

**INTERNATIONAL JOURNAL OF
INNOVATION AND
INDUSTRIAL REVOLUTION
(IJIREV)**www.ijirev.com**SISTEM 2.04kWp OFF-GRID CONNECTED PHOTOVOLTAIC DI
POLITEKNIK TUN SYED NASIR SYED ISMAIL SEBAGAI
MEDIUM PENILAIAN PRAKTIKAL BAGI KURSUS POWER
SYSTEM**

*2.04kWp OFF-GRID CONNECTED PHOTOVOLTAIC SYSTEM AT POLITEKNIK
TUN SYED NASIR SYED ISMAIL AS A PRACTICAL ASSESSMENT MEDIUM FOR
THE POWER SYSTEM COURSE*

Noraini Harun^{1*}, Nur Fadhlina Ahmad Fuad², Zuraini Mohd Safuan³

¹ Department of Petrochemical Engineering, Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail, Malaysia
Email: noraini.h@ptsn.edu.my

² Department of Petrochemical Engineering, Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail, Malaysia
Email: n.fadhlina@ptsn.edu.my

³ Department of Petrochemical Engineering, Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail, Malaysia
Email: zuraini@ptsn.edu.my

* Corresponding Author

Article Info:**Article history:**

Received date: 10.12.2023

Revised date: 15.01.2024

Accepted date: 20.02.2024

Published date: 12.03.2024

To cite this document:

Harun, N., Fuad, N. F. A., & Safuan, Z. M. (2024). Sistem 2.04kWp Off-Grid Connected Photovoltaic Di Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail Sebagai Medium Penilaian Praktikal Bagi Kursus Power System. *International Journal of Innovation and Industrial Revolution*, 6 (16), 65-84.

DOI: 10.35631/IJIREV.616005

Abstrak:

Salah satu agenda Pelan Hala Tuju Peralihan Tenaga Negara atau *National Energy Transition Roadmap* (NETR) adalah mengurangkan jejak karbon yang merupakan pemangkin untuk mengubah ekonomi ke arah yang lebih mampan. Usaha ini menggalakkan lagi kepesatan pembangunan industri teknologi solar di Malaysia. Pihak Jabatan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK) pula merangka pelbagai program di bawah strategi Blueprint POLYgreen politeknik sebagai tanda sokongan ke arah teknologi hijau negara. Justeru, model ADDIE digunakan dalam reka bentuk instruksional dalam membangunkan penilaian praktikal kursus Power System bagi subtopik *Renewable Energy* (RE) tenaga solar berdasarkan silibus kurikulum terkini yang berkuatkuasa. Sistem 2.04kWp Off-Grid Connected Photovoltaic (OGPV) di Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail (PTSN) digunakan sebagai medium pembelajaran bagi kajian ini. Hasil dapatan dan perbincangan berkisarkan kepada tiga objektif yang disasarkan, objektif pertama ialah mengkaji sistem 2.04kWp OGPV di PTSN, objektif kedua pula membangunkan penilaian praktikal bagi kursus Power System berdasarkan sistem 2.04kWp OGPV di PTSN dan objektif ketiga mencadangkan pembelian alat pengujian penilaian praktikal bagi kursus Power System berdasarkan sistem 2.04kWp OGPV di PTSN. Secara keseluruhannya, pemurnian pembangunan penilaian praktikal ini adalah atas

This work is licensed under [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



dasar menyediakan graduan yang dapat menempatkan diri dalam pasaran kerja menggunakan teknologi terkini terutamanya bidang industri tenaga solar. Usaha ini juga bagi melahirkan pekerja yang kompeten dan berpengetahuan tunjang kepada pembangunan kelestarian negara.

Kata Kunci:

Tenaga Solar, *Off-Grid Connected Photovoltaic*, Model ADDIE

Abstract:

One of the National Energy Transition Roadmap (NETR) agenda is to reduce the carbon footprint by transforming the economy towards sustainability. This effort further accelerates the solar technology development industry in Malaysia. The Department of Polytechnic and Community College Education (JPPKK) has developed various programs under the polytechnics POLYgreen blueprint to support the country's green technology. Therefore, ADDIE model, as an instructional design, is used in developing the practical assessment for Power System course under the subtopic of Renewable Energy (RE) solar energy that is based on the current curriculum syllabus. The 2.04kWp Off-Grid Connected Photovoltaic (OGPV) system at Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail (PTSN) is used as the medium of learning for this study. The findings and discussions revolve around three targeted objectives. The first objective is to study the 2.04kWp OGPV system at PTSN, the second objective is to develop a practical assessment for the Power System course based on the 2.04kWp OGPV system at PTSN, and the third objective is to propose the purchase of practical assessment testing equipment for the Power System course based on the 2.04kWp OGPV system at PTSN. Overall, the gist of this practical assessment development refinement is to provide graduates who can position themselves in the job market using the latest technology, especially in the field of solar energy industry. This effort is also to produce competent and knowledgeable workers supporting the country's sustainable development.

Keywords:

Solar Energy, Off-Grid Connected Photovoltaic, ADDIE Model

Pengenalan

Struktur program Diploma Kejuruteraan Elektrik dan Instrumentasi (DEI) yang hanya ditawarkan di Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail (PTSN) daripada 36 politeknik seluruh Malaysia, kursus Power System ditawarkan kepada pelajar semester tiga. Penggubalan kurikulum baharu seiring dengan Teras Strategik Keempat bagi mencapai Objektif Strategik A iaitu mentransformasi program pengajian menepati permintaan industri dengan semakan semula kurikulum agar kekal responsif dengan kehendak industri (Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti [JPPKK], 2018). Selaras dengan hasrat kerajaan untuk mewujudkan negara yang rendah karbon dan menggunakan sumber asli dengan cekap, projek solar adalah Tenaga Boleh Diperbaharui (RE) yang paling meluas kerana kos pengeluaran peralatan fotovoltai (PV) yang lebih rendah dan ketersediaan pembiayaan yang mudah bagi projek hijau (Malaysian Investment Development Authority, 2023). Oleh yang demikian, setiap projek solar yang diluluskan oleh kerajaan mewujudkan peluang pekerjaan di mana graduan politeknik menyumbang sebanyak 40 peratus tenaga kerja teknikal terbesar negara. Berdasarkan data tahun 2022, kebolehpasaran graduan politeknik dan kolej komuniti adalah sebanyak 96.2 peratus (Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti [JPPKK], 2018).

Latar Belakang Masalah

Kepantasan perkembangan dalam bidang teknologi kuasa solar seantero dunia yang merupakan salah satu penyelesaian bagi memenuhi peningkatan permintaan tenaga (Kabir et al., 2017). Menurut Ho et al. (2019) pula menyatakan kebergantungan sumber tenaga daripada bahan api fosil pada masa depan adalah tidak mencukupi disebabkan peningkatan permintaan elektrik yang tinggi selari dengan peningkatan ekonomi dan pertambahan populasi dunia. Kebiasaannya untuk menggantikan bahan api fosil atau sekurang-kurangnya dapat memenuhi permintaan pembangunan tenaga, pelaksanaan sistem solar mesti ditingkatkan samada di rumah atau projek perladangan. Justeru, pihak kerajaan Malaysia telah memperkenalkan dasar bagi menggalakkan pelaksanaan sistem solar di rumah. Dasar ini telah digunakan oleh 80 negara di seluruh dunia iaitu *feed in tariff* dan *net energy metering* (Husain et al., 2020). Galakan dasar ini daripada kerajaan menyumbang kepada projek solar yang berpotensi berkembang pesat pada masa hadapan di Malaysia. Ruang dan peluang dalam sektor pekerjaan bidang tenaga solar ini merupakan indikator kepada institusi *Technical and Vocational Education and Training* (TVET) terutamanya politeknik untuk menyemak semula kurikulum yang sedia ada supaya penawaran program relevan serta kompetitif dengan penawaran pekerjaan oleh pihak industri.

Pernyataan Masalah

Semakan semula kurikulum bagi program DEI turut merubah struktur program bagi setiap kursus yang menyumbang kepada *programme learning outcome* (PLO) atau hasil pembelajaran program. Begitu juga dengan kursus Power System, perubahan kepada PLO turut memberi kesan kepada jenis penilaian yang dirancang agar mencapai *course learning outcome* (CLO) atau hasil pembelajaran kursus. Maka, keberhasilan program pengajian yang ditawarkan perlulah relevan dan responsif sejajar permintaan industri agar berupaya meningkatkan kebolehpasaran graduan dalam memenuhi permintaan industri. Jurang ketidak padanan kemahiran graduan dengan kehendak industri dapat dikurangkan sekiranya *industry-fit graduate* dapat dihasilkan (JPPKK, 2018). Oleh yang demikian, pemurnian serta penambahbaikan bagi penilaian praktikal kursus Power System iaitu sistem solar sebagai RE perlu dikaji agar kemahiran yang diuji menepati praktis dalam dunia pekerjaan bidang tenaga solar.

Objektif Kajian

- 1) Mengkaji sistem 2.04kWp off-grid connected photovoltaic (OGPV) di PTSN
- 2) Membangunkan penilaian praktikal bagi kursus Power System berdasarkan sistem 2.04kWp OGPV di PTSN
- 3) Mencadangkan pembelian alat pengujian penilaian praktikal bagi kursus Power System berdasarkan sistem OGPV di PTSN

Kepentingan Kajian

Kajian ini perlu dilaksanakan bagi pihak yang berkepentingan untuk tindakan penambahbaikan berterusan seperti berikut:

- 1) Penyelaras kursus Power System
- 2) Ketua Program DEI
- 3) Bahagian Kurikulum, Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti(JPPKK)

Kajian Literatur

Sustainable Energy Development Authority (SEDA)

Sustainable Energy Development Authority (SEDA) merupakan badan berkanun yang ditubuhkan di bawah Akta Pihak Berkuasa Pembangunan Tenaga Lestari 2011 [Akta 726]. SEDA berperanan dalam mentadbir dan menguruskan pelaksanaan mekanisme tarif galakan yang dimandatkan di bawah Akta Tenaga Boleh Diperbaharui 2011 [Akta 725]. Salah satu fungsi SEDA ialah menjalankan, mempromosi dan menyokong seperti mana yang dianggap bersesuaian mengikut cara SEDA Malaysia, latihan atau program lain yang berkaitan dengan pembangunan sumber manusia dan pembinaan kapasiti dalam sektor tenaga mampan (Sustainