimal (Mansur, 2021). Sudut kemiringan dan arah panel surya berpengaruh terhadap penyerapan energi matahari karena sistem *photovoltaic* akan bekerja pada tegangan nominalnya dengan memaksimalkan dan mengurangi efek bayangan pada panel surya sehingga penyerapan energi matahari akan lebih efisien (Iskandar & Fakhri, 2018).

Energi terbarukan mendapat dukungan hampir semua negara untuk ditingkatkan implementasi, hal ini bertujuan agar terjadi pengurangan emisi gas rumah kaca serta mengurangi resiko kesehatan lingkungan yang terkait polutan (Sugiartha, 2020).

Penggunaan *photovoltaic* sistem *Ongrid* (terhubung ke jaringan PLN) karena memiliki banyak keuntungan dengan menggunakan net meter yang dapat memonitoring konsumsi daya dan dapat mentransfer energi listrik ke PLN secara langsung sehingga lebih ekonomis (Prasad et al., 2020).

Penerapan panel surya dalam dunia industri sangatlah penting karena dapat dimanfaatkan untuk menghemat pengeluaran disetiap bulannya tetapi biaya pemasangannya sangat mahal. Hal ini dapat dijadikan investasi dalam jangka waktu yang panjang. Selain itu dibutuhkan perancangan terlebih dahulu untuk mengetahui perhitungan investasi yang perlu dikeluarkan agar lebih ekonomis dan dapat mengetahui rincian pembiayaan secara terstruktur. Selain itu juga membutuhkan aplikasi yang dapat mensimulasikan secara akurat sehingga tidak jauh berbeda saat pemasangan secara langsung. Salah satunya menggunakan aplikasi PVsyst karena sudah banyak digunakan dalam perancangan panel surya (Winardi et al., 2019).

PVSYST merupakan salah satu perangkat lunak untuk mensimulasikan sistem *photovoltaic* dengan memanfaatkan energi matahari. Aplikasi ini dilengkapi dengan berbagai fitur dan dukungan layanan yang beragam (Karuniawan, 2021). Simulasinya harus memperhatikan akurasi atau ketepatan dalam memperhitungkan hasil simulasinya. Perancangan ini tanpa memperhitungkan faktor bayangan yang ada di lokasi PLTS untuk mendapatkan potensi optimum dari produksi dan kinerja PLTS (Fajri, 2020).

### 1. Sel Surya

Sel surya (*photovoltaic*) terbuat dari bahan semi konduktor, yang terdiri dari banyak cel yang tersusun secara seri. Setiap cel tersebut mampu menghasilkan tegangan DC kurang lebih 0,5 Volt, hal tersebut yang menjadi dasar cel-cel yang terinstal dalam modul sel surya disusun secara seri agar tegangan menjadi lebih besar. *Photovoltaic* memproduksi energi listrik dengan mengkonversi sinar matahari.

Penentuan jumlah panel *photovoltaic* pada sistem yang akan diinstall mempertimbangkan kapasitas total daya listrik, kapasitas panel surya. Jika kapasitas panel surya telah ditentukan maka tinggal menghitung jumlah panel surya, yang dapat ditentukan dengan persamaan 1.

$$\text{Jumlah Panel Surya} = \frac{\text{Kapasitas Daya Listrik}}{\text{Kapasitas Panel Surya}} \quad (1)$$

### 2. Inverter Ongrid

Sistem Ongrid pada panel surya secara teknis dihubungkan secara langsung dengan jaringan listrik PLN. Sistem ini memiliki beberapa keunggulan antara lain sistem tidak membutuhkan battere/accumulator dan juga dapat melakukan transaksi dengan pihak PLN yaitu jual beli energi listrik. Akan tetapi kelemahan sistem ini adalah pada saat siang hari, ketika terjadi pemadaman listrik dari PLN maka sistem akan mengalami Off, sehingga sistem panel surya tidak mampu memproduksi energi listrik.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan kapasitas inverter Ongrid dan jumlahnya yaitu tegangan input pada Inverter harus sesuai dengan rencana tegangan keluaran setiap string, serta kapasitas daya harus lebih besar dari daya yang dihasilkan oleh panel surya setiap setring. Tahap berikutnya adalah menentukan jumlah inverter yang digunakan. Penentuan jumlah inverter menggunakan persamaan 2.

$$\text{Jumlah inveter} = \frac{\text{Kapasitas Daya Listrik}}{\text{Kapasitas Inverter}} \quad (2)$$

