

## **Tren Perkembangan Teknologi Smart Grid Di Indonesia Dengan Sistematis**

### *Trends in the Development of Smart Grid Technology in Indonesia Systematically*

**Muhammad A'an Auliq<sup>1)\*</sup>, Kosjoko<sup>2)</sup>, Muhammad Teguh Payogo<sup>3)</sup>, Nadya Rahma Vidiyasari<sup>4)</sup>**

<sup>1</sup>Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember\* Koresponden Author

Email : [aan.auliq@unmuhjember.ac.id](mailto:aan.auliq@unmuhjember.ac.id)

<sup>2</sup>Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email : [kosjoko@unmuhjember.ac.id](mailto:kosjoko@unmuhjember.ac.id)

<sup>3</sup>Mahasiswa Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email: [muhammadteguhpayogo@gmail.com](mailto:muhammadteguhpayogo@gmail.com)

<sup>4</sup>Mahasiswa Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email: [nadyarahmavidiasari@gmail.com](mailto:nadyarahmavidiasari@gmail.com)

#### **Abstrak**

Indonesia memiliki potensi yang sangat besar untuk mengembangkan energi terbarukan seperti energi tenaga surya. Pengembangan energi terbarukan yang banyak di manfaatkan adalah solar panel sistem. Pemanfaatan solar panel sistem dengan menggunakan teknologi smart grid terus dikembangkan, pengembangan teknologi ini digunakan sebagai upaya dalam mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil di Indonesia. Pemanfaatan tenaga surya dilakukan dengan mengubah sinar matahari secara langsung menjadi panas atau energi listrik. Dua tipe dasar tenaga matahari adalah sinar matahari dan photovoltaic. Photovoltaic tenaga matahari menggunakan pembangkit listrik dari cahaya. Teknologi yang digunakan yaitu penggunaan bahan semi konduktor yang dapat disesuaikan untuk melepas elektron, partikel bermuatan negative yang membentuk dasar listrik. Untuk memanfaatkan potensi energi surya tersebut, ada 2 (dua) macam teknologi yang sudah diterapkan yaitu Teknologi energi surya fotovoltaik dan Teknologi energi surya termal, Energi surya atau matahari telah dimanfaatkan di banyak belahan dunia dan jika dieksplotasi dengan tepat, energi ini berpotensi mampu menyediakan kebutuhan konsumsi energi dunia saat ini dalam waktu yang lebih lama.

**Kata kunci:** *Smart Grid, Energi Terbarukan, Panel Surya, Energi Surya.*

#### **Abstract**

*Indonesia has enormous potential to develop renewable energy such as solar energy. The most widely used renewable energy development is solar panel systems. Utilization of solar panel systems using smart grid technology continues to be developed. The development of this technology is used as an effort to reduce dependence on fossil energy in Indonesia. Utilization of solar power is done by converting sunlight directly into heat or electrical energy. The two basic types of solar power are solar and photovoltaic. Solar photovoltaic uses the generation of electricity from light. The technology used is the use of semi-conducting materials that can be adapted to release electrons, negatively charged particles that form the basis of electricity. To take advantage of the potential of solar energy, there are 2 (two) kinds of technologies that have been applied, namely photovoltaic solar energy technology and thermal solar energy technology. The world's current energy consumption over a longer period.*

**Keywords:** *Smart Grid, Renewable Energy, Solar Panels, Solar Energy.*

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia memang negara yang sangat luas yang memiliki sumber daya alam dan energi yang melimpah, baik di dalam maupun di permukaan. Indonesia memiliki potensi yang sangat besar untuk mengembangkan energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, air, dan limbah. Namun penggunaan energi terbarukan di Indonesia masih sangat rendah. Perlu adanya peningkatan kajian terkait semua jenis sumber energi terbarukan secara keseluruhan (Desfiandi, 2019) (Hidayatno, 2019) (Mustikaningsih, 2019) (Putrasari, 2016) (Setiartiti, 2018) (Sharvini, 2018).

