

DISEMINASI TEKNOLOGI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI KAWASAN PULAU CEMARA SEBAGAI PULAU MANDIRI ENERGI

¹²Jaka Windarta*), ¹Hartuti Purnaweni, ¹³Asep Yoyo Wardaya, ²Bimo Bagaskoro, ²Ardhito Pratama

¹Magister Energi Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.

²Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang.

³Departemen Fisika Universitas Diponegoro, Semarang.

Email : jokowind@yahoo.com

Abstrak

Energi listrik merupakan sumber energi yang paling banyak dimanfaatkan oleh teknologi penunjang kehidupan manusia saat ini. Kondisi geografis Indonesia yang berupa kepulauan mengakibatkan distribusi energi listrik belum dapat menyeluruh merambah hingga ke pulau-pulau kecil disekitar pulau utama. Ketersediaan sumber energi listrik secara tidak langsung mempengaruhi laju pembangunan infrastruktur pada suatu daerah. Salah satu pulau yang belum terjangkau oleh energi listrik adalah Pulau Cemara di Desa Sawojajar, Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes. Pulau Cemara merupakan salah satu alternatif tempat wisata akan tetapi belum terdapat fasilitas umum seperti penerangan jalan. Kondisi ini antara lain diakibatkan belum terdapatnya sumber energi listrik di Pulau Cemara. Berangkat dari kondisi tersebut tim pengabdian masyarakat Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro merencanakan inisiasi PLTS sebagai sumber energi listrik terbarukan yang dapat diimplementasikan di Pulau Cemara. PLTS yang digunakan akan menggunakan konfigurasi off grid, kapasitas pembangkitan setara 1.200 Wp, dilengkapi baterai 4x100 Ah, dan menggunakan inverter berkapasitas 2.000 VA. Dengan ketersediaan sumber energi listrik di Pulau Cemara diharapkan dapat memacu laju pembangunan infrastruktur di Pulau Cemara, sehingga dapat berdampak pula pada peningkatan daya tarik Pulau Cemara sebagai salah satu destinasi wisata di Kabupaten Brebes dan sebagai ikon pulau mandiri energi.

Kata Kunci: PLTS, Off grid, Pulau Cemara, Energi Terbarukan

1 Pendahuluan

Salah satu daerah berpotensi pariwisata dengan nuansa alam adalah Pulau Cemara yang terletak di Desa Sawojajar, Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes. Pulau tersebut merupakan pulau kecil dengan ukuran 0,12 x 5 kilometer di sebelah utara Kabupaten Brebes. Pulau ini menawarkan keindahan menawan panorama pantai dengan deretan dan sejuknya pohon cemara. Objek wisata ini mulai banyak diminati oleh wisatawan-wisatawan domestic dari dalam maupun luar Kabupaten Brebes karena keindahan alamnya. Namun demikian, pulau tersebut belum memiliki

sumber energi listrik sendiri. Belum adanya instalasi kelistrikan ini menjadikan kendala utama warga setempat untuk menggunakan layanan energi listrik yang optimal. Fasilitas berupa instalasi penerangan dan instalasi kelistrikan tambahan lainnya menjadi tidak optimal akibat belum adanya penyaluran suplai energi listrik di Pulau Cemara tersebut. Oleh karena itu, warga setempat yang memiliki usaha di tempat tersebut terkendala akibat belum tersambung energy listrik dan menyebabkan tidak optimalnya aktivitas wisata pantai dan alam wilayah tersebut. Potensi energi matahari seharusnya dapat dimanfaatkan sebagai energi alternative warga dalam memenuhi kebutuhan listrik di Pulau Cemara.

Dengan memperhatikan potensi dan permasalahan yang ada, diperlukan pengembangan sumber energi listrik alternatif yang dapat diimplementasikan di Pulau Cemara. Dengan adanya sumber energi listrik diharapkan dapat memacu pembangunan sekaligus meningkatkan daya tarik Pulau Cemara sebagai destinasi wisata. Sumber energi listrik yang dapat diimplementasikan di Pulau Cemara adalah memanfaatkan energi matahari dengan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Panel Surya (PLTS). Harapannya dengan pemasangan PLTS akan dapat memacu pembangunan fasilitas umum seperti bangunan permanen, penerangan jalan, sistem distribusi air menggunakan pompa air. Dengan memudahinya fasilitas umum dapat meningkatkan daya tarik Pulau Cemara. Maka tim pengabdian masyarakat Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro merencanakan inisiasi PLTS (*Off-Grid*) sebagai sumber energi listrik terbarukan yang dapat diimplementasikan di Pulau Cemara dan untuk meningkatkan daya Tarik destinasi wisata yang ada di Kabupaten Brebes.