## Bahan dan Metode Penelitian

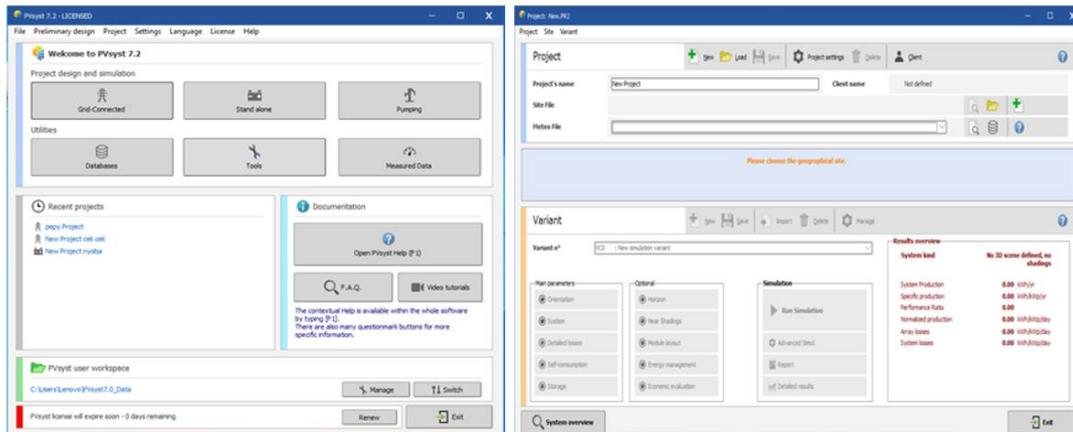
Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu melakukan pendataan beban dan karakteristik beban pada Gedung berkapasitas 345 kVA. Tahap kedua adalah memetakan data beban dan melakukan Analisa kapasitas *photovoltaic* dan konfigurasi *photovoltaic* dengan menggunakan PVSYST.

### 1. Simulasi PVSYST

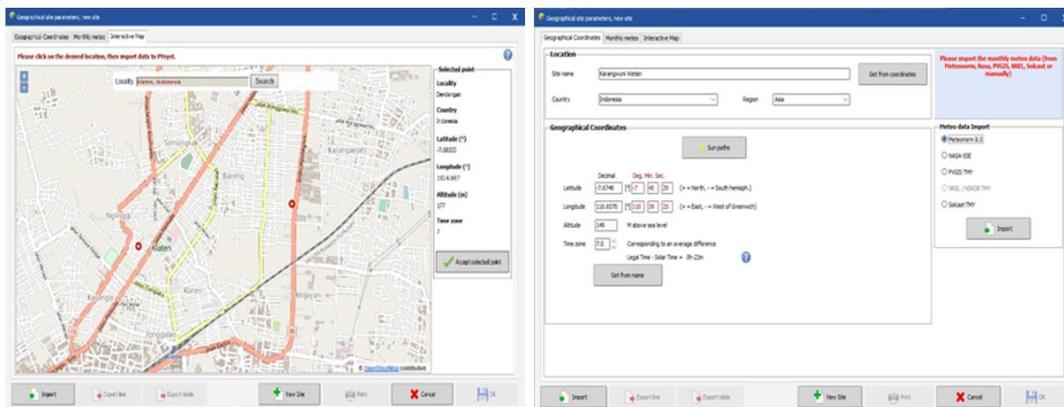
PVSYST merupakan sebuah aplikasi yang dapat digunakan untuk menganalisa kapasitas PLTS yang optimal, dengan mensimulasikannya dan menganalisis data hasil rancangan yang dibangun menggunakan program aplikasi PVSYST memiliki keunggulan analisis yang detail pada komponen/perangkat keras sistem seperti konfigurasi rangkaian PV, *losses* pada sistem, *shading* serta pengaruh orientasi PV terhadap energi yang dihasilkan.

Tahap perancangan ini menggunakan sistem operasi *On-Grid (Grid-Connected)*, teknologi ini tanpa menggunakan *storage*, Inverter Ongrid memiliki 2 koneksi sumber yaitu *photovoltaic* dan terkoneksi dengan jaringan PLN. PVSYST juga dilengkapi database dari sumber data meteorologi yang luas dan beragam, serta data komponen-komponen PV. Beberapa contoh sumber data meteorologi yang dapat digunakan PVSYST yaitu bersumber dari Meteonom 8.0, NASA-SSE, PVGIS TMY (untuk Eropa dan Afrika), NREL/NSRDB TMY, Solcast TMY. Selanjutnya untuk membuat proyek baru PVSYST dengan menentukan lokasi, meteorologi, kondisi

geografisnya sehingga dapat mengetahui potensi radiasi matahari di lokasi tersebut. Tampilan simulasi dengan PVSYST ditunjukkan pada gambar 1 dan 2.



