

Pendampingan Siswa SMKN 1 Lingsar Kompetensi Teknik Energi Terbarukan Melalui Pelatihan Pengukuran Kualitas Daya Listrik

Agung Budi Muljono^{(1)*}, I Made Ari Nrratha⁽¹⁾, I Made Ginarsa⁽¹⁾, Sudi Mariyanto Al Sasongko⁽¹⁾, Sultan⁽¹⁾

⁽¹⁾Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram
Jl. Majapahit No. 62 Mataram, Nusa Tenggara Barat 83115, Indonesia
Email: (*) agungbm@unram.ac.id

ABSTRAK

Kompetensi bidang Teknik Energi Terbarukan yang ada SMKN 1 Lingsar Kabupaten Lombok Barat, menjadi salah satu unggulan untuk sekolah kejuruan di Nusa Tenggara Barat, yang didukung dengan laboratorium yang memadai meliputi PLTMH, PLTS dan PLTBayu. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat bertujuan peningkatan pendampingan siswa melalui pelatihan pengukuran kualitas daya listrik sesuai standar PUIL 2011 dan IEEE Std 519-1992. Metode yang digunakan presentasi, diskusi, pretest, posttest, penggunaan alat ukur kualitas daya meliputi Digital Earth Tester, Megger dan Power Harmonic Analyzer. Kegiatan ini memberikan meningkatkan pengetahuan siswa tentang kualitas daya dengan rerata nilai pretest meningkat 70,5% dari nilai posttest. Hasil kemampuan praktik 17% sangat baik, 52% baik. Tingkat kebermanfaatan kegiatan ini 83% siswa menyatakan sangat puas dan sangat bermanfaat.

Kata kunci: Era Pandemi, Kualitas Daya Listrik, Pendampingan, SMKN 1 Lingsar, Teknik Energi Terbarukan

ABSTRACT

The competence in the field of Renewable Energy Engineering at SMKN 1 Lingsar, West Lombok Regency is recognized as a leading vocational school in West Nusa Tenggara, which is equipped by adequate laboratories including MHPP, PV (Photovoltaic), and Wind Power. Community service activities aim to increase student assistance through training for electric power quality measures according to the PUIL 2011 and IEEE Std 519-1992 standards. The methods used are presentation, discussion, pretest, and posttest, the use of power quality measuring instruments including Digital Earth Tester, Megger, and Power Harmonic Analyzer. The results of this activity increase the students' knowledge about power quality with the average pretest value increasing by 70.5% from the posttest value. The results of the practice ability of 17% are excellent, 52% are good. The level of usefulness of this activity 83% of students stated that they were satisfied and useful.

Keywords: Mentoring, Power Quality, Renewable Energy Techniques, SMKN 1 Lingsar, The Pandemic Era

Submit:	Revised:	Accepted:	Available online:
12.10.2021	16.10.2021	29.10.2021	30.11.2021

PENDAHULUAN

SMK Negeri 1 Lingsar berdiri pada awal tahun 2004 bernama SMK Kecil Narmada, masih menumpang di SMP Negeri 2 Lingsar (SMKN 1 Lingsar, 2019). Pada awal tahun 2008, SMKN 1 Lingsar pindah ke gedung baru di Jl. Gora II No. 4 Batu Kumbung Kecamatan Lingsar, Lombok Barat. Sampai saat ini SMKN 1 Lingsar mempunyai 12 kompetensi keahlian meliputi bidang teknik, tata busana, pariwisata, perhotelan dan perikanan. Kompetensi keahlian yaitu Teknik Energi Terbarukan (TET), Teknik komputer, jaringan dan informatika, serta Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL), merupakan bidang kompetensi yang berkembang dan sangat banyak peminat.

Dukungan laboratorium untuk teknik energi terbarukan, jaringan komputer dan informatika di SMKN 1 Lingsar sudah cukup baik dan lengkap. Laboratorium lapangan sudah tersedia untuk pembangkit listrik mikrohidro dengan kapasitas 3×0.75 kW, sehingga total daya mikrohidro 3000 VA. Laboratorium ini terbangun atas dasar kerjasama dan bantuan luar negeri dari *Office Management Business of Millenium Challenge Corporation and Green Prosperity Project Team* (MCA) pada tahun 2015 (SMKN 1 Lingsar, 2019). Selama ini operasi PLTMH tidak optimal karena permasalahan suplai air yang tidak kontinyu. PLTMH ini hanya dapat beroperasi pada musim hujan saja, sehingga siswa hanya dapat melakukan pembelajaran cara kerja sistem mikrohidro pada saat tersebut. Walaupun demikian, antusias siswa dapat memahami cara kerja sistem mikrohidro cukup tinggi, bahkan salah satu motor induksi yang digunakan sebagai pembangkit dipelajari sistem kerjanya dengan membongkar motor tersebut di laboratorium sekolah.

Disamping laboratorium lapangan untuk energi terbarukan, terdapat bengkel untuk perakitan panel surya untuk lampu penerangan jalan. Sumber listrik cadangan yang dipergunakan di sekolah adalah dari pembangkit listrik mikrohidro dan dari pembangkit listrik tenaga bayu, dengan kapasitas kecil. Pada tahun 2019 SMKN 1 Lingsar mendapatkan hibah dari kementerian pendidikan dan kebudayaan modul PLTS sistem *roof-top* dengan kapasitas $3 \times 1,6$ kW yang melengkapi sarana laboratorium energi terbarukan yang sudah ada. Keberadaan PLTS ini memberikan kontribusi penyediaan energi listrik bagi sekolah, dan juga sebagai sarana pembelajaran siswa. Pada tahun 2019 SMKN 1 Lingsar membuka kompetensi baru yaitu bidang teknik instalasi tenaga listrik untuk berkolaborasi dengan kompetensi energi terbarukan agar dapat mengoptimalkan kembali laboratorium yang sudah ada.



Gambar 1. SMKN 1 Lingsar Lombok Barat

Gambar 1 merupakan gambaran situasi, beberapa sarana dan prasarana di SMKN 1 Lingsar Lombok Barat. SMKN 1 Lingsar mempunyai konsep *Green School* dengan memanfaatkan energi terbarukan sebagai sumber daya energi listrik di sekolah tersebut.

Dengan adanya berbagai jenis pembangkit listrik energi terbarukan dengan operasi sistem hibrid juga dengan *grid* PLN, maka perlu diperhatikan masalah kualitas daya listrik tersebut, mengingat banyak terdapatnya komponen *non-linier* baik dari sisi pembangkit maupun beban.

Ketidaksesuaian antara *power supply* dan peralatan listrik dapat menyebabkan kesalahan operasi peralatan pelanggan rumah tangga. Hal ini dapat berasal dari sistem kelistrikan internal pelanggan sendiri dan atau sistem kelistrikan eksternal atau pelanggan lain di sekitarnya atau karena penyebab alami, (Aksan, Said, & Bone, 2019). Kualitas daya listrik yang baik merupakan tuntutan konsumen tenaga listrik. Permasalahan dalam kualitas daya berhubungan dengan semua permasalahan daya listrik, harmonik berupa penyimpangan nilai tegangan/ arus, faktor daya, sistem *grounding*, *sag*, *swell* dan frekuensi dari kondisi normalnya yang dapat menyebabkan buruknya kinerja peralatan listrik konsumen (beban) atau berdampak kualitas sistem tenaga listrik, (Dugan, McGranaghan, Santoso, & Beaty, 1996). Pada fenomena ini terjadi perubahan bentuk gelombang dari gelombang dasarnya. Sifat harmonik dari tegangan dan arus adalah penyimpangan dari gelombang sinus asli atau murni. Frekuensi harmonik adalah kelipatan integral dari frekuensi fundamental dan sangat umum dalam sistem tenaga listrik. Besarnya distorsi harmonisa yang terjadi dalam suatu sistem dinyatakan dalam nilai THD (*Total Harmonic Distortion*) arus dan tegangan, (Arrillaga & Watson, 2003).

Untuk memenuhi kebutuhan standarisasi harmonisa, Institute of Electrical and Electronics Engineer (IEEE) telah mengeluarkan *IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonics Control in Electrical Power Systems* yang dibukukan sebagai standar dengan nama IEEE Std 519-1992 tahun 1992 (IEEE, 1993). Standar ini mengatur batas distorsi tegangan (THD_v) seperti diberikan pada Tabel 1 dan batas distorsi arus (THD_i) yang diberikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Batas Distorsi Tegangan pada Berbagai Tingkat Tegangan pada Titik Sambung Bersama

Tegangan Sistem	IHD _v (%)	THD _v (%)
V _{rms} ≤ 66 kV	3	5
66 kV < V _{rms} ≤ 161 kV	1,5	2,5
V _{rms} > 161 kV	1	1,5

Tabel 2. Batas Distorsi Arus untuk Sistem Distribusi Menurut IEEE Std 519-1992

Tegangan Sistem	I _{sc} /I _{load}	THD _i (%)
V _{rms} ≤ 66 kV	< 20	5
	20 – 50	8
	50 – 100	12
	100 – 1000	15
	> 1000	20
66 kV < V _{rms} ≤ 161 kV	< 20	2.5
	20 – 50	4
	50 – 100	6
	100 – 1000	7.5
	> 1000	10
V _{rms} > 161 kV	< 50	2.5
	≥ 50	4

Muljono, Nrrartha, Ginarsa, & Suksmadana (2017) mendesain sebuah sistem untuk mengidentifikasi dan mengolah kandungan harmonisa sinyal arus berbasis Arduino UNO pada beban listrik mobile. Beban listrik mobile mempunyai kandungan harmonisa arus yang sangat tinggi pada frekuensi kelipatan ganjil dari frekuensi dasar 50 Hz. Akhmalagani, Muljono, & Ginarsa, (2019) melakukan pengukuran dan simulasi pengurangan harmonisa dengan filter pasif single tune filter pada sistem PLTS On-Grid. Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur *power harmonic analyzer 3 Phase*.

Masa pandemi Covid-19 sangat berdampak hampir ke seluruh dunia termasuk Indonesia, yang berdampak proses pembelajaran bagi guru, siswa dan orang tua. Kondisi ini mengharuskan perubahan metode pembelajaran dari *offline* menjadi *online*, hal ini memberikan kendala yang

dihadapi guru maupun siswa dan sekolah dalam mempersiapkan sarana dan prasarana pembelajaran. Melihat kondisi itu, setelah memasuki masa adaptasi kebiasaan baru, tim pengabdian kepada masyarakat melakukan pendampingan untuk meningkatkan kembali kompetensi siswa secara *offline* terutama kompetensi permasalahan kualitas daya listrik secara teori dan praktik. Selama sistem pembelajaran online, siswa tidak mendapatkan pembelajaran praktik secara langsung. Disamping itu SMKN 1 Lingsar juga belum mempunyai alat ukur untuk kualitas daya listrik dan belum ada guru yang berkompoten bidang kualitas daya. Sebagai mitra dari program studi Teknik Elektro Universitas Mataram, Nnarth, Sasongko, Sultan, Muljono, & Ginarsa, (2020) melaksanakan Sosialisasi Pemanfaatan Jaringan Listrik Untuk Komunikasi Data kWh-meter di SMKN 1 Lingsar, yang memberikan keberlanjutan dengan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) sampai saat ini.

Tujuan kegiatan PKM ini adalah pendampingan siswa kompetensi keahlian TET SMKN 1 Lingsar dalam pelatihan pengukuran kualitas daya listrik di era pandemi yang hampir 2 tahun belajar secara daring. Kompetensi keahlian TET, yang mempelajari bagaimana penyediaan energi listrik dengan banyak komponen listrik *non-linier*, mengharuskan mempunyai pengetahuan tentang kualitas daya listrik yang baik. Sedangkan tujuan umum pelaksanaan PKM sebagai media sosialisasi program studi Teknik Elektro Universitas Mataram melalui kerjasama yang lebih intensif antara institusi pendidikan tingkat SMK dengan Universitas Mataram.

IDENTIFIKASI MASALAH

Era pandemi yang sudah berjalan hampir 2 tahun mengharuskan sistem pembelajaran siswa dilaksanakan secara daring, termasuk juga di SMKN 1 Lingsar. Pembelajaran sistem daring ini membatasi interaksi antara siswa dan guru dalam proses belajar mengajar baik teori maupun praktik. Melihat kondisi itu perlu diadakan pendampingan pelatihan pengukuran kualitas daya bagi siswa dan guru di SMKN 1 Lingsar, Kecamatan Lingsar, Kabupaten Lombok Barat, diharapkan dapat memberikan peningkatan pengetahuan dan keterampilan tentang kualitas daya listrik sesuai standar PUIL 2011 (Badan Standardisasi Nasional, 2011) dan IEEE Std 519-1992 (IEEE, 1993). Permasalahan dalam kualitas daya berhubungan dengan semua permasalahan daya listrik, berupa penyimpangan nilai tegangan, arus, faktor daya dan frekuensi dari kondisi normalnya yang dapat menyebabkan buruknya kinerja peralatan listrik konsumen atau berdampak kualitas sistem tenaga listrik. Kualitas daya dapat ditentukan dan dievaluasi menggunakan alat ukur *power harmonic analyzer* sesuai standar IEEE Std 519-1992.