2 Diskusi

2.1 Analisis Situasi

Perkembangan sektor pariwisata dewasa ini telah memberikan sumbangan yang cukup besar

terhadap perkembangan perekonomian Indonesia. Indonesia memiliki banyak sekali potensi pariwisata bernuansa alam. Keindahan alam tersebut sangat banyak diminati oleh wisatawan domestik maupun asing. Akan tetapi, pengelolaan terhadap potensi pariwisata belum dilaksanakan secara optimal. Hal ini dibuktikan dengan masih banyaknya daerah-daerah di pelosok Indonesia yang memiliki potensi wisata alam yang sangat indah, namun belum dikembangkan secara infrastruktur. Tidak adanya akses listrik, air bersih, dan bangunan permanen sebagai sarana penunjang pariwisata dinilai menghambat perkembangan potensi pariwisata.

Kondisi tersebut memicu ketertarikan masyarakat di sekitar daerah berpotensi pariwisata serta civitas akademik untuk menunjang perkembangan potensi pariwisata. Salah satu daerah berpotensi pariwisata dengan nuansa alam adalah Pulau Cemara, Desa Sawojajar, Kecamatan Wanasari di Kabupaten Brebes. Objek wisata ini mulai banyak diminati oleh wisatawan-wisatawan domestik dari dalam maupun luar Kabupaten Brebes karena keindahan alam yang ditawarkan olehnya. Namun demikian, pulau tersebut belum memiliki sumber energi listrik sendiri.



Gambar 1 belum terpasoknya listrik di pulau cemara

Potensi wisata yang ditawarkan oleh Pulau Cemara antara lain adalah keindahan pantai pasir di sepanjang pesisir pulau, deretan pohon cemara, hutan mangrove di sepanjang sungai menuju ke pulau, dan spot yang menarik untuk berfoto. Sudah terdapat juga beberapa fasilitas umum seperti toilet, mushola dan warung-warung makan meskipun masih dibuat dengan kondisi seadanya. Tidak adanya sumber energi listrik menyebabkan keterbatasan pengembangan potensi pariwisata tersebut. Pengelolaan potensi pariwisata pada Pulau Cemara ini masih dilakukan oleh kelompok masyarakat sekitar yang tergabung dalam Wana Lestari.

Wisata Pantai Pulau Cemara (WPPC) dikelola oleh sekelompok orang yang mana peduli akan wilayah sekitar Pulau Cemara untuk dijadikan sebagai destinasi wisata baru di Desa Sawojajar, Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes yang menyediakan pemandangan alam berupa pantai, pohon cemara, dan indahnya lautan pesisir utara Brebes. Hal ini menjadikan sarana dan prasana wilayah tersebut haruslah terjamin khususnya dalam penyediaan suplai energi listrik.



Gambar 2. potensi wisata pantai pulau cemara dengan lokasi

Belum adanya instalasi kelistrikan ini menjadikan kendala utama warga setempat untuk menggunakan layanan energi listrik yang optimal. Fasilitas berupa instalasi penerangan, penyediaan air, dan instalasi kelistrikan tambahan lainnya menjadi tidak optimal akibat belum adanya penyaluran suplai energi listrik di Pulau Cemara tersebut. Oleh karena itu, mitra terkendala akibat belum tersambungannya energi listrik dan menyebabkan tidak optimalnya aktivitas wisata pantai dan alam wilayah tersebut. Luas wilayah sebesar 120 m x 5000 m tampak gelap gulita pada malam hari akibat kurangnya penyediaan energi listrik. Potensi energi matahari seharusnya dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif warga dalam memenuhi kebutuhan listrik di Pulau Cemara. Namun, hal ini sulit untuk direalisasikan akibat kurangnya pengetahuan warga setempat dan mitra terhadap kemampuan praktiknya dalam merancang teknologi panel surya.