Pengembangan energi terbarukan yang banyak di manfaatkan adalah solar panel sistem. Pemanfaatan solar panel sistem dengan menggunakan teknologi smart grid terus dikembangkan, pengembangan teknologi ini digunakan sebagai upaya dalam mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil di Indonesia. Upaya peningkatan kapasitas pembangkit energi terbarukan kedalam jaringan kelistrikan terus dilakukan, namun perlu penanganan khusus karena karakteristik pembangkitan tergantung pada kondisi alam.

Smart grid atau jaringan cerdas akan mulai diterapkan pada tahun 2020. Penerapan smart grid perlu dilakukan secara bertahap dengan memperhatikan kesiapan sumber daya manusia, teknologi, serta biaya. Smart grid sudah mulai diterapkan di beberapa wilayah di Jawa Bali dan secara bertahap diterapkan pada sistem Luar Jawa Bali. Penerapan smart grid sangat penting dalam peningkatan keandalan, peningkatan porsi Energi Baru Terbarukan (EBT) dalam bauran energi pembangkitan tenaga listrik, dan peningkatan efisiensi energi. Penerapan smart grid dan metering yang memanfaatkan teknologi terkini merupakan salah satu upaya Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) dalam menghadapi perubahan tren pengembangan energi listrik ke depan. Selain penerapan smart grid, reformasi kebijakan dan peraturan dalam peningkatan bauran pembangkit EBT juga dilakukan dengan mengembangkan penambahan pembangkit listrik yang bersumber dari energi terbarukan dapat dilakukan di luar perincian Rencana Usaha

Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT. PLN 2019-2028

Smart grid sendiri merupakan bagian dari energi inisiatif yang cerdas, yaitu menggabungkan berbagai teknologi dan praktek pengoperasian sistem tenaga listrik menjadi lebih efisien. Selain itu smart grid memudahkan penggunaan energi efisien dalam gedung dan industri, serta memungkinkan penggunaan energi baru terbarukan. Sementara pada sistem smart grid yang memanfaatkan teknologi informasi dan sistem komunikasi (ICT) bisa menjadi kontributor yang layak dalam dirinya sendiri, selain meningkatkan efisiensi operasional, sehingga mengurangi kebutuhan untuk ekspansi infrastruktur yang luas. Sistem ICT yang mendukung smart grid ini memberikan peluang yang sangat besar untuk peningkatan diagnosis kegagalan power sistem dan dengan demikian banyak peluang untuk meningkatkan keandalan sistemnya

Dari uraian diatas maka dalam penelitian ini fokus pada tren perkembangan teknologi smart grid di indonesia, pada perkembangan teknologi smart grid permasalahan yang muncul Secara umum adalah keengganan masyarakat dalam memanfaatkan energi tersebut sehingga peran kebijakan pemerintah sangat penting dalam melakukan kebijakan energi serta pemahaman atau persepsi kepada masyarakat. Pemanfaatan smart grid sebagai teknologi energi terbarukan yang dapat mendorong Pemahaman terhadap masyarakat tentang pengurangi dampak lingkungan berupa polusi yang diakibatkan oleh penggunaan bahan bakar fosil pada sistem pembangkit di Indonesia. Oleh karena itu, untuk memahami sikap masyarakat terhadap dampak lingkungan dan preferensi dalam sistem teknologi, maka penting bagi pengambil keputusan untuk melakukannya mengembangkan strategi komunikasi yang tepat kepada publik. Dalam hal ini, pentingnya tindakan manusia dalam hal penggunaan energi terbarukan dengan memanfaatkan teknologi Smart Grid sebagai efisiensi.