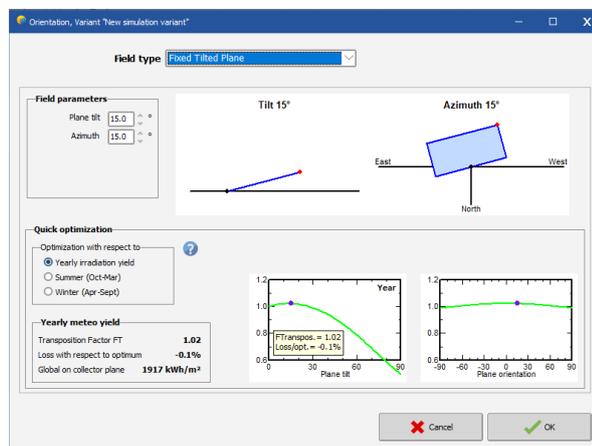
Gambar 1. Menentukan Sistem Operasi Panel Surya dan Menambahkan File Data Lokasi



Gambar 2. Menentukan Titik Koordinat Lokasi dan Pemilihan Data Meteorologi

## 2. Menetapkan Orientasi Modul

Pada tahap ini adalah menentukan jenis penyangga modul PV dengan menggunakan *Fixed Tilted Plane*, menentukan sudut *tilt* dan *azimuth* (arah modul PV) sebesar  $15^\circ$  karena sudut ini paling efektif dan *losses*-nya tidak terlalu besar. Selain itu juga dapat melihat potensi dari radiasi matahari setiap bulannya dan dapat mengetahui berapa faktor transposisinya dan kerugian maksimal yang dikeluarkan. Keefektifan panel surya juga bergantung pada suhu yang ada disekitar lokasi penelitian, sehingga perubahan sudut diperhatikan yang ditunjukkan pada gambar 3.



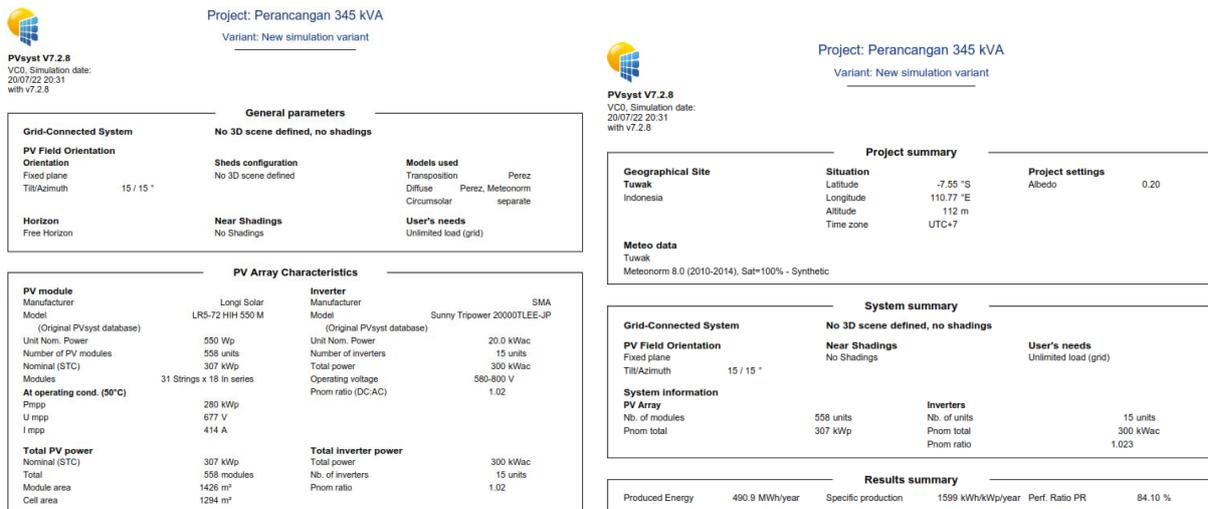
Gambar 3. Orientasi Photovoltaic atau sudut kemiringan

### 3. Menetapkan Sistem

Tahapan ini untuk menginputkan daya yang akan dibutuhkan dalam perancangan dengan menentukan jenis panel surya dan inverter dengan kapasitas sesuai yang dibutuhkan. Panel surya yang digunakan yaitu jenis Longi Solar berjumlah 558 unit dengan kapasitas setiap modul sel surya 550 Wp. Sedangkan inverternya menggunakan jenis Sunny Tripower berjumlah 15 unit dengan kapasitas masing-masing adalah 20 kWp. Sistem ini menggunakan 31 strings yang terdiri dari panel surya sebanyak 18 unit dan disusun secara seri.

### Hasil dan Pembahasan

Hasil desain sistem panel surya untuk Gedung Fakultas Kedokteran yang optimal adalah menggunakan panel surya sebanyak 558 unit dengan kapasitas total 307 kWp, sedangkan kapasitas inverter Ongrid adalah 20 kWp sebanyak 15 unit. Sistem ini mampu menghasilkan 490,9 MWh/year. *Report* simulasi produksi energi listrik tahunan dengan PVSYSYD ditunjukkan pada gambar 4, sedangkan produksi energi listrik bulanan ditunjukkan pada gambar 4.



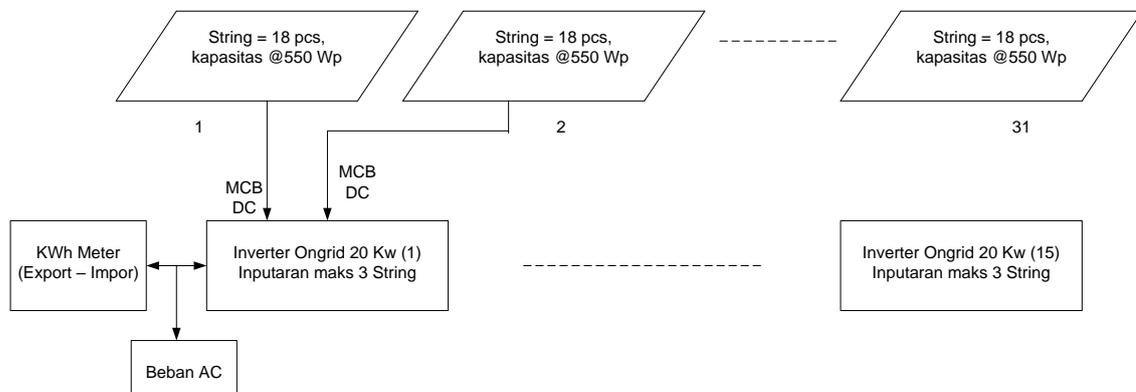
Gambar 4. Hasil simulasi Jumlah, Kapasitas Sel Surya dan Inverter serta Produksi Energi Listrik

Jumlah panel surya dapat ditentukan dengan persamaan 1 dan jumlah inverter menggunakan persamaan 2.

$$Jumlah\ panel\ surya = \frac{307000}{550} = 558,18\ unit$$

$$Jumlah\ Inverter = \frac{300000}{20000} = 15\ unit$$

Sehingga sistem akan menggunakan 558 unit panel surya dengan kapasitas setiap panel surya 550 Wp dan untuk Inverter berkapasitas 20 kW membutuhkan 15 unit Inverter. Pemasangan sistem PV dan Inverter ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Pemasangan Sistem Sel Surya Hasil Simulasi

Balances and main results

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	125.3	87.21	27.27	116.5	113.3	31.28	30.62	0.856
February	138.1	73.59	27.23	131.2	128.2	34.69	33.97	0.844
March	130.0	84.66	27.59	129.2	126.3	34.41	33.70	0.850
April	144.4	76.87	27.79	150.4	147.5	39.73	38.92	0.843
May	148.9	72.19	28.49	162.5	159.6	42.86	42.00	0.842
June	151.2	59.61	27.75	170.4	167.6	44.99	44.09	0.843
July	167.9	58.60	27.63	188.3	185.3	49.46	48.48	0.839
August	180.8	68.72	27.74	194.6	191.6	50.94	49.93	0.836
September	180.0	72.35	27.96	183.6	180.4	47.73	46.77	0.830
October	190.9	88.13	28.77	184.8	181.4	48.20	47.23	0.833
November	160.5	85.77	28.00	149.6	146.1	39.52	38.71	0.843
December	154.7	80.52	27.64	140.6	136.8	37.22	36.45	0.845
Year	1872.7	908.22	27.82	1901.8	1864.3	501.01	490.87	0.841

**Legends**

GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		

Gambar 6. Produksi Energi Listrik Bulanan Sistem Sel Surya

Produksi energi listrik bulanan yang dihasilkan oleh sistem panel surya pada gambar 6 memberikan informasi bahwa produksi listrik tertinggi terjadi pada bulan Agustus yaitu 49,93 MWh dengan irradiansi 180,8 kWh/m<sup>2</sup> dan produksi listrik terendah terjadi pada bulan Januari yaitu 30,62 MWh dengan irradiansi 125,3 kWh/m<sup>2</sup>. Produksi energi listrik rerata sebesar 40,9 MWh/bulan.

**Kesimpulan**

Penggunaan *software* PVSYSY dapat digunakan untuk mendesain sistem sel surya tipe Ongrid di gedung Fakultas Kedokteran yang berkontrak daya listrik 345 KVA dengan PLN. Kapasitas optimal panel surya dengan sistem Ongrid untuk mensuplai energi listrik di gedung Fakultas Kedokteran menggunakan *photovoltaic* berkapasitas total 307 kWp dengan total 558 unit, dan inverter Ongrid berkapasitas 20 kW dengan jumlah 15 Unit. Sistem mampu menghasilkan energi listrik total 490,9 MWh.

**Ucapan Terima Kasih**

Kegiatan penelitian ini dapat berlangsung dikarenakan banyaknya dukungan, untuk itu kami ucapkan terima kasih kepada LRI UMS yang telah memberikan dana penelitian, terima kasih juga kepada reviewer yang memberikan masukan pada saat paparan.

**Daftar Pustaka**

- Agung Pribadi, 2021. "Indonesia Kaya Energi Surya, Pemanfaatan Listrik Tenaga Surya oleh Masyarakat Tidak Boleh Ditunda".  
<https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/09/02/2952/indonesia.kaya.energi.surya.pemanfaatan.listrik.tenaga.surya.ol eh.masyarakat.tidak.boleh.ditunda>
- Angga Agung P, Hasyim A, Jatmiko, 2014. "Evaluasi Penggunaan Sel Surya dan Intensitas Cahaya Matahari Pada Area Gedung KH. Mas Mansur Surakarta". <http://eprints.ums.ac.id/28918/>
- Arifin Tasrif, 2022. "Menteri ESDM Beri Sinyal Kenaikan Harga BBM Hingga Tarif Listrik", <https://ekonomi.bisnis.com/read/20220415/9/1523223/menteri-esdm-beri-sinyal-kenaikan-harga-bbm-hingga-tarif-listrik-ini-kata-pengamat>
- Fahmi Radhi, 2022. "Menteri ESDM Beri Sinyal Kenaikan Harga BBM Hingga Tarif Listrik", <https://ekonomi.bisnis.com/read/20220415/9/1523223/menteri-esdm-beri-sinyal-kenaikan-harga-bbm-hingga-tarif-listrik-ini-kata-pengamat>
- Fajri, F. P. (2020). *Analisis Perbandingan Kinerja Sistem PLTS IT-PLN Menggunakan Pvsyst*.
- Florin A, Nebi C, Vjollca K, 2011. "Design Optimization and Simulation of The Photovoltaic System on Buildings in Southeast Europe". *International Journal of Advances in Engineering & Technology*.

- Iskandar, H. R., & Fakhri, Z. (2018). Optimum Tilt Angle and Near Shading Analysis for 1000 Watt Peak Photovoltaic Application System. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1–12. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/3425>
- Karuniawan, E. A. (2021). Analisis Perangkat Lunak PVSYST, PVSOL dan HelioScope dalam Simulasi Fixed Tilt Photovoltaic. *Jurnal Teknologi Elektro*, 12(3), 100. <https://doi.org/10.22441/jte.2021.v12i3.001>
- Mansur, A. (2021). Analisa Kinerja Plts on Grid 50 Kwp Akibat Efek Bayangan Menggunakan Software Pvsyst. *Transmisi*, 23(1), 28–33. <https://doi.org/10.14710/transmisi.23.1.28-33>
- Prasad\*, B. K. K., Reddy, K. P., Rajesh, K., & Reddy, P. V. (2020). Design and Simulation Analysis of 12.4 kWp Grid Connected Photovoltaic system by using PVSYST Software. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 8(5), 2859–2864. <https://doi.org/10.35940/ijrte.e6243.018520>
- Reza Pahlevi, Hasyim A, Aris B, 2015. “Pengujian Karakteristik Panel Surya Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya”. <http://eprints.ums.ac.id/36754/>
- Sigit Sukarmaji, Mohammad Hafidz, 2015. “Perancangan dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 MW On Grid di Yogyakarta”. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, Vol. 7, No. 1, Januari-Mei 2015.
- Sugiarta, N. (2020). Energy Yield of a 1.3 kWp Grid-Connected Photovoltaic System Design: Case for a Small House in Bali. *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi Dan Informatika*, 10(1), 19–25. <https://doi.org/10.31940/matrix.v10i1.1838>.
- Winardi, B., Nugroho, A., & Dolphina, E. (2019). Perencanaan Dan Analisis Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat Untuk Desa Mandiri. *Jurnal Tekno*, 16(2), 1–11. <https://doi.org/10.33557/jtekno.v16i1.603>