2.2 Permasalahan

Permasalahan-permasalahan yang telah dipaparkan pada bagian pendahuluan menyimpulkan dibutuhkan suatu solusi yang relevan. Penggunaan energi terbarukan yang ramah lingkungan dan hemat energi menjadi salah

satu solusi dalam menanggulangi permasalahan tersebut. Salah satu cara membangkitkan listrik dengan energi terbarukan adalah penggunaan sel surya, sel surya adalah peralatan yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik, baik pengkonversian secara langsung melalui *photovoltaic effect* atau tidak langsung melalui perubahan menjadi panas terlebih dahulu atau energi dengan bahan kimia.^[1]

Belum adanya sistem instalasi listrik di Pulau Cemara menjadikan fasilitas sarana dan prasarana menjadi kurang optimal pada desa mitra tersebut. Sehingga belum banyak bangunan permanen yang dijadikan tempat tinggal warga desa mitra setempat. Pulau Cemara mempunyai potensi energi baru dan terbarukan yang cukup menjanjikan, yaitu energi matahari dan energi angin. Namun, akibat kurangnya pengetahuan mitra Pokdarwis dan warga akan teknologi energi terbarukan, dan belum adanya teknisi yang dapat membantu sistem kelistrikan di desa mitra tersebut menjadikan warga setempat kesulitan dalam memperoleh akses energi listrik.

Energi listrik menjadikan salah satu faktor penting dalam menjamin aksesibilitas warga setempat khususnya wisatawan yang ingin berkunjung ke desa wisata Pulau Cemara tersebut. Energi matahari merupakan salah satu energi yang cocok diaplikasikan untuk memberikan layanan penggunaan listrik ke rumah-rumah penduduk yang ramah lingkungan. Namun, keterbatasan kemampuan SDM di bidang teknologi PLTS yang ada di wilayah setempat menjadikan kendala utama untuk mengaplikasikan sumber energi matahari sebagai instalasi kelistrikan dan penerangan pulau Cemara, selain itu terdapat keterbatasan biaya untuk pengadaan PLTS di Pulau Cemara.

Kemudian dari beberapa permasalahan tersebut dapat disimpulkan 3 permasalahan utama. 3 Permasalahan tersebut adalah :

- a. Belum adanya sistem kelistrikan yang memadai di Pulau Cemara, Desa Sawojajar, Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes sehingga fasilitas dalam menunjang kontinuitas listrik menjadi tidak optimal.
- b. Kondisi sarana dan prasarana Pulau Cemara, Desa Sawojajar, Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes kurang memadai seperti belum adanya fasilitas penerangan dan sanitasi air bersih menjadikan warga setempat kurang nyaman dan wisatawanpun kurang tertarik terhadap Pulau Cemara akibat belum tersalurkannya akses sumber energi listrik.

- c. Mitra Kelompok Sadar Wisata Pulau Cemara dan Mitra Kelompok Pelestari Sumber Daya Alam Wana Lestari serta warga setempat Pulau Cemara, Desa Sawojajar, Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes belum mengerti secara teknis terkait pemasangan instalasi dan penggunaan energi terbarukan khususnya energi matahari (PLTS).

2.3 Solusi yang Ditawarkan

Kondisi geografis pulau cemara yang berukuran 0,12 x 5 km belum memiliki bangunan permanen di dalamnya, selain itu fasilitas umum yang terdapat di dalam pulau tersebut juga masih minim. Kondisi ini diakibatkan karena tidak tersedianya sumber energi listrik sebagai sumber energi utama bagi kegiatan masyarakat lokal, akan tetapi pulau cemara cukup terkenal sebagai salah satu destinasi wisata di Kabupaten Brebes.

Dengan ketidaktersediaan sumber energi listrik di Pulau Cemara mengakibatkan tidak terdapatnya fasilitas penerangan ketika malam hari. Untuk sumber air sudah terdapat sumur artesis, akan tetapi untuk distribusi air masih manual menggunakan timba air. Ketidaktersediaan sumber energi listrik mengakibatkan pembangunan di Pulau Cemara terhambat.

