

***Pilot Project* Pemanfaatan Sel Surya sebagai Pembangkit Listrik Alternatif untuk Rumah Tangga Di Pulau Gili Iyang Sumenep**

Yoyok Cahyono¹, Nurul Amalia T.¹, Masyitatus Daris S.¹, Santi Puspitasari¹, Badri G.S.¹,
Heru Sukamto¹, Malik Anjelh Baqiya¹, Mochamad Zainuri¹, Endarko¹, Agus Purwanto¹,
Triwikantoro¹, Suminar Pratapa¹, Suasmoro¹, Darminto¹

¹Departemen Fisika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya 60111 Indonesia.

E-mail:

yoyok@physics.its.ac.id;
herusukamto@physics.its.ac.id;
malikab@physics.its.ac.id.

ABSTRAK

Kelompok Penelitian Material Sel Surya, merupakan bagian dari Kelompok Penelitian dan Laboratorium Bahan Maju, Departemen Fisika, FIA, ITS Surabaya, berusaha untuk berperan aktif, dan menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari seluruh upaya dunia untuk mengatasi krisis energi dan pemanasan global, melalui penelitian dan pengembangan energi terbarukan, dan mensosialisasikannya ke masyarakat. Kegiatan pengabdian masyarakat di pulau Gili Iyang ini adalah bagian dari upaya itu, yaitu membantu meningkatkan kemandirian masyarakat pulau Gili Iyang dalam bidang energi listrik, dengan memanfaatkan energi terbarukan menggunakan teknologi sel surya. Dengan demikian, potensi masyarakat maupun sumber daya alam yang ada di pulau Gili Iyang yang belum termanfaatkan dengan baik dapat diberdayakan sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan kemandirian energi masyarakat tersebut, dan tidak bergantung kepada energi konvensional. Untuk jangka pendek, perancangan teknologi tepat guna (sistem pembangkit / modul listrik sel surya), dan terbentuknya *pilot project* energi listrik berbasis sel surya telah tercapai dengan baik. Walaupun demikian, masih dibutuhkan pendampingan yang berkelanjutan, terutama mengenai perawatan (*maintenance*) dan perubahan kultur masyarakat.

Kata Kunci: Pulau Gili Iyang, Sistem Sel Surya Rumah Tangga

PENDAHULUAN

Kabupaten Sumenep berada di ujung timur pulau Madura merupakan wilayah yang mempunyai banyak pulau-pulau kecil, yaitu 126 pulau kecil. Luas total dari pulau-pulau ini sekitar 45,21 % dari luas total kabupaten Sumenep yang luasnya 2.093,46 km². Wilayah administrasi kabupaten Sumenep terdiri dari 27 kecamatan, 4 kelurahan, dan 328 desa, dimana 9 kecamatan dan 86 desa berada di kepulauan.

Kebutuhan aliran listrik, merupakan persoalan serius bagi sebagian besar masyarakat kepulauan yang ada di kabupaten Sumenep. Karena baru sebagian kecil dari pulau-pulau tersebut yang teraliri listrik. Kalaupun ada pulau di kabupaten Sumenep yang teraliri listrik, itupun bisa dipastikan bahwa baru sebagian masyarakat dari pulau tersebut yang teraliri listrik.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, PLN sudah tidak mungkin untuk mengeluarkan anggaran bernilai

miliaran rupiah untuk memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut, dan PLN membebankan pada pemerintah daerah. Dan pemerintah daerah tentu saja mempunyai keterbatasan anggaran untuk memenuhi kebutuhan energi listrik dari 126 pulau yang ada di kabupaten Sumenep.

Kegiatan pengabdian masyarakat ini mengambil lokasi di pulau Gili Iyang, dengan pertimbangan bahwa pulau ini oleh pemerintah kabupaten Sumenep dijadikan sebagai lokasi wisata kesehatan. Dengan demikian, pembangkit listrik sel surya sangat cocok untuk mendukung program pemerintah kabupaten Sumenep, karena sel surya ini sangat ramah terhadap lingkungan. Pulau Gili Iyang berada di kecamatan dungkek, membutuhkan waktu sekitar 45 menit dari pelabuhan Dungkek dengan menggunakan perahu nelayan, ditunjukkan pada Gambar 1. Luas pulau sekitar 9,15 km², terdiri dari 2 desa, yaitu desa Banraas dan desa Bancamara.