Oleh karena itu, penelitian yang dilakukan bertujuan untuk memahami bagaimana contoh presentatif orang untuk mengatasi situasi saat ini tentang masalah lingkungan, energi dan fitur smart grid. Penelitian ini dibagi menjadi empat

bagian. Bagian pertama fokus pada persepsi publik terhadap teknologi smart grid. Bagian kedua membahas penerapan efisiensi energy yang di terapkan oleh masyarakat pada skala rumah tangga. Bagian ketiga membahas tentang tingkat pengetahuan dan minat orang tentang energy terbarukan. Bagian empat mengeksplorasi kesadaran publik tentang isu dan konsep lingkungan seperti perubahan iklim.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian Literature Studi, yaitu serangkaian penelitian yang berkenaan dengan metode pengumpulan data literatur, atau penelitian yang obyek penelitiannya digali melalui beragam informasi kepustakaan (buku, jurnal ilmiah, koran, majalah, dan dokumen). Penelitian kepustakaan atau kajian literatur (literature review, literature research) merupakan penelitian yang mengkaji atau meninjau secara kritis pengetahuan, gagasan, atau temuan yang terdapat di dalam literatur berorientasi akademik (academic-oriented literature), serta merumuskan kontribusi teoritis dan metodologisnya untuk topik tertentu. Adapun sifat dari penelitian ini adalah analisis deskriptif, yakni penguraian secara teratur data yang telah diperoleh, kemudian diberikan pemahaman dan penjelasan agar dapat dipahami dengan baik oleh pembaca

Sumber Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder merupakan data yang diperoleh bukan dari pengamatan langsung. Akan tetapi data tersebut diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu. Sumber data sekunder yang dimaksud berupa buku dan laporan ilmiah primer atau asli yang terdapat di dalam artikel atau jurnal (tercetak atau non-cetak)

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode dokumentasi. Metode dokumentasi merupakan metode pengumpulan data dengan mencari atau menggali data dari literatur yang terkait dengan apa yang dimaksudkan dalam rumusan masalah. Data-data yang telah didapatkan dari berbagai literatur dikumpulkan sebagai suatu kesatuan dokumen yang digunakan untuk menjawab permasalahan yang telah dirumuskan.

Analisis data merupakan upaya mencari dan menata secara sistematis data yang telah terkumpul untuk meningkatkan pemahaman penelitian tentang kasus yang diteliti dan mengkajinya sebagai temuan bagi orang lain. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis anotasi bibliografi (annotated bibliography). Anotasi berarti suatu kesimpulan sederhana dari suatu artikel, buku, jurnal, atau beberapa sumber tulisan yang lain, sedangkan bibliografi diartikan sebagai suatu daftar sumber dari suatu topik. Dari kedua definisi tersebut, anotasi bibliografi diartikan sebagai suatu daftar sumber sumber yang digunakan dalam suatu penelitian, dimana pada setiap sumbernya diberikan simpulan terkait dengan apa yang tertulis di dalamnya.

Terdapat empat prosedur yang digunakan dalam penelitian ini. Empat prosedur tersebut yakni:

- (1) Organize, yakni mengorganisasi literatur yang akan ditinjau atau di-review. Literatur yang di-review merupakan literatur yang relevan atau sesuai dengan permasalahan. Adapun tahap dalam mengorganisasi literatur adalah mencari ide, tujuan umum, dan simpulan dari literatur dengan membaca abstrak, beberapa paragraf pendahuluan, dan kesimpulannya, serta mengelompokkan literatur berdasarkan kategori-kategori tertentu;
- (2) Synthesize, yakni menyatukan hasil organisasi literatur menjadi suatu ringkasan agar menjadi satu kesatuan yang padu, dengan mencari keterkaitan antar literatur;
- (3) Identify yakni mengidentifikasi isu-isu kontroversi dalam literatur. Isu kontroversi yang dimaksud adalah isu yang dianggap sangat penting untuk dikupas atau dianalisis, guna mendapatkan suatu tulisan yang menarik untuk dibaca; dan
- (4) Formulate yakni merumuskan pertanyaan yang membutuhkan penelitian lebih lanjut.