Melalui kegiatan pelatihan ini diharapkan akan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan siswa dalam memahami permasalahan kualitas daya listrik sekaligus menggunakan alat ukurnya, sedangkan SMKN 1 Lingsar belum memiliki alat ukur *power harmonic analyzer*. Manfaat lain kegiatan sebagai sarana kerjasama antara Fakultas Teknik Universitas Mataram dengan masyarakat dan dinas terkait dan terciptanya keterampilan usaha mandiri bidang energi listrik di Provinsi Nusa Tenggara Barat.

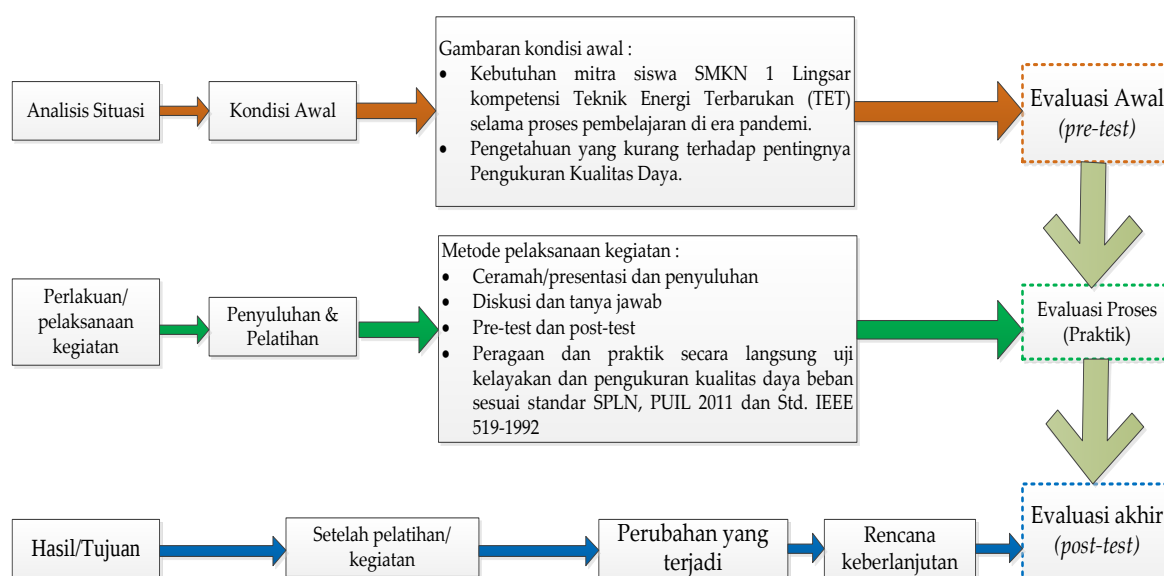
METODE PELAKSANAAN

Kegiatan ini dilaksanakan dengan metode presentasi/ceramah, peragaan, diskusi, tanya jawab, pengukuran dan praktik langsung di lapangan dengan tetap menjalankan protokol Covid-19. Pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat dibagi dalam tiga tahap, yaitu: analisis situasi awal, perlakuan dan analisis hasil dengan melakukan evaluasi setiap tahapnya dengan kegiatan evaluasi awal, evaluasi proses (evaluasi efek) dan evaluasi akhir. Metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah:

- a. Metode ceramah/penyuluhan dan diskusi. Dengan metode ini tim menyampaikan pengetahuan kualitas daya listrik sesuai standar PUIL 2011 dan IEEE Std 519-1992. Pada awal kegiatan dimulai dengan *pre-test* bagi peserta untuk mengetahui sejauh mana pengetahuan awal tentang materi yang akan disampaikan.

- b. Metode demonstrasi/peragaan. Dengan metode ini dilakukan dengan peragaan secara bergantian oleh peserta, untuk melakukan pengukuran secara langsung kualitas daya menggunakan alat *power harmonic analyzer 3 fasa* untuk mendapatkan besar arus, tegangan, daya aktif, daya reaktif, faktor daya dan harmonik, THDv, THDi dari beban listrik sesuai standar IEEE Std 519-1992, *megger* untuk mengukur kualitas tahanan isolasi dan *digital earth tester* untuk mengukur tahanan pentanahan peralatan dan sistem.
- c. Melakukan evaluasi kepada setiap peserta dalam pemahaman dan keterampilan pemasangan dari materi yang sudah disampaikan berupa teori dan praktik (*skill*). Sebelum kegiatan berakhir dilakukan *post-test* dengan materi yang sama sebagai bahan evaluasi keberhasilan kegiatan PKM.