Oleh sebab itu diperlukan pengembangan sumber energi listrik alternatif yang dapat diimplementasikan di Pulau Cemara. Dengan adanya sumber energi listrik diharapkan dapat memacu pembangunan sekaligus meningkatkan daya tarik Pulau Cemara sebagai destinasi wisata.

Sumber energi listrik yang dapat diimplementasikan di Pulau Cemara adalah memanfaatkan energi matahari dengan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Panel Surya (PLTS). Harapannya dengan pemasangan PLTS akan dapat memacu pembangunan fasilitas umum seperti bangunan permanen, penerangan jalan, sistem distribusi air menggunakan pompa air. Dengan memudahinya fasilitas umum dapat meningkatkan daya tarik Pulau Cemara sebagai salah satu destinasi wisata di Kabupaten Brebes. Selain itu, PLTS terbilang sangat ramah lingkungan baik dari polusi udara maupun polusi suara.

Selain penguasaan teknologi juga dilakukan kegiatan pemberdayaan masyarakat untuk melakukan pengoperasian dan pemeliharaan PLTS Pulau Cemara, sehingga PLTS tersebut dapat beroperasi secara berkelanjutan dan dikelola oleh masyarakat setempat-kelompok mitra.

2.4 Luaran dan Rencana Capaian

Luaran yang dihasilkan berupa PLTS dengan kapasitas pembangkitan 8 x 150 Wp atau setara dengan 1.200 Wp, dilengkapi dengan baterai 2 x 100 Ah untuk menyimpan energi listrik yang dibangkitkan, dan Inverter 2.000 VA untuk mengkonversi listrik DC dari baterai menjadi listrik AC untuk keperluan peralatan listrik. Sumber energi listrik AC dapat digunakan sebagai sumber energi peralatan listrik seperti: Lampu penerangan jalan, Kipas angin dan penerangan untuk mushola atau fasilitas umum lain, Pompa air bersih, Suplai listrik untuk warung/ rumah makan, Dll. Dengan tersedianya sumber energi listrik, akan dapat memacu pembangunan infrastruktur di Pulau Cemara.

Berikut adalah tabel yang menunjukkan rencana capaian beserta indikator keberhasilan program pengabdian masyarakat di Pulau Cemara

Tabel 1. Rencana dan indikator capaian

Rencana Capaian	Indikator Capaian
Menyediakan sumber energi listrik siap pakai.	Terdapat terminal sumber energi listrik yang dapat dimanfaatkan kelompok masyarakat pengelola-mitra.
Meningkatkan daya tarik Pulau Cemara sebagai destinasi wisata.	Jumlah wisatawan Pulau Cemara meningkat dibandingkan dari kondisi sebelum adanya PLTS.
Memacu pembangunan infrastruktur di Pulau Cemara.	Dibangunnya bangunan permanen dan fasilitas umum yang lebih memadahi di Pulau Cemara.

2.5 Deskripsi Teknologi dan Hasil Uji

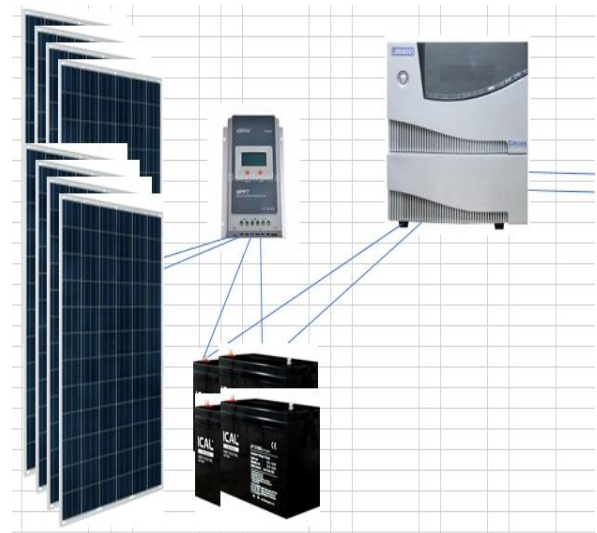
A. Deskripsi Teknologi

Energi yang dipancarkan matahari berupa foton mengenai permukaan solar panel, kemudian akan membangkitkan energi listrik DC pada solar panel. Energi listrik DC kemudian disalurkan menuju ke baterai untuk disimpan. Energi listrik dalam baterai masih berupa listrik DC, kemudian dikonversi oleh inverter untuk mengubah arus listrik DC menjadi AC agar dapat dimanfaatkan pada berbagai alat-alat elektronik.^[3]