Kelompok Penelitian Material Sel Surya, yang merupakan bagian dari Kelompok Penelitian dan

Laboratorium Bahan Maju, Departemen Fisika, FIA, ITS Surabaya, berusaha untuk terlibat, berperan aktif, dan menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari seluruh upaya dunia untuk mengatasi krisis energi, melalui penelitian, pengembangan energi terbarukan, dan mensosialisasikannya ke masyarakat (Y. Cahyono & et al., 2017).



Gambar 1. Lokasi pulau Gili Iyng.

Kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah bagian dari upaya itu semua, dan yang terpenting adalah untuk membantu meningkatkan kemandirian masyarakat pulau Gili Iyng dalam bidang energi listrik, dengan memanfaatkan energi terbarukan menggunakan teknologi fotovoltaik atau sel surya ini.

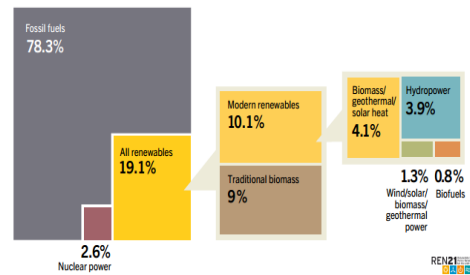
TINJAUAN PUSTAKA

Krisis Energi dan Pemanasan Global

Gambar 2 menunjukkan bahwa dunia mengandalkan dengan sangat besar kepada sumber-sumber energi tidak-terbarukan, yang memenuhi hampir 88% dari konsumsi total dunia. Jika tren ini berlanjut, maka akan ada krisis energi yang luar biasa dalam waktu dekat. Ini akan terjadi karena persediaan sangat terbatas dari bahan bakar fosil seperti minyak dan gas alam ditambah lagi dengan jumlah penduduk dunia yang terus meningkat, sehingga permintaan akan meningkat untuk sumber energi tersebut.

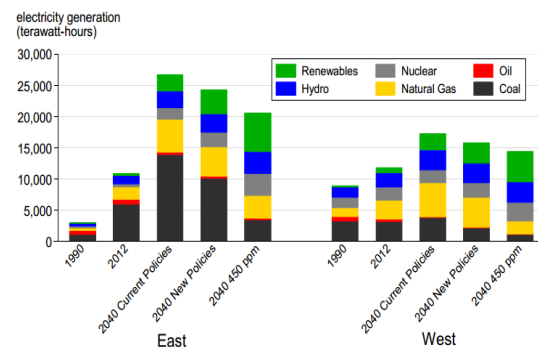
Penggunaan bahan bakar fosil yang tidak terkendali juga menyebabkan terjadinya ‘*Global Warming*’ oleh efek rumah kaca karena meningkatnya karbon dioksida (CO_2) di atmosfer. Konsentrasi CO_2 di lintang utara lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi CO_2 di lintang selatan. Ini disebabkan oleh sumber emisi yang kebanyakan berada di bagian utara. Sejak awal 1990-an, pertumbuhan ekologi terkait masalah pemanasan global (CO_2) telah menjadi pemicu untuk memanfaatkan sumber energi alternatif, seperti energi matahari, angin, hujan, pasang surut air laut, panas bumi, dan energi sel surya.

Seperti ditunjukkan dalam Gambar 3, peran berbagai energi terbarukan ke depan, diharapkan akan lebih signifikan. Salah satu energi terbarukan yang ramah lingkungan adalah energi surya yang menggunakan sistem fotovoltaik untuk mengubah energi dari matahari langsung menjadi listrik. Sistem fotovoltaik merupakan sumber energi terbaru yang tersedia secara bebas di semua negara di dunia.



Gambar 2. Konsumsi energi dunia dari sumber energi yang berbeda (REN 21, 2015).

Energi surya diperkirakan akan mencapai lebih 60% dari total energi masa depan. Karena harga minyak terus meroket dan ketersediaannya akan semakin langka, terlebih kenaikan polusi, maka solusi alternatif harus meningkatnya kesadaran tentang bahaya akibat dicari dan terus dikembangkan. Energi surya merupakan sumber energi yang sangat menjanjikan karena jumlahnya sangat besar dan sifatnya yang lebih terjaga (*sustainable*). Total energi surya yang sampai di permukaan bumi adalah $2,6 \cdot 10^{24}$ Joule setiap tahun (Yoyok Cahyono, 2018). Besar energi surya yang tersedia ini 10^4 kali besar kebutuhan energi dunia yang mencapai $2,6 \cdot 10^{20}$ joule/tahun.