Tahapan-tahapan yang dilaksanakan dalam melaksanakan solusi yang ditawarkan dapat dilustrasikan dengan bagan pemecahan kerangka masalah seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Kerangka Pemecahan Masalah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai tahapan kegiatan sesuai bagan alir pelaksanaan diperoleh hasil dari kegiatan sosialisasi dan pendampingan di SMKN 1 Lingsar meliputi evaluasi awal analisis situasi menjalin kesediaan mitra, evaluasi proses meliputi persiapan dan pelaksanaan kegiatan PKM, dan evaluasi akhir yaitu evaluasi kegiatan PKM.

Analisis Situasi Kondisi Mitra

Analisis situasi awal untuk menyelesaikan permasalahan pada mitra maka langkah pertama yang dilakukan adalah mengunjungi langsung ke SMKN 1 Lingsar dalam masa pembelajaran di era pandemi. Tim menawarkan program berupa sosialisasi dan pelatihan pengukuran kualitas daya bagi siswa dan guru di SMKN 1. Pihak sekolah menerima perwakilan dari tim PKM untuk membahas rencana sosialisasi tersebut dan memberikan surat pernyataan kesediaan sebagai mitra pada tanggal 8 Mei 2021 dan 9 September 2021, ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kunjungan Awal Analisis Situasi dan Membuat Surat Kesediaan Mitra

Persiapan Pelaksanaan Kegiatan

Tahap persiapan kegiatan PKM diawali dengan koordinasi tim dengan mengikutsertakan teknisi laboratorium dan mahasiswa Teknik Elektro konsentrasi Sistem Tenaga yang membantu dari persiapan pembuatan materi pelatihan. Modul yang dipersiapkan untuk pelatihan terdiri materi presentasi, modul fisik prototipe instalasi yang standar dan penggunaan alat ukur kualitas daya. Gambar 4a sampai Gambar 4d, adalah kegiatan-kegiatan persiapan untuk pelaksanaan PKM.



a. Koordinasi tim PKM dengan mahasiswa



b. Pembuatan modul untuk pengukuran



c. Pengujian alat *digital earth tester*



d. Pengujian alat *power harmonic analyzer*

Gambar 4. Kegiatan Persiapan PKM

Pelaksanaan Kegiatan

Fase pelaksanaan kegiatan pendampingan pelatihan dilaksanakan pada tanggal 18 September 2021 bertempat di SMKN 1 Lingsar. Peserta terdiri dari guru sebanyak 3 orang dan siswa kelas XII konsentrasi keahlian TET sebanyak 23 siswa, dari 20 siswa yang direncanakan. Mengingat masih pada masa pandemi, jumlah peserta masih dibatasi dengan tetap menjalankan proses 3 M.

Awal kegiatan dimulai dengan *pre-test* untuk mengetahui pemahaman awal peserta terhadap pertanyaan yang diajukan berkaitan dengan kualitas daya listrik. Pada akhir kegiatan dilaksanakan *post-test* untuk mengetahui peningkatan pengetahuan atau kemampuan pemahaman peserta terhadap materi PKM yang telah diberikan. Kegiatan PKM dilaksanakan mulai pukul 09.00 WITA bertempat di ruang kelas, acara dimulai dengan salam ijin sekaligus pengenalan tim dan profil

Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram, Gambar 5a, kemudian dilanjutkan sambutan dari kepala SMKN 1 Lingsar Drs. H. Burhanudin, M.Pd, sekaligus membuka acara PKM, Gambar 5b.



a. Sambutan perkenalan dari Tim PKM



b. Sambutan dari Kepala Sekolah sekaligus membuka acara PKM

Gambar 5. Pembukaan Kegiatan PKM

Pemaparan materi pelatihan dilakukan dengan cara presentasi. Materi pertama disampaikan ketua tim mengenai pengukuran dan analisis kualitas daya listrik, pada Gambar 6.a. Materi ini meliputi definisi, standar, sumber masalah, bahaya dari kualitas daya yang buruk dan analisis kualitas daya listrik, serta solusi untuk mengendalikan harmonisa arus dan tegangan. Materi selanjutnya adalah metode pengukuran dan penggunaan alat ukur kualitas daya, meliputi *digital earth tester*, *Megger* dan *Power Harmonic Analyzer* yang disajikan oleh anggota tim, Gambar 6.b.