Ketika pagi hingga sore hari solar panel melakukan pengisian daya ke dalam baterai disamping itu daya yang tersimpan dalam baterai dikonsumsi untuk keperluan energi listrik di siang hari, seperti pompa air bersih, kipas angin, dll. Ketika malam hari solar panel tidak melakukan pengisian daya ke dalam baterai, karena tidak ada sumber foton dari matahari. Pada malam hari energi listrik yang disimpan di dalam baterai dikonsumsi untuk kepentingan penerangan jalan.

Dibidang industri atau komersial, akademik, dan penelitian dibutuhkan kerjasama dalam memproduksi beberapa inovasi di bidang energi, khususnya pada bidang energi panas matahari sebagai energi alternatif dikarenakan di Indonesia energi panas matahari memiliki potensi yang sangat besar dan dapat dikembangkan.^[2]

Sedangkan untuk konfigurasi PLTS yang akan diimplementasikan pada Pulau Cemara adalah menggunakan konfigurasi *Off Grid System*. *Off grid System* adalah sistem pembangkit listrik tenaga surya yang hanya mengandalkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi utama dengan menggunakan photovoltaic modul (Solar PV) untuk menghasilkan energi listrik, sistem ini biasa disebut dengan *Stand-Alone PV System*. *Off Grid System* PLTS biasanya diterapkan pada daerah-daerah yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN ataupun sumber energi listrik yang lain.



Gambar 3. konfigurasi PLTS

B. Hasil Uji

Dari beberapa peralatan tersebut, diperlukan pengujian terlebih dahulu untuk memastikan keamanan dan efisiensi dari peralatan yang akan digunakan. Beberapa pengujian itu meliputi pengujian pada Solar PV, pengujian pada baterai,

dan pengujian pada inverter sebagai komponen utama dalam pembuatan PLTS. Adapun solar charger controller tidak dilakukan pengujian, karena hanya dapat dilihat ketika PLTS sudah beroperasi secara menyeluruh yang kemudian dapat diasumsikan sudah beroperasi dengan baik.

Berikut beberapa gambar hasil pengujian komponen utama pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya :

- Pengujian solar PV

Tabel 2. Hasil Uji Solar Panel

Lokasi	Solar Panel	Isc (A)	Voc (V)	Irradiance (W/m ²)	Suhu (°C)
Pulau Cemara	PV 1	4.04	19.34	902	52.9
	PV 2	4.54	19.58	902	54
	PV 3	4.60	19.6	903	53.6
	PV 4	4.64	19.63	900	57.6
	PV 5	4.64	19.61	902	55.2
	PV 6	4.40	19.62	903	56.7
	PV 7	4.47	19.56	886	54.7
	PV 8	4.51	19.57	890	54.2
Pintu Gerbang	PV 9	4.32	20	904	55.4
	PV 10	4.93	20	893	56.2
	PV 11	4.87	20	934	57.1

Dari tabel 2, ditampilkan hasil uji 11 solar PV yang dipasang di dua lokasi berbeda. Pengujian dilakukan per unit untuk mengetahui keadaan solar PV. Dari hasil pengujian didapatkan rata-rata irradiance yang didapat berkisar antara 886-934 W/m² dan menghasilkan arus hubung singkat sebesar 4-4.93 A. Kemudian dalam kondisi suhu 52.9-57.6 °C dapat menghasilkan tegangan open circuit antara 19.3-20 Volt.

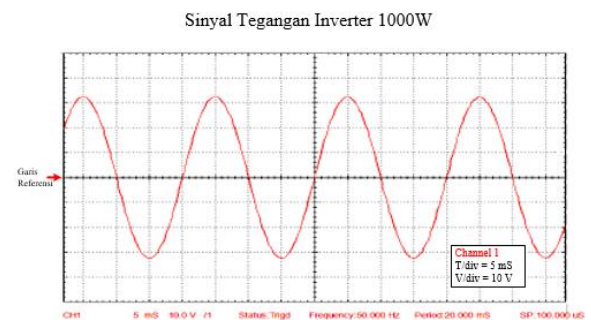
- Pengujian baterai

Tabel 3. Hasil Uji Baterai

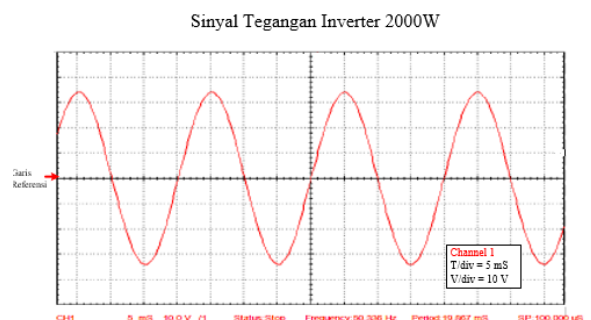
Lokasi	Baterai	Vout (V)	SOH (%)	SOC (%)	CCA	Internal Resistance (mΩ)
Pulau Cemara	Batt 1	12.37	100	57	769	4.04
	Batt 2	12.30	100	50	896	3.47
	Batt 3	12.51	100	69	929	3.34
	Batt 4	12.74	100	94	692	4.49
Pintu Gerbang	Batt 5	13.03	100	100	1055	2.94
	Batt 6	13.09	100	100	1050	2.92

Dari hasil pengujian baterai di tabel 3, dapat dilihat bahwa kondisi baterai dapat dikatakan baterai dalam kondisi baik dimana SOH (State of Health) dari baterai bernilai 100 % serta memiliki internal resistance dibawah 5 mΩ.

- Pengujian inverter



Gambar 4. sinyal tegangan output inverter 1000 watt



Gambar 5. sinyal tegangan output 2000 watt

Pada gambar 4 dan gambar 5 dapat dilihat memiliki gelombang sinus yang sempurna, sehingga dapat dikatakan bahwa inverter berfungsi sebagaimana semestinya, yaitu

mengubah tegangan dan arus DC menjadi berbentuk AC.

3 Kesimpulan

1. Permasalahan di kawasan wisata pantai pulau cemara adalah tidak adanya listrik sebagai sarana untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dalam mengelola kawasan wisata pantai pulau cemara.
2. Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang sangat ramah lingkungan dapat menjadikan wisata pantai pulau cemara sebagai wisata mandiri energi yang ramah lingkungan, dan dapat menjadi sebuah wisata edukatif.
3. Dari hasil pengujian PLTS, solar PV dikatakan dalam kondisi yang baik, karena sesuai dengan spesifikasi yang ditampilkan solar PV. Penggunaan solar PV juga sesuai dengan kondisi lingkungan dimana irradiance yang didapat berkisar antara 886-934 W/m² dan menghasilkan arus hubung singkat sebesar 4-4.93 A. Kemudian dalam kondisi suhu 52.9-57.6 °C dapat menghasilkan tegangan open circuit antara 19.3-20 Volt.
4. Pengujian baterai juga menunjukkan kondisi baterai yang 100% dari segi SOH (*State of Health*). Sehingga baterai dapat dipastikan berfungsi hingga waktu yang maksimal.
5. Dalam pengujian inverter didapatkan gelombang sinus yang sempurna, dan juga hasil tegangan keluaran berkisar antara 220-230 Volt, dimana sudah sesuai dengan tegangan keluaran yang telah ditetapkan PLN (Perusahaan Listrik Negara).

4 Daftar Pustaka

- [1] Swami Rashmi, 2012, Solar Cell, International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 2, ISSN 2250-3153.
- [2] Wijnker Mara, 2011, Capacity development and strengthening for energy policy formulation and implementation of sustainable projects in Indonesia CASINDO, Development and execution of pilot research projects at the CASINDO partner universities (Eindhoven University of Technology).
- [3] Windarta Jaka, 2017, Studi Energi Pada Industri Garmen dan Tekstil, Laporan Penelitian Kerjasama Universitas Diponegoro dan H&M.