Dalam penelitian pemula stimulus terdiri dari ketua dan 3 anggota, dimana anggota pertama adalah dosen di prodi teknik mesin yang mempunyai keahlian tentang pemanfaatan energy serta 2 anggota dari mahasiswa prodi teknik elektro. Tugas dari anggota yaitu membantu ketua peneliti dalam menyelesaikan penelitian yang diajukan. Tugas yang dilakukan anggota peneliti pertama yaitu membantu dalam melakukan analisa data sedangkan 2 anggota mahasiswa

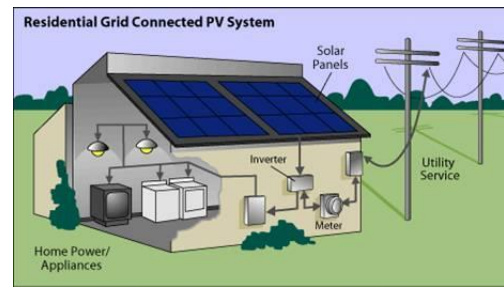
bertugas untuk mencari data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Keseluruhan kegiatan penelitian ini yang bertanggung jawab adalah ketua peneliti.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Energi panas matahari sangat melimpah di daerah yang memiliki iklim tropis seperti di Indonesia yang selalu disinari Matahari sepanjang tahun. Hal itu menjadi sumber energi yang sangat berpotensi untuk dikembangkan. Salah satu contohnya pemanfaatan energi matahari untuk menghasilkan energi listrik yang sering disebut dan lebih dikenal oleh masyarakat yaitu solar cell. Solar cell dalam menghasilkan energi masih dalam jumlah yang tidak terlalu besar. Di Indonesia sudah tersedia Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang biasa digunakan untuk listrik di pedesaan terpencil, system seperti ini biasa disebut dengan sebutan SHS (Solar Home System). Umumnya SHS itu berupa system berskala kecil, dengan menggunakan modul surya 50-100 Wp (Watt peak) dan menghasilkan listrik harian sebesar 150-300 Wh. Karena skalanya kecil maka memakai system DC ( Direct Current), agar tidak terkena loses dan self consumption akibat penggunaan dari inverter. Dengan system yang kecil ini maka dipasang secara desentralisasi (satu rumah satu pembangkit) sehingga tidak membutuhkan jaringan distribusi. SHS idelanya digunakan untuk listrik di pedesaan yang jarak rumah satu dengan lainnya saling berjauhan, dan keperluan listriknya relatif lebih kecil, yakni hanya untuk memenuhi penggunaan dasar rumah tangga yaitu lampu. Meskipun dalam pengertiannya SHS dapat saja berupa system yang besar (hanya untuk kebutuhan Rumah Tangga), akan tetapi kebanyakan orang cenderung tidak menggunakan istilah SHS untuk system yang menggunakan lebih besar dari 100 Wp.

Dalam Penelitian Dafi Dzulfikar dan Wisnu Broto yang berjudul OPTIMALISASI PEMANFAATAN ENERGI LISTRIK TENAGA SURYA SKALA RUMAH TANGGA dengan Metode yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini pengoptimalan dalam energi listrik tenaga surya di skala rumah tangga, yang diawali dengan identifikasi dan karakterisasi tenaga

surya, dan dilanjutkan dengan berbagai tinjauan juga disertai analisis untuk mengoptimalkan tenaga surya skala rumah tangga. Analisis dilakukan pada data hasil pengukuran tegangan output sel surya untuk beberapa sudut kemiringan. Hasil-Hasil dari analisa akan diimplementasikan sebagai upaya untuk optimalisasi pemanfaatan energi listrik tenaga surya dalam skala rumah tangga dalam rangka energi alternatif.



**Gambar 1.** Sistem PV yang terhubung dengan jaringan perumahan

Tahapan implementasi metode yang digunakan yaitu mengoptimalkan energi listrik tenaga surya. Sebuah sistem pembangkit tenaga surya terbagi menjadi beberapa bagian. Sel surya akan merubah energi dari matahari menjadi energi listrik. Listrik yang dihasilkan oleh tenaga surya akan disimpan dalam accumulator melalui sebuah charger controller. Charger controller inilah yang mengatur tegangan dan arus yang masuk ke accumulator. Beban adalah perangkat elektronik yang memerlukan supply AC, sehingga diperlukan inverter untuk mengubah tegangan DC dari accumulator menjadi sebuah tegangan AC, pengubah ini disebut inverter.