a. Materi kualitas daya listrik



b. Materi penggunaan alat ukur kualitas daya

Gambar 6. Pemaparan Materi Kegiatan PKM

Kegiatan dilanjutkan dengan praktik pengukuran di lapangan yang dibagi dalam 3 kelompok dengan didampingi tim dan mahasiswa, meliputi pengukuran tahanan pentanahan, pengukuran tahanan isolasi dan kualitas daya listrik seperti pada Gambar 7a, b dan c. Kemudian hasil pengukuran dianalisis berdasarkan standar yang diacu, seperti pada Gambar 8a, b dan c. Hasil pengukuran tahanan pentanahan sistem PLTS didapatkan nilai 4,86 Ω sesuai standar PUIL 2011 yaitu dibawah 5 Ω . Pada pengukuran tahanan isolasi didapatkan nilai sebesar 30 M Ω , Gambar 8.b, nilai tersebut sudah sesuai standar PUIL 2011. Tahanan isolasi yang disyaratkan minimal sebesar 1000 x tegangan kerja, yaitu 1000 x 220 = 0,22 M Ω .

Pengukuran kualitas daya didapatkan nilai *Total Harmonic Distortions* arus (THDi) pada salah satu fasa di panel MDP didapatkan nilai 96,3% berada diatas standar IEEE Std 519-1992 yang diijinkan untuk tegangan $V_{rms} \leq 66$ kV maksimum THDi sebesar 20%, tingginya nilai THDi disebabkan dominannya beban listrik *non-linear* seperti komputer, laptop, pendingin ruangan (AC), *photovoltaic inverter* dan ketidakseimbangan beban antar fasa. Solusi untuk mengendalikan nilai THDi pada jaringan tenaga listrik dengan mengidentifikasi orde kandungan harmonisa yang dominan, kemudian diperlukan desain filter pasif yang terbuat dari elemen-elemen kapasitor, induktor, dan resistor. Desain filter pasif untuk beban-beban listrik *non-linear* harus memperhitungkan faktor daya yang dihasilkan oleh beban tersebut.



a. Pengukuran tahanan pentanahan sistem PLTS



b. Persiapan pengukuran tahanan isolasi instalasi PLTS



c. Pengukuran kualitas daya beban panel MDP 3 fasa

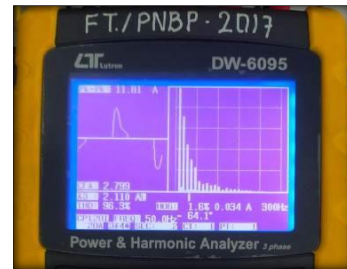
Gambar 7. Praktik Pengukuran di Lapangan



a. Tahanan pentanahan sistem PLTS



b. Tahanan isolasi pada instalasi sistem PLTS



c. Kualitas daya beban panel MDP 3 fasa

Gambar 8. Hasil Pengukuran di Lapangan

Evaluasi Kegiatan Program Pelatihan

Tahap evaluasi keberhasilan kegiatan PKM ini dilakukan beberapa tahap. Evaluasi tahap pertama kegiatan dilakukan dengan pengukuran terhadap pencapaian tujuan dari kegiatan yang dilaksanakan dengan parameter pengukuran menggunakan *pre-test* dan *post-test*. Selanjutnya evaluasi praktik dinilai dari kemampuan siswa dalam menggunakan alat ukur yang benar serta membaca hasil pengukuran yang didapatkan. Evaluasi akhir untuk mendapatkan tingkat kepuasan dan kebermanfaatan kegiatan PKM dari peserta sebagai umpan balik dari kegiatan ini, melalui jawaban pertanyaan dari peserta dengan menuliskan pada lembar kerja form evaluasi.

