

Pelatihan Dan Pembuatan Modul Pembelajaran Penerangan Jalan Umum (PJU) Pembangkit Listrik Tenaga Surya Bagi Siswa SMK Negeri 5 Lhokseumawe

Teuku Hasannuddin¹, Hanafi², Fahmi^{3*}

^{1,3} *Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B. Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA*

^{1*}Teuku Hasannuddin@pnl.ac.id (penulis korespondensi)

Abstrak— Kegiatan pengabdian masyarakat merupakan suatu wahana menjembatani antara kegiatan kampus dengan kehidupan masyarakat secara langsung. Masyarakat selalu sangat menanti kehadiran insan kampus di lingkungan kehidupan mereka. Kegiatan ini dilakukan untuk mengatasi permasalahan peningkatan proses pembelajaran otomasi instalasi listrik untuk Penerangan Jalan Umum (PJU) berbasis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di sekolah menengah kejuruan SMK Negeri 5 Punteut Kecamatan Blang Mangat Kota Lhokseumawe yang mengalami kendala tidak dapat dilakukan karena keterbatasan peralatan PLTS. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dilakukan kegiatan rancang bangun modul trainer PJU PLTS untuk pembelajaran praktikum instalasi listrik PJU. Kegiatan ini dilaksanakan selama dua kali pertemuan di SMK Negeri 5 Lhokseumawe Jurusan Teknik Elektro. Kegiatan terdiri dari pelatihan merakit trainer PJU PLTS dengan merangkai komponen peralatan solar cell, solar charger, baterai, inverter ac-dc, photo cell dan lampu. Hasil pelaksanaan rancang bangun modul trainer PJU PLTS dapat bermanfaat bagi para guru dan SMK Negeri 5 Punteut Kecamatan Blang Mangat Kota Lhokseumawe sehingga menghasilkan proses belajar mengajar dengan siswa kompeten dibidang otomasi instalasi listrik dibuktikan dengan sertifikat kompetensi bidang PJU PLTS.

Kata kunci— PJU, PLTS, Solar Cell, Inverter, Charger

Abstract— Community service activities are a vehicle to bridge campus activities with direct community life. The community always looks forward to the presence of campus people in their environment. This activity was carried out to overcome the problem of improving the learning process for automation of electrical installations for Public Street Lighting (PJU) based on Solar Power Plants (PLTS) at vocational high school SMKN 5 Punteut, Blang Mangat District, Lhokseumawe City, which experienced problems which could not be carried out due to limited PLTS equipment. . To overcome this problem, a PJU PLTS trainer module design activity was carried out for practical learning of PJU electrical installations. This activity was carried out during two meetings at SMK Negeri 5 Lhokseumawe, Department of Electrical Engineering. The activity consisted of training in assembling a PLTS PJU trainer by assembling equipment components for solar cells, solar chargers, batteries, ac-dc inverters, photo cells and lights. The results of implementing the design and construction of the PJU PLTS trainer module can be useful for teachers and SMKN 5 Punteut, Blang Mangat District, Lhokseumawe City, resulting in a teaching and learning process with competent students in the field of electrical installation automation, proven by a competency certificate in the field of PJU PLTS.

Keywords— PJU, PLTS, Solar Cell, Inverter, Charger.

I. PENDAHULUAN

Politeknik Negeri Lhokseumawe terletak lebih kurang 7 KM dari pusat kota Lhokseumawe dan tepatnya dalam wilayah Kecamatan Blang Mangat dan merupakan satu-satunya politeknik negeri yang ada di Propinsi Aceh. Mengingat Politeknik Negeri Lhokseumawe letaknya lebih kurang 800 m dari SMKN 5 Punteut Kecamatan Blang Mangat Kota Lhokseumawe maka selayaknya Politeknik Negeri Lhokseumawe memberikan perhatian khusus kepada siswa tersebut khususnya yang berhubungan dengan Tridarma perguruan Tinggi. Pada saat ini SMKN 5 Punteut Kecamatan Blang Mangat Kota Lhokseumawe dibawah pimpinan Nuradinen,S.Pd,M.Pd dengan akreditasi sekolah B.[1][2]

Jika dilihat dari keberadaan Siswa SMKN 5 Lhokseumawe 224 orang ,yang terdiri dari 142 siswa laki-laki dan 82 siswa perempuan Untuk siswa Jurusan Instalasi tenaga Listrik SMKN 5 Lhokseumawe yang berjumlah 53 orang sangat membutuhkan pendalaman dan pengembangan dibidang otomasi instalasi listrik khususnya di bidang pengaturan/kontrol penerangan jalan umum (PJU) berbasis pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dalam proses belajar mengajar di SMKN 5 Lhokseumawe. Dengan adanya proses belajar mengajar di bidang PJU berbasis PLTS siswa dapat mengikuti uji kompetensi di bidang otomasi instalasi listrik PJU PLTS untuk mendapatkan sertifikat kompetensi. Dengan memiliki sertifikat kompetensi dapat berguna dan

memudahkan bagi siswa dalam mendapatkan pekerjaan setelah menyelesaikan pendidikan di SMKN 5 Kota Lhokseumawe. Untuk mendapatkan capaian pembelajaran sebagai yang diuraikan pada paragraf diatas ada beberapa permasalahan diantaranya:

1. Belum memiliki peralatan PJU PLTS yang cukup memadai untuk proses belajar mengajar instalasi listrik.
2. Belum memiliki modul pembelajaran tentang PJU PLTS yang bekerja secara otomasi berdasarkan intensitas cahaya.

II. METODOLOGI PELAKSANAAN

A. Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Tempat pelaksanaan pelatihan dan pembuatan modul PJU PLTS di Laboratorium Pembangkit Energi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe pada hari Rabu-Kamis 29-30 Mei 2024.

B. Solusi dan Justifikasi

Justifikasi permasalahan di atas kami mencoba merancang modul trainer instalasi listrik PJU PLTS untuk siswa SMKN 5 Lhokseumawe tersebut untuk memperoleh ketrampilan dibidang otomasi instalasi listrik sehingga ketrampilan tersebut sebagai modal dasar untuk memperoleh sertifikat kompetensi bidang PJU PLTS sehingga memudahkan mendapatkan pekerjaan setelah lulus dari SMK. Oleh sebab

hasil analisis kami menyimpulkan bahwa perlunya pendidikan dan pelatihan dibidang otomasi instalasi listrik PJU PLTS

C. Langkah-langkah Kegiatan

Tahapan Persiapan adalah tahap dimana dilakukan kegiatan koordinasi internal dan eksternal. Koordinasi internal adalah koordinasi yang dilakukan oleh tim pengusul yang meliputi kegiatan penyusunan materi atau persiapan modul, persiapan bahan praktek. Selain itu juga dilakukan koordinasi eksternal, yaitu koordinasi yang dilakukan dengan mitra yang dipilih. Kegiatan koordinasi diarahkan untuk menentukan jumlah peserta pelatihan, persyaratan dasar yang harus dimiliki oleh peserta pelatihan, jadwal serta waktu peserta pelatihan penerapan IPTEK.

Pelaksanaan Pelatihan kegiatan pelatihan dilaksanakan dengan 2 kali pertemuan seperti ditunjukkan pada Tabel.1

Tabel 1.Uraian Kegiatan Pelatihan

Pertemuan	Kegiatan	Petugas Pelaksana
1	Pembukaan Pelatihan, uji kemampuan dasar dan penjelasan tentang Instalasi Penerangan PJU berbasis PLTS	Teuku Hasanuddin, ST,M.Eng
2	Menjelaskan cara Pembuatan Modul PJU berbasis PLTS	Teuku Hasanuddin, ST,M.Eng
3	Pelatihan singkat pengoperasian Modul PJU berbasis PLTS	Hanafi,ST,MT
4	Evaluasi	Fahmi, S,Si,M.Si

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Model Rancangan PJU PLTS

Pada pelatihan dan pembuatan modul PJU PLTS dirancang seperti dalam bentuk diagram pada Gambar 1. berikut ini.



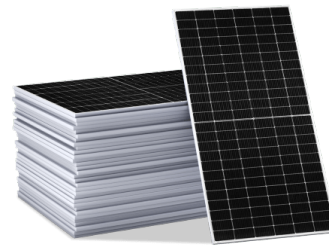
Gambar 1. Model Rancangan PJU PLTS

Fungsi dari komponen pada perancangan modul PJU PLTS dapat dijelaskan sebagai berikut ini.