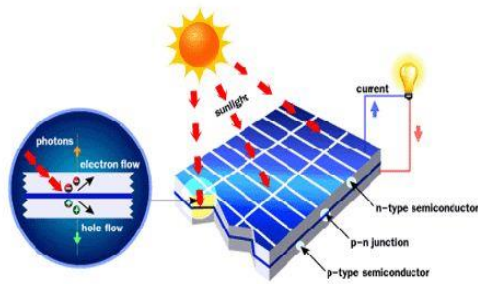


Gambar 3. Proyeksi energi listrik menurut berbagai jenis bahan (Newell, Qian, & Raimi, 2015).

Teknologi Sel Surya

Teknologi fotovoltaik (PV) merupakan suatu teknologi konversi yang mengubah cahaya menjadi listrik secara langsung (direct conversion). Peristiwa ini dikenal sebagai efek fotolistrik (photovoltaic effect). Didalam proses konversi cahaya-listrik tidak ada bagian yang bergerak, sehingga produk teknologi fotovoltaik memiliki umur teknis yang panjang (>25 tahun).

Efek fotolistrik ini terjadi pada suatu sel yang terbuat dari bahan semikonduktor. Karena sifatnya, sel ini kemudian disebut sebagai sel fotovoltaik (photovoltaic cell) atau sering juga disebut sebagai sel surya (solar cell). Sel fotovoltaik merupakan komponen terkecil didalam sistem energi surya fotovoltaik. Sinar matahari yang menimpa permukaan sel diubah secara langsung menjadi listrik sebagai akibat terjadinya pergerakan pasangan elektron-hole, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Prinsip dasar kerja sel surya (Street, 1991).

Sejumlah sel surya secara elektrik dihubungkan satu sama lain dan dipasang pada struktur pendukung atau frame yang disebut modul fotovoltaik. Modul ini dirancang untuk pasokan listrik pada tegangan tertentu, misalnya sistem yang sudah umum, yaitu, 12 volt. Arus yang dihasilkan secara langsung tergantung pada seberapa banyak cahaya menerpa permukaan cell. Beberapa modul dapat dihubungkan bersama untuk membentuk sebuah array. Secara umum, semakin besar wilayah modul atau array, semakin banyak listrik yang akan dihasilkan. Modul fotovoltaik dan array menghasilkan listrik arus searah (dc). Modul dan array ini secara elektrik dapat dihubungkan baik secara seri dan paralel untuk menghasilkan kombinasi tegangan dan arus yang dibutuhkan.

Perangkat PV yang paling umum pada saat ini menggunakan satu junction, atau interface, untuk menciptakan medan listrik dalam semikonduktor seperti sel PV. Dalam sel PV junction-tunggal, hanya foton yang energinya sama dengan atau lebih besar dari celah pita dari bahan sel yang dapat membebaskan elektron untuk sebuah rangkaian listrik. Dengan kata lain, respon fotovoltaik sel junction-tunggal terbatas pada bagian spektrum matahari yang energinya berada di atas band gap dari bahan yang menyerap sinar matahari dan energi foton yang lebih rendah tidak digunakan.

Salah satu aplikasi teknologi PV yang disosialisasikan di pulau Gili Iyang adalah *Solar Home System*, yang diterapkan pada rumah tinggal, tempat ibadah, puskesmas, dan instansi pemerintah di daerah terpencil. Komponen utama yang digunakan adalah modul surya, baterai/aki, regulator baterai, inverter, dan kabel. Secara skematis sistem ini terlihat pada Gambar 5.