Metode evaluasi dilakukan untuk mengukur penyerapan pengetahuan kualitas daya listrik meliputi materi definisi, standar, sumber masalah, bahaya dari kualitas daya yang buruk, analisis kualitas daya listrik dan solusi untuk mengendalikan harmonisa arus dan tegangan sesuai standar. Dengan pertanyaan yang diajukan untuk mengukur tingkat pengetahuan sesuai dengan Tujuan Instruksional Khusus (TIK) yang ingin dicapai dalam kegiatan ini. Struktur materi *pre-test* dan *post-test* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Struktur Materi Pre-test dan Post-test

No	Tujuan Kegiatan	Nomor Soal	Jumlah Soal	Bobot (%)
1	Pengetahuan jenis tipe pembangkit listrik dan besaran listrik	1,2	2	20
2	Pengetahuan pengertian dan sumber masalah kualitas daya listrik	3,4	2	20
3	Pengetahuan standar dan alat ukur kualitas daya listrik	5,6	2	20
4	Pengetahuan alat dan beban listrik penyebab distorsi harmonik	7,8	2	20
5	Pengetahuan cara mengatasi harmonisa (THD)	9,10	2	20

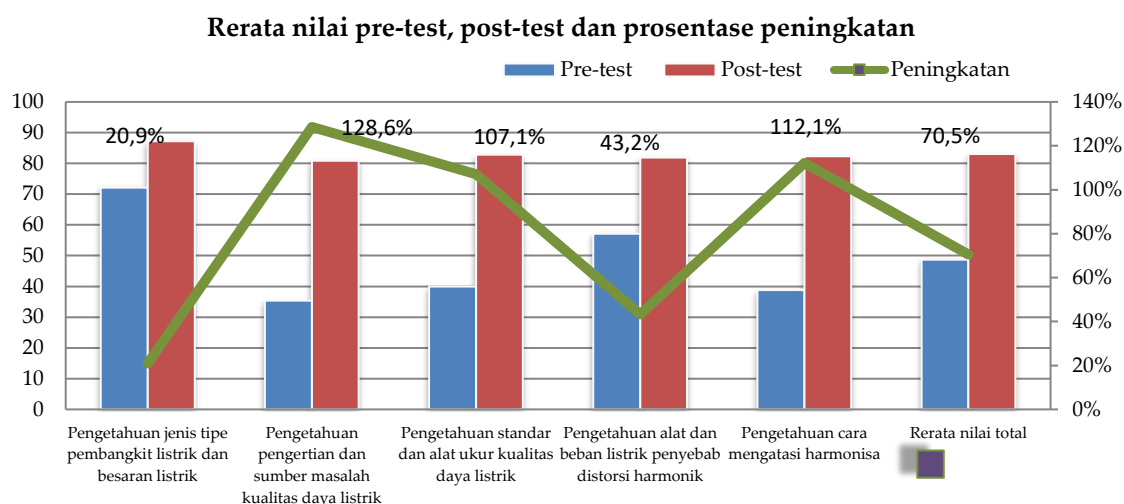
Peserta yang hadir mengikuti kegiatan PKM ini berjumlah 23 siswa dari 20 siswa yang direncanakan, mengingat masih dalam masa pembatasan era pandemi. Evaluasi pelaksanaan dilakukan dengan melihat skor capaian nilai hasil *pre-test* dan *post-test* dari masing-masing siswa,

kemudian dihitung nilai persentase peningkatannya. Berdasarkan hasil evaluasi *pre-test* dan *post-test* didapatkan nilai rerata capaian dan nilai rerata persentase peningkatan, seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Capaian Nilai Rerata Pre-test Post-test dan Prosentase Peningkatan Dari Tujuan Kegiatan

No	Tujuan Kegiatan	Rerata Nilai		Peningkatan
		Pre-test	Post-test	(%)
1	Pengetahuan jenis tipe pembangkit listrik dan besaran listrik	72,16	87,24	20,9%
2	Pengetahuan pengertian dan sumber masalah kualitas daya listrik	35,38	80,87	128,6%
3	Pengetahuan standar dan alat ukur kualitas daya listrik	40,00	82,84	107,1%
4	Pengetahuan alat dan beban listrik penyebab distorsi harmonik	57,16	81,86	43,2%
5	Pengetahuan cara mengatasi harmonisa (THD)	38,78	82,27	112,1%
Rerata nilai total		48,696	83,016	70,5%

Hasil capaian evaluasi *pre-test* dan *post-test* dari setiap tujuan kegiatan (TIK) rerata menunjukkan peningkatan yang *significant*, dengan nilai rerata total *pre-test* sebesar 48,696 menjadi 83,016 dari hasil *post-test*, atau mengalami peningkatan sebesar 70,5%, seperti pada Tabel 2. Hal ini menunjukkan bahwa pengetahuan peserta pelatihan tentang permasalahan kualitas daya listrik pada siswa SMKN 1 Lingsar kompetensi TET setelah mengikuti pelatihan mengalami peningkatan secara nyata. Peningkatan dari masing-masing butir kegiatan juga dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Komposisi Nilai Rerata Pre-test Post-test dan Prosentase Peningkatan Tujuan Kegiatan

Hasil evaluasi praktik dari 23 siswa didapatkan hasil 4 siswa (17%) dapat melaksanakan praktik sangat baik, 12 siswa (52%) dengan hasil baik, 5 siswa (22%) cukup baik dan 2 siswa (9 %) masih dengan hasil keterampilan cukup. Untuk tingkat kepuasan dan kebermanfaatan kegiatan sebagai evaluasi akhir PKM ini 19 siswa (83%) siswa menyatakan sangat puas dan bermanfaat menambah pengetahuan dan keterampilan (*skill*), 3 siswa (13%) menyatakan bermanfaat dan 2 siswa (4%) menyatakan cukup bermanfaat.

KESIMPULAN

Adanya dukungan pihak sekolah pada kegiatan pelatihan dengan memberikan surat kesediaan kerjasama pada masa pademi ini dapat dilaksanakan dengan baik, tetap menjalankan protokol kesehatan 3 M yang ketat.

Melalui kegiatan PKM telah terjadi peningkatan kemampuan peserta dari sisi teori dan praktik tentang kualitas daya listrik. Terjadi peningkatan pemahaman dasar dan tingkat lanjut peserta sebesar 70,5% dari nilai *pre-test* ke nilai *post-test*. Pengukuran nilai kualitas daya memberikan keterampilan siswa dalam melakukan pengukuran dan pembacaan hasil dengan rata-rata berkemampuan baik. Tingkat kepuasan dan kebermanfaatan kegiatan PKM ini 83% siswa menyatakan sangat puas dan bermanfaat menambah pengetahuan, 13 % bermanfaat dan 4 % cukup bermanfaat.

Ucapan Terimakasih

Tim pelaksana PKM mengucapkan terimakasih kepada Universitas Mataram atas bantuan dana dari sumber dana DIPA BLU Skema Kemitraan Universitas Mataram tahun anggaran 2021, dengan surat perjanjian No: 1881/UN18.L1/PP/2021. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan bagi semua pihak yang terlibat dan telah membantu kegiatan ini.

REFERENSI

- Akhmalagani, Y., Muljono, A. B., & Ginarsa, I. M. (2019). Pengukuran Dan Simulasi Pengurangan Harmonisa Dengan Filter Pasif Pada Sistem PLTS. *Dielektrika*, 6(2), 103-110.
- Aksan, Said, S., & Bone, S. (2019). Identifikasi Kualitas Daya Beban Listrik Rumah Tangga. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat 2019* (pp. 133-139). Makassar: Pusat Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M), Politeknik Negeri Ujung Pandang. Retrieved from <http://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/snp2m/article/view/1790>
- Arrillaga, J., & Watson, N. R. (2003). *Power System Harmonics* (2nd ed.). Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 0225:2011 Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Dugan, R. C., McGranaghan, M. F., Santoso, S., & Beaty, H. W. (1996). *Electrical Power Systems Quality (2nd Edition)*. New York: McGraw-Hill.
- IEEE. (1993). *IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems (IEEE Std 519-1992)*. New York: The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
- Muljono, A. B., Nrratha, I. M. A., Ginarsa, I. M., & Suksmadana, I. M. B. (2017). Identifikasi dan Pengolahan Kandungan Harmonisa Sinyal Arus pada Beban Listrik Mobile Berbasis Arduino UNO. *Jurnal Otomasi, Kontrol & Instrumentasi*, 9(2), 97-107.
- Nrratha, I. M. A., Sasongko, S. M. A., Sultan, Muljono, A. B., & Ginarsa, I. M. (2020). Sosialisasi Pemanfaatan Jaringan Listrik Untuk Komunikasi Data kWh-meter di SMKN 1 Lingsar. *Jurnal Karya pengabdian*, 2(1), 26-34.
- SMKN 1 Lingsar. (2019). *Profil SMKN 1 Lingsar, Kecamatan Lingsar, Kabupaten Lombok Barat, NTB*. Retrieved September 23, 2021, from <https://www.smkn1lingsar.sch.id/>