1. Panel Surya [3-7]

Photovoltaic terdiri dari dua kata yaitu photo dan volta. Photo yang berarti cahaya (dari bahasa Yunani yaitu phos, photos: cahaya) dan Volta (berasal dari nama seorang fisikawan italia yang hidup antara tahun 1745-1827 yang bernama Alessandro Volta) yang berarti unit tegangan listrik.

Dengan kata lain, arti photovoltaic yaitu proses konversi cahaya matahari secara langsung untuk diubah menjadi listrik. Oleh karena itu, kata photovoltaic biasa disingkat dengan PV. Photovoltaic seperti ditunjukkan pada Gambar 2. merupakan elemen aktif (semikonduktor) yang memanfaatkan efek photovoltaic untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik tanpa penggunaan bahan bakar. Unjuk kerja PLTS sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu factor lingkungan, faktor temperaturPV modul, faktor kondisi cuaca lingkungan dan faktor Intensitas cahaya matahari. (I.W.G.A Anggara, 2014). Sel Surya yang mendapat penyinaran sinar matahari merupakan salah satu sumber energi yang sangat menjanjikan.



Gambar 2. Panel Surya (<https://solterra.co.id/>)

Sudut kemiringan memiliki dampak yang besar terhadap radiasi matahari dipermukaan modul surya. Daya maksimum selama satu tahun akan diperoleh ketika sudut kemiringan modul surya sama dengan lintang lokasi. Sistem pengaturan berfungsi memberikan pengaturan dan pengamanan dalam suatu PLTS sedemikian rupa sehingga sistem pembangkit tersebut dapat bekerja secara efisien dan handal. Peralatan pengaturan di dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya ini dapat dibuat secara manual, yaitu dengan cara selalu menempatkan kearah matahari, atau dapat juga dibuat secara otomatis. Gerakan Modul secara otomatis dapat dilakukan dengan menggunakan rangkaian elektronik. Untuk menentukan arah sudut kemiringan modul surya harus disesuaikan dengan letak geografis lokasi pemasangan modul tersebut. Penentuan sudut pemasangan modul surya ini berguna untuk membenarkan penghadapan modul surya ke arah garis khatulistiwa. Pemasangan modul surya ke arah khatulistiwa dimaksudkan agar modul surya mendapatkan penyinaran yang optimal. Modul surya yang terpasang di khatulistiwa (lintang = 0°) yang diletakan mendatar (tilt angle = 0°), akan menghasilkan energy maksimum.

2. Inverter DC To AC [10][11]

Inverter adalah sebuah perangkat yang bisa mengkonversikan tegangan searah/DC ke tegangan bolak-balik/AC dengan besar tegangan dan frekuensi yang diinginkan. Sumber tegangan input inverter bisa berupa baterai, PV, accumulator/aki, dan sumber tegangan DC lainnya. Adapun output dari inverter berupa tegangan AC 220 volt atau 120 volt dan memiliki frekuensi output 50 Hz ataupun 60 Hz. Modul inverter dengan sumber DC panel surya dapat dilihat pada Gambar 3, terdiri dari panel surya yang terhubung ke 6 buah komponen pensaklaran dengan sudut konduksi yang berbeda. Dalam

sistem pembangkit listrik tenaga surya, inverter merupakan peralatan utama yang digunakan untuk mengkonversikan tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik .



Gambar 3. Inverter DC To AC

3. Baterai

Fungsi dari baterai pada PLTS pada Gambar 4 adalah untuk menyimpan energi listrik yang yang dikonversikan oleh panel surya dari energi matahari. Penyimpan energi dibutuhkan karena sinar matahari hanya didapat pada siang hari bila dalam kondisi tidak hujan sedangkan PLTS harus beroperasi secara kontinue baik dalam kondisi sinar matahari ada atau tidak.. Jenis baterai yang umum digunakan adalah jenis asam timbal. Kapasitas baterai yaitu kemampuan baterai menyimpan daya listrik ataubesarnya energi yang dapat disimpan dan dikeluarkan oleh baterai. Besarnya kapasitas, tergantung dari banyaknya bahan aktif pada plat positif maupun plat negatif yang bereaksi, dipengaruhi oleh jumlah plat tiap-tiap sel, ukuran, dan tebalplat, kualitas elektrolit serta umur baterai. Gamabr 4 menunjukkan kapasitas energi suatu baterai dinyatakan dalam ampere jam (Ah), misalkan kapasitas baterai 100 Ah 12 volt artinya secara ideal arus yang dapat dikeluarkan sebesar 5 ampere selama 20 jam pemakaian. Besar kecilnya tegangan baterai ditentukan oleh banyak sedikitnya sel baterai yang ada di dalamnya. Sekalipun demikian, arus hanya akan mengalir bila ada konduktor dan beban yang dihubungkan ke baterai. Kapasitas baterai menunjukan kemampuan baterai untuk mengeluarkan arus (discharging) selama waktu tertentu.



Gambar 4. Baterai

4. Solar Charger Controller [8][9]

Solar Charge Controller pada Gambar 5 adalah alat yang digunakan untuk mengontrol proses pengisian muatan listrik dari panel surya ke aki dan inverter. Terdapat setidaknya dua jenis solar controller yaitu yang menggunakan teknologi PWM (pulse width modulation) dan MPPT (maximum power point tracking). Solar controller PWM akan melakukan pengisian muatan listrik ke aki dengan arus yang besar ketika aki kosong, dan kemudian arus pengisian diturunkan secara bertahap ketika aki semakin penuh. Teknologi ini

memungkinkan aki akan terisi dalam kondisi yang benar-benar penuh tanpa menimbulkan ‘stress’ pada aki. Ketika aki penuh solar controller ini akan menjaga aki tetap penuh dengan tegangan float tertentu.



Gamabr 5. Solar Charger Controller

B. Hasil

1.Pre-Post Test

Sebelum dilaksanakan pelatihan terlebih dahulu digali kemampuan awal dari peserta dengan melakukan evaluasi. Evaluasi dilakukan dengan memberikan pre-test yaitu berupa soal-soal dalam bentuk pertanyaan tentang pemahaman terhadap PJU PLTS. Bentuk soal pre-test antara lain berkenaan dengan:

- a. Material PJU
- b. Material PLTS
- c. Fungsi dan Spesifikasi Material PJU
- d. Fungsi dan Spesifikasi Material PLTS
- e. Rangkaian PJU PLTS

Setelah dilakukan pre-test terhadap peserta pelatihan hasilnya dapat dilihat seperti ditunjukkan pada Tabel .2

Tabel 2. Hasil pretest peserta pelatihan

No	Nama	Nilai	Kemampuan
1.	Fahmi Fauzan	60	Baik
2.	Muhammad Irwan	60	Baik
3.	Radifal Fatanil Akbar	75	Baik
4.	Reza Ramadhan	75	Baik
5.	Mulhan Anugra	65	Baik

Hasil pre-test menunjukkan kemampuan awal peserta pelatihan terhadap pemahaman tentang PJU PLTS masih belum memadai. Sehingga dalam pelaksanaan pelatihan kepada peserta diberi penjelasan secara sistematis tentang dasar-dasar PJU PLTS, fungsi dari masing-masing komponen pada PJU PLTS dan diagram pengawatan seperti yang telah dijelaskan dalam metode pendekatan. Setelah peserta pelatihan memahami gambar rangkaian pengawatan, simbol-simbol yang digunakan dalam instalasi motor tenaga, peserta diberikan pelatihan pembuatan modul PJU PLTS. Hasil evaluasi yang diperoleh oleh setiap peserta pelatihan dapat dilihat seperti seperti Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Post-Test peserta pelatihan

No	Nama	Nilai	Kemampuan
1.	Fahmi Fauzan	90	Baik
2.	Muhammad Irwan	90	Baik
3.	Radifal Fatanil Akbar	100	Baik
4.	Reza Ramadhan	100	Baik
5.	Mulhan Anugra	90	Baik

2. Pengukuran dan Perakitan Komponen PJU PLTS
 Pengujian komponen PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dilakukan untuk memeriksa kesesuaian spesifikasi teknis komponen-komponen dan sistem PLTS. Berikut beberapa hal yang dilakukan untuk memeriksa komponen PLTS seperti ditunjukkan pada Tabel 4 dan Gambar 6 berikut ini.