Sel surya charge controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang ditambahkan ke battery dan diambil dari battery ke beban. Sel surya charge controller juga overcharging (kelebihan pengisian karena battery sudah penuh) dan kelebihan voltase dari panel surya, yang akan mengurangi battery. Sel surya charge controller menerapkan teknologi Pulse Width Modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian battery dan pembebasan arus dari battery ke beban. Beberapa fungsi dari sel surya charge controller adalah sebagai berikut:

- a. Monitoring battery
- b. Mengatur arus yang digunakan dari battery agar battery tidak penuh pada saat discharge' overloading.
- c. Mengatur arus untuk pengisian ke battery,



overcharging, overvoltage.

Untuk membuat charge controller perlu diperhatikan karakteristik sel surya dan accumulator. Dalam metode ini digunakan 2 modul sel surya dengan masing-masing modul memiliki tegangan keluaran maksimal 21,5 volt dan arus maksimal 4,7 A. Accumulator yang digunakan memiliki tegangan maksimal 13,5 volt. Sehingga dirancang charger dengan karakteristik sebagai berikut:

- Tegangan input maksimal 21, 5 volt
- Tegangan output maksimal 13,5 volt
- Arus maksimal 5 A

Solar charge controller yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas battery. Bila battery sudah penuh maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya berhenti.

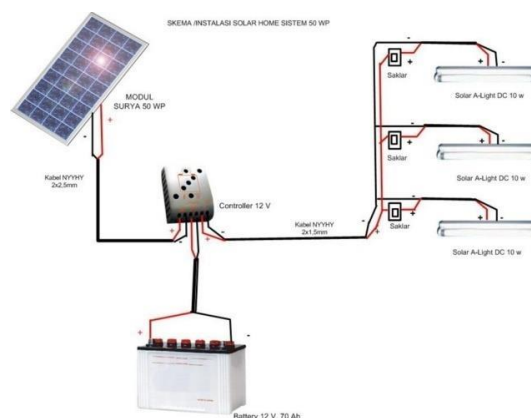
Dari hasil penelitian yang dilakukannya dengan mengasumsi bahwa dalam Sehari sel surya mendapatkan energi selama 12 jam, dari timur ke barat (180 derajat). Jika sel surya digerakkan untuk menjaga sudut datang selalu dibawah atau sam 10 derajat, maka sel surya perlu digerakkan tiap 1 jam 20 menit. Jika sel surya digerakkan untuk menjaga sudut datang selalu dibawah atau sama 20 derajat, maka sel surya perlu digerakkan setiap 2 jam 40 menit.

Dalam penelitian M Ervin dan Jamaaluddin yang berjudul Pemanfaatan Solar Cell Sebagai Alternatif Energi Listrik Skala Rumah Tangga. Metode yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini dalam pengoptimalan energy listrik tenaga surya di skala rumah tangga, yang diawali dengan identifikasi dan karakterisasi tenaga surya, dan dilanjutkan dengan berbagai tinjauan juga disertai analisis untuk mengoptimalkan tenaga surya skala rumah tangga. Analisis dilakukan pada data hasil pengukuran tegangan output sel surya untuk beberapa sudut kemiringan. Hasil-Hasil dari analisa akan diimplementasikan sebagai upaya untuk optimalisasi pemanfaatan energi listrik tenaga surya dalam skala rumah tangga dalam rangka energi alternatif.

Dalam penelitian Valdi Rizki Yandri yang berjudul PROSPEK PENGEMBANGAN ENERGI SURYA UNTUK KEBUTUHAN LISTRIK DI INDONESIA. Salah satu cara penyediaan energi listrik alternatif yang siap untuk diterapkan secara massal saat ini adalah Sistem Energi Surya Fotovoltaik (SESF) atau secara umum dikenal sebagai Pembangkit

Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik (PLTS Fotovoltaik). Sebutan SESF merupakan istilah yang telah dibakukan oleh pemerintah yang digunakan untuk mengidentifikasi suatu sistem pembangkit energi yang memanfaatkan energy matahari dan menggunakan teknologi fotovoltatik. Jika dibandingkan energi listrik konvensional, SESF terkesan rumit, mahal dan sulit dioperasikan. Namun demikian, berdasarkan pengalaman operasional lebih dari 15 tahun di beberapa kawasan di Indonesia, SESF merupakan suatu sistem yang mudah dalam pengoperasiannya, handal dan memerlukan biaya pemeliharaan dan operasi yang rendah menjadikan SESF mampu bersaing dengan teknologi konvensional pada sebagian besar kondisi wilayah Indonesia yang terdiri dari pulau-pulau kecil dan tidak terjangkau oleh jaringan PLN dan tergolong sebagai kawasan terpencil.

Selain itu, SESF merupakan suatu teknologi yang bersih dan tidak mencemari lingkungan. Beberapa kondisi yang sesuai untuk penggunaan SESF antara lain pada permukiman desa terpencil, lokasi transmigrasi dan perkebunan baik untuk penerangan rumah maupun fasilitas umum. Akan tetapi, sesuai dengan perkembangan jaman, saat ini di negara-negara maju, penerapan SESF telah banyak digunakan untuk suplai energy listrik di gedung-gedung dan perumahan di kota besar.



**Gambar 2.** Skema instalasi solar home system

Komponen utama suatu SESF adalah:

- Sel fotovoltatik yang mengubah radiasi matahari menjadi listrik secara langsung. Produk akhir dari modul fotovoltatik menyerupai bentuk lembaran kaca denganketebalan 6 – 8 mm.
- Balance of System (BOS) yang meliputi

controller, inverter, kerangka modulperalatan listrik, seperti kabel dan stop kontak,

- c. Unit penyimpan energi (baterai),
- d. Peralatan penunjang lainnya, seperti inverter untuk pompa, sistem terpusat dan sistemhybrid.

Untuk pengembangan energi surya fotovoltaik di Indonesia, dapat digunakan berbagai strategi berikut:

- a. Mendorong pemanfaatan SESF secara terpadu, untuk keperluan penerangan (konsumtif) dan kegiatan produktif,
- b. Mengembangkan pemanfaatan SESF di perdesaan dan perkotaan,
- c. Mendorong komersialisasi SESF dengan melibatkan pihak swasta,
- d. Mengembangkan industri SESF dalam negeri berorientasi ekspor,
- e. Mendorong terciptanya sistem dan pola pendanaan yang efisien dengan melibatkan dunia perbankan.

Program yang telah dilakukan oleh pemerintah Indonesia berkaitan dengan energi surya fotovoltaik adalah:

- a. Mengembangkan SESF untuk program listrik perdesaan, khususnya untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah yang jauh dari jangkauan listrik PLN,
- b. Mengganti seluruh atau sebagian posokan listrik bagi pelanggan sosial kecil dan rumah tangga kecil dengan SESF.

Selain itu, pola pengembangan yang dapat dilaksanakan juga bisa berupa :

- a. Memenuhi semua kebutuhan listrik untuk pelanggan S1 (Sosial 1) dengan batas daya 220 VA dan 450 VA,
- b. Memenuhi 50% kebutuhan listrik untuk pelanggan S2 (Sosial 2) dengan batas daya 900 VA,
- c. Memenuhi 50% kebutuhan listrik untuk pelanggan R1 dengan batas daya 450 VA.
- d. Melaksanakan kerjasama dengan instansi pendidikan untuk penelitian SESF skala besar.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari uraian di atas, dapat diambil kesimpulan Bahwa Pemanfaatan energi matahari dilakukan dengan mengubah sinar matahari menjadi energi panas atau listrik untuk memenuhi kebutuhan energi manusia.

Pemanfaatan tenaga surya dilakukan dengan mengubah sinar matahari secara langsung menjadi panas atau energi listrik. Dua tipe dasar tenaga matahari adalah sinar matahari dan photovoltaic. Photovoltaic tenaga matahari menggunakan pembangkit listrik dari cahaya. Teknologi yang digunakan yaitu penggunaan bahan semi konduktor yang dapat disesuaikan untuk melepas elektron, pertikel bermuatan negative yang membentuk dasar listrik. Untuk memanfaatkan potensi energi surya tersebut, ada 2 (dua) macam teknologi yang sudah diterapkan yaitu Teknologi energi surya fotovoltaik dan Teknologi energi surya termal, Energi surya atau matahari telah dimanfaatkan di banyak belahan dunia dan jika dieksplotasi dengan tepat, energi ini berpotensi mampu menyediakan kebutuhan konsumsi energi dunia saat ini dalam waktu yang lebih lama.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Adi Ainurzaman Jamaludin, Z. I.-M.-L. (2020). Understanding perception and interpretation of Malaysian university students on renewable energy. *AIMS Energy*, 1029–1044.
- Azar Elie, C. C. (2014). A comprehensive framework to quantify energy savings potential from improved operations of commercial building stocks. *Energy Policy*, 459–72.
- Banday, U. A. (2019). Energy consumption, economic growth and CO2 emissions: Evidence from G7 countries. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, 22-39.
- Canziani Osvaldo F, e. a. (2007). *The Science of Climate Change: Scale of the Environment Challenge*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Desfiandi, A. S. (2019). Building an energy consumption model and sustainable economic growth in emerging countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 51-66.
- Fowler Jr, F. J. (; 2013.). *Survey research methods*. Sage publications. Giatrikos Georgios P, T. D. (2009). Sustainable powerplanning for the island of Crete. *Energy Policy*, 1222–38.
- Herbert, S. N. (2007). *The economics of climate change: the Stern review*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Hidayatno, A. D. (2019). A conceptualization of renewable energy-powered industrial cluster development in Indonesia. *Energy Procedia*, 7-12.
- J.D. Ocon, P. B. (2019). Energy Transition from Diesel-based to Solar Photovoltaics-Battery- Diesel Hybrid System-based Island Grids in the Philippines – Techno-Economic Potential and Policy Implication on Missionary Electrification. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 139-154.
- K. Padmanathan, U. G.-N. (2019). A sociocultural study on solar photovoltaic energy system in India: Stratification and policy implication. *Journal of Cleaner Production*, 461-481.
- Mah Daphne Ngar-yin, e. a. (2012). Consumer perceptions of smart grid development: results of a Hong Kong survey and policy implications. *Energy Policy*, 204-216.
- Mustikaningsih, D. C. (2019). Building business performance through partnership strategy model: Evidence from renewable energy industry in Indonesia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 297-307.
- Nadejda Komendantova, A. P. (2009). Perception of risks in renewable energy projects: The case of concentrated solar power in North Africa. *Energy Policy*, 1-7.
- Ouyang Jinlong, H. K. (2009). Energy-saving potential by improving occupants' behavior in urban residential sector in Hangzhou City, China. *Energy Build*, 11-20.
- Putrasari, Y. P. (2016). Resources policy and research activities of biofuel in Indonesia. A review *Energy Reports*, 237-245.
- Setiartiti, L. (2018). Renewable energy utilizing for clean energy development. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 212-219.
- Sharvini, S. N. (2018). Energy consumption trends and their linkages with renewable energy policies in East and Southeast Asian countries: Challenges and opportunities. *Sustainable Environment Research*, 257-266.
- Verbong Geert PJ, B. S. (2013). . Smart grids or smart users? Involving users in developing a low carbon electricity economy. *Energy Policy*, 117-125.
- Zografakis Nikolaos, e. a. (2010). Assessment of public acceptance and willingness to pay for renewable energy sources in Crete. *Renew Sustain Energy Rev*, 14-2.