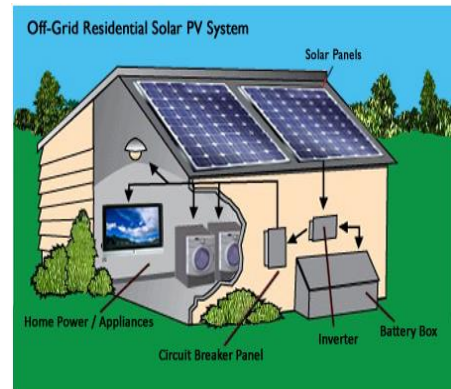
Selengkapnya komponen sistem sel surya atau PV adalah :

a. Modul Surya

Modul surya merupakan komponen utama dari PV yang dapat menghasilkan energi listrik DC. Panel surya terbuat dari bahan semikonduktor yang apabila disinari oleh cahaya matahari dapat menghasilkan arus listrik.

b. Aki

Aki atau baterai merupakan penyimpan energi listrik. Baterai yang cocok digunakan untuk PV adalah baterai *deep cycle lead acid* yang mampu menampung kapasitas 100 Ah, 12 V, dengan efisiensi sekitar 80%. Waktu pengisian baterai/aki sekitar 10 jam.



Gambar 5. *Solar Home System* & komponen-komponennya.

c. Regulator Aki

Alat ini untuk mengatur pengisian arus listrik. Manfaat dari alat ini untuk menghindari *full discharge* dan *overloading* serta memonitor suhu baterai. Kelebihan tegangan dan pengisian dapat mengurangi umur baterai. *Regulator* baterai dilengkapi dengan *diode protection* yang menghindarkan arus DC dari baterai agar tidak masuk ke panel surya lagi.

d. Inverter

Inverter adalah alat yang mengubah arus DC menjadi AC sesuai dengan kebutuhan beban-beban yang menggunakan arus AC.

e. Kabel

Kabel yang digunakan untuk instalasi PV adalah kabel khusus yang dapat mengurangi *loss* (kehilangan) daya, pemanasan pada kabel, dan kerusakan pada perangkat.

STRATEGI, RENCANA KEGIATAN, DAN KEBERLANJUTAN

Strategi

Strategi yang akan ditawarkan dalam penyelesaian masalah pada program pengabdian masyarakat ini, adalah merancang dan membuat sistem pembangkit listrik sel surya yang ramah lingkungan. Alamnya sangat tidak mendukung untuk menggunakan pembangkit listrik konvensional (PLN), yang membutuhkan biaya investasi tinggi untuk digunakan di pulau Gili Iyang. Disamping itu strategi ini sejalan dengan program pemerintah kabupaten Sume-nep yang telah menjadikan pulau Gili Iyang sebagai lokasi wisata kesehatan, dimana kualitas udaranya harus dipertahankan tetap baik (dibawah baku mutu).

Kegiatan pengabdian masyarakat pembuatan pembangkit listrik sel surya ini dilakukan karena memperhatikan beberapa prinsip, antara lain.(Dirjen Dikti, 1990)

- Dapat dioperasikan dengan mudah oleh anggota masyarakat yang masih rendah taraf ketrampilan teknologinya.
- Dapat merangsang pertumbuhan ketrampilan berteknologi masyarakat yang bersangkutan dengan mudah
- Prasarana dan sarana pendukung bagi pengoperasian teknologi ini dapat disediakan dengan mudah

Dalam penerapannya sangat memperhatikan keseimbangan dan keserasian dengan lingkungan, serta kemampuan ekonomi masyarakatnya.

Rencana Kegiatan

Seperti telah disebutkan diatas, kegiatan pengabdian masyarakat ini, merupakan proyek percontohan tentang penerapan IPTEKS yang secara keseluruhan akan memberikan nilai tambah pada masyarakat yang ada di pulau Gili Iyang. Adapun langkah-langkah kegiatan yang akan dilakukan dalam kegiatan program pengabdian masyarakat ini, adalah sebagai berikut :

- a. Persiapan perencanaan instalasi pembangkit listrik sel surya

Sebagai langkah awal perlu dilakukan studi literatur di bidang sistem kerja sel surya, perancangannya, efisiensinya, dan nilai ekonomisnya dibandingkan dengan sumber energi listrik yang lain

- b. Pembuatan sistem pembangkit listrik sel surya

Pembuatan dan perakitan instalasi pembangkit listrik sel surya, akan dilakukan di kampus ITS Sukolilo, Surabaya, tepatnya di Laboratorium Instrumentasi dan Laboratorium Material, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, ITS.

- c. Instalasi kabel listrik

Melakukan pemasangan instalasi kabel listrik di satu rumah warga di desa Banraas, dan satu lagi di rumah warga di desa Bancamara, sebagai pilot project. Pelaksanaannya akan dilakukan oleh tim dari ITS dan mahasiswa, dibantu oleh warga setempat.

- d. Uji coba Instalasi listrik sel surya

Melakukan pengujian lapangan, untuk mengetahui kinerja sel surya terpasang.

- e. Pelatihan dan Pembinaan pada Masyarakat

Adapun Pelatihan dan Pembinaan pada Masyarakat yang akan dilakukan, adalah :

- Membangun kesadaran masyarakat pulau Gili Iyang untuk mendayagunakan energi terbarukan.
- Memberi kemampuan dalam pengoperasian dan perawatan instalasi pembangkit listrik sel surya.

Keberlanjutan

Tim sangat menyadari bahwa pemberdayaan masyarakat bukan seperti orang buang air besar, selesai ditinggal. Seharusnya pemberdayaan masyarakat seperti orang menanam bunga. Tiap hari harus disiram dan dirawat, sehingga kelak kita akan menikmati keharmonisan semerbak bunganya. Kita memang harus kesana lagi untuk memantau kegiatan yang sdh dilakukan.

HASIL KEGIATAN DAN PEMBAHASAN

Perancangan dan uji coba pembangkit listrik sel surya dilakukan di ITS, tepatnya di Laboratorium Fisika Modern dan Gelombang, Departemen Fisika, FIA. Ini dimaksudkan supaya pelaksanaan kegiatan pengabdian di lokasi di pulau Gili Iyang bisa berjalan lancar. Kegiatan perancangan dan uji coba sistem terlihat pada Gambar 6.

Tepat jam 7 malam bertempat di rumah bapak kepala desa Banraas, sosialisasi pembangkit listrik sel surya ini dilaksanakan, ditunjukkan pada Gambar 7. Mengingat kultur masyarakat madura pada umumnya yang agamis, maka untuk mensukseskan acara sosialisasi ini maka acara dikemas suasana dan tema pengajian. Materi pertama adalah 'Al-Quran dan Sains', dengan menggunakan bahasa madura. Materi kedua dilakukan oleh ketua tim dengan materi 'Pentingnya energi alternatif pembangkit listrik tenaga sel surya (PLTS) di pulau Gili Iyang'. Setelah itu acara dilanjutkan dengan sesi tanya jawab. Banyak sekali pertanyaan-pertanyaan menarik dari masyarakat berkaitan dengan pemanfaatan energi terbarukan seperti sel surya, angin, dan lain sebagainya



(a)



Gambar 6. Perancangan dan uji coba sistem pembangkit listrik sel surya, di Lab. Fisika Modern dan Gelombang, Departemen Fisika, FIA, ITS Surabaya.

Instalasi dan bimbingan teknis dilakukan di 2 lokasi, yaitu rumah pak kepala desa Banraas dan masjid 'Hidayatul Islam' yang berlokasi di desa Banraas. Ada perubahan dari rencana semula, dimana salah satunya akan diinstalasi di salah satu rumah penduduk di desa Bancamara. Ini tidak lain karena antusiasme masyarakat desa Banraas yang begitu tinggi terhadap penggunaan sel surya. Pemberdayaan masjid setempat juga menjadi pertimbangan yang lain. Kebutuhan akan adanya listrik di masjid 'Hidayatul Islam' digunakan untuk pengeras suara dan penerangan untuk kegiatan anak-anak setempat untuk belajar mengaji. Kegiatan instalasi dan bimbingan teknis di dua lokasi tersebut ditunjukkan pada Gambar 8.



(a)



(b)

Gambar 7. Salah satu sudut suasana sosialisasi pemanfaatan energi sel surya di desa Banraas pulau Gili Iyang, Sumenep.



(a)



(b)



(c)

Gambar 8. Instalasi dan bimbingan teknis pilot project 'PLTS' di rumah kepala desa Banraas (a) dan (b), dan Masjid Hidayatul Islam desa Banraas, Gili Iyang (c).

Kegiatan instalasi dan bimbingan teknis PLTS di desa Banraas ini diikuti oleh pemuda-pemuda dan tokoh masyarakat setempat. Mengingat tingkat pendidikan peserta yang umumnya masih rendah, pembimbingan teknis dilakukan dengan cara 'obrolan santai sambil praktek'. Materi yang diberikan meliputi :

- Cara merancang sistem PV atau jaringan PLTS untuk rumah tangga (masjid)

Langkah-langkah perancangan meliputi mencari total beban pemakaian per hari, menentukan ukuran kapasitas modul surya yang sesuai dengan beban pemakaian, dan menentukan kapasitas baterai/aki.

- Instalasi

Lokasi pemasangan harus terletak di lapangan terbuka yang tidak terhalangi oleh pohon raksasa atau bangunan tinggi. Posisi instalasi diharapkan miring menghadap ke utara disebabkan karena letak Indonesia di sebelah selatan bumi. Lokasi baterai/aki sebaiknya diletakkan di tempat yang lembab dan jauh dari jangkauan anak-anak. Sedangkan asesoris panel surya yang lain yang letaknya di luar ruangan harus resistan terhadap sinar matahari. Posisi regulator harus mudah diakses untuk memudahkan pengecekan dan perawatan.

- Perawatan (maintenance)

Perawatan meliputi penggantian modul sel surya, lampu, aki (baterai), dan hal-hal lain yang berkaitan bagaimana sistem listrik sel surya ini bisa hidup dan bisa dimanfaatkan selama mungkin. Bagi sebagian kecil penduduk desa Banraas, pemanfaatan teknologi sel surya ini bukan sesuatu yang baru, karena sebagian dari mereka sudah menggunakan teknologi ini. Cuma persoalannya mereka ada kesulitan dalam hal perawatan (*maintenance*).

KESIMPULAN

Kesimpulan

Telah dilakukan kegiatan pengabdian kepada masyarakat desa Banraas pulau Gili Iyang, melalui sosialisasi pemanfaatan energi terbaru-kan menggunakan sistem pembangkit listrik tenaga sel surya untuk rumah tangga (*Solar Home System*). Dengan demikian,

diharapkan pemahaman terhadap pemanfaatan energi terbarukan akan meningkat, sehingga pada akhirnya akan terbentuk kemandirian masyarakat pulau Gili Iyang dalam bidang energi listrik akan terwujud.

Ada antusiasme dan semangat yang besar dari masyarakat desa Banraas, pulau Gili Iyang, terutama kelompok pemudanya, untuk belajar hal-hal yang baru tidak terkecuali untuk pemanfaatan energi matahari sebagai energi listrik untuk memberdayakan potensi wilayahnya. Kesulitan dalam hal perawatan (*maintenance*), penghematan daya, dan pemanfaatan sel surya kearah yang lebih luas telah menjadi tambahan yang menarik bagi mereka.

Dibutuhkan kunjungan dan pendampingan yang berkelanjutan untuk memaksimalkan penggunaan energi matahari berbasis sel surya ini. Masih banyak potensi yang ada di pulau tersebut yang belum dikembangkan dan diberdayakan secara maksimal.

Saran

Diperlukan adanya inspeksi dan perawatan secara berkala guna menjaga kualitas kerja dan kontinuitas penggunaan sistem sel surya. Dalam perencanaan perancangan sebuah alat diperlukan desain yang detail

sehingga memudahkan pengerjaan alat tersebut serta mengurangi terjadinya kesalahan-kesalahan dalam pemasangan atau instalasinya

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini difasilitasi dan didanai oleh LPPM ITS Surabaya, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Pengabdian Masyarakat, No: 038839.108/IT2.11/PN.01.00/2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono, Y. (2018, March). *Pengembangan Film Intrinsik Lapis Jamak Sel Surya Berbasis Silikon Amorf Terhidrogenasi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, Indonesia.
- Cahyono, Y., & et al. (2017). *Pemberdayaan Masyarakat melalui Pemanfaatan Energi Terbarukan Di Pulau Kangean, Kab. Sumenep*. Surabaya.
- Dirjen Dikti. (1990). *Pengantar Pengembangan, Penerapan dan Penyebarluasan Teknologi Tepat Guna*. Jakarta: Depdikbud.
- Newell, R. G., Qian, Y., & Raimi, D. (2015). *Global Energy Outlook 2015*. The International Energy Forum (IEF) and Duke University Energy Initiative.
- REN 21. (2015). *Renewables 2015 Global Status Report*.
- Street, R. (1991). *Hydrogenated amorphous silicon*. Cambridge University Press.