Tabel 4. Hasil Pengujian Komponen PJU PLTS

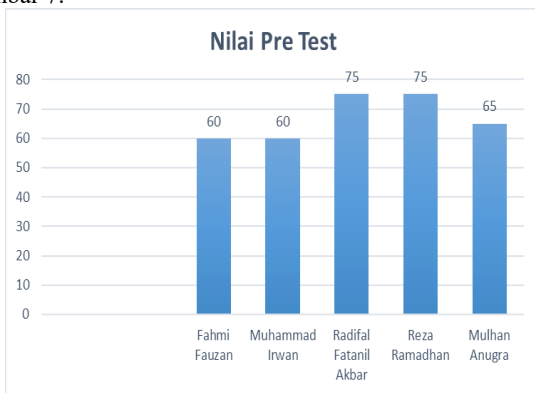
No	Komponen	Spek. Teknis	Hasil Pengujian
1	Solar cell	21,5 V,60WP	13,2 Volt
2	Inverter	12/220 V,300W	220 Volt
3	Baterai	12 Volt	12 Volt
4	Photo Cell	220V	ON (Gelap)



Gambar 6. Pengujian Komponen PJU PLTS

C. Pembahasan

Hasil pre-test seperti yang terlihat pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kemampuannya rata-rata peserta pelatihan dengan nilai 67 yaitu dengan katagori kurang baik, peserta pelatihan kurang memiliki dan memahami tentang PJU PLTS. Hasil evaluasi awal dapat ditunjukkan pada Gambar 7.



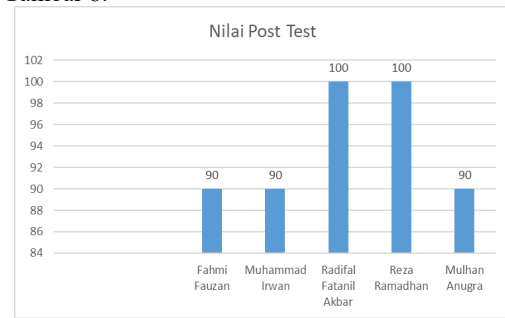
Gambar 7. Grafik nilai evaluasi awal

Dalam pelaksanaan kegiatan pelatihan ini, peserta pelatihan didampingi oleh tim pelaksana untuk memberikan panduan dan bisa saling membantu sesuai dengan tingkat kemampuannya.

Kemampuan peserta setelah pelatihan dilaksanakan dengan penerapan teori-teori pendukung yang harus diikuti oleh peserta dan diberikan petunjuk yang di dalamnya berisikan komponen-komponen PJU PLTS dan rangkaian PJU PLTS. Kemampuan peserta berdasarkan pengamatan dan evaluasi mengalami peningkatan dan sangat signifikan. Semua peserta sudah dapat memahami material dan rangkaian PJU PLTS.

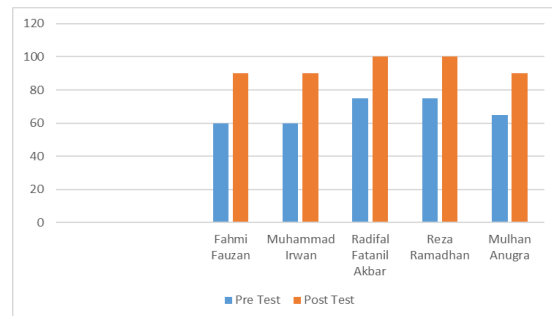
Hasil evaluasi akhir seperti yang ada dalam Table 3, evaluasi dilakukan terhadap 5 orang peserta yang mengikuti pelatihan perakitan modul PJU PLTS yaitu mempunyai nilai

rata-rata 94 dengan katagori baik, artinya dapat dinyatakan bahwa seluruh peserta telah mempunyai kemampuan untuk perakitan modul PJU PLTS adalah mencapai 90% seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik nilai evaluasi akhir

Setelah tim pelaksana melakukan evaluasi awal dan evaluasi akhir dapat dilihat perbandingan hasil evaluasi sebelum dan sesudah pelatihan seperti terlihat pada Gambar 9. Dari grafik perbandingan hasil evaluasi awal dan evaluasi akhir terlihat terjadinya peningkatan sebesar 30%. Hal ini menunjukkan bahwa pelatihan ini berhasil sesuai dengan target dari tujuan pelaksanaan pelatihan.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Evaluasi Awal dan Akhir

Hasil perancangan modul PJU PLTS untuk pembelajaran bagi siswa SMK Negeri 5 Lhokseumawe seperti ditunjukkan pada Gambar 10 berikut ini.



Gambar 10. Modul PJU PLTS

IV. KESIMPULAN

Secara umum pelaksanaan pelatihan perakitan modul PJU PLTS bagi Guru dan Siswa SMKN 5 Kota Lhokseumawe telah dilaksanakan dengan baik. Para peserta telah dibekali dengan pengetahuan dan keterampilan cara perakitan modul PJU PLTS. Berdasarkan evaluasi hasil kegiatan yang telah

dilaksanakan selama dua kali pertemuan, maka dapat disimpulkan :

1. Berdasarkan nilai yang diperoleh tingkat kemampuan awal peserta pelatihan mempunyai nilai rata-rata 67 yaitu dengan kategori cukup.
2. Setelah mengikuti pelatihan kemampuan peserta meningkat yaitu dengan nilai rata-rata 94 yaitu dengan kategori kemampuan sangat baik.
3. Perbandingan kemampuan peserta pelatihan sebelum dan sesudah pelaksanaan kegiatan terjadi peningkatan sebesar 30 %.

REFERENSI

- [1] Rusli, dkk (2022), Pelatihan Pemograman HMI NB5Q-TW00B untuk Pembelajaran Otomasi Industri Bagi Guru SMKN 5 Kota Lhokseumawe, Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe, Vol.4, No.1
- [2] Hasanuddin Teuku dkk (2020), Pelatihan Pembelajaran Online Praktikum Instalasi Otomasi Industri Dengan Aplikasi Twido Suite Selama Pandemi Covid 19 Bagi Siswa Smkn 5 Kota Hokseumawe, Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe, Vol.4, No.1
- [3] Safitri Nelly , Farhad Shahnia, Mohammad AS Masoum, 2016, "Coordination of single-phase rooftop PVs in unbalanced three-phase residential feeders for voltage profiles improvement", Australian Journal of Electrical and Electronics Engineering, Taylor & Francis
- [4] Safitri Nelly , Rachmawati, Yassir, 2018, "Electrification, Decentralization and IT/OT Digitization of Grid-Connected Rooftop PVs in Residential Feeder", GEASC (Global Engineering and Applied Science Conference) Fukuoka Japan.
- [5] Zamzami, Safitri, Nelly, Fauzi, 2018, "Non-uniform Rooftop PVs Distribution Effect to Improve Voltage Profile in Residential Feeder", Jurnal Telkomnika, Vol. 16 Issue 4.
- [6] Yassir, 2019, " Optimization of Tilt Angle for Photovoltaic: Case Study Sabang-Indonesia", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 536, IOP Publishing.
- [7] Yassir, 2019, " Optimasi Sudut Penyimpangan Panel Surya Terhadap Garis Lintang dengan Metode Algoritma Genetika, Studi Kasus: Kampus Politeknik Negeri Lhokseumawe", Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe Vol.3 No.1 .
- [8] Naim Muhammad, 2017, " Rancangan Sistem Kelistrikan Plts Off Grid 1000 Watt Di Desa Mahalona Kecamatan Towuti ", Jurnal Ilmah Teknik Mesin Dinamika Volume 9 Nomor 1 , ISBN : 2085-8817.
- [9] Naim Muhammad, 2017, " Rancangan Sistem Kelistrikan Plts On Grid 1500 Watt Dengan Back Up Battery Di Desa Timampu Kecamatan Towuti", Jurnal Ilmah Teknik Mesin Dinamika Volume 8 Nomor 2 , ISBN : 2085-8817.
- [10] Rusli, dkk, (202), Development of the Renewable Energy-Based Distributed Generation Electricity System at Politeknik Negeri Lhokseumawe, Jurnal IJMMIE Volume 2, No.1.
- [11] Hasanuddin T dkk, (2020), Perancangan Plts 10 Mw Di Gampoeng Jeulikat Sebagai Distributed Generation Pada Sistem 150 Kv Aceh, Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe, Vol.4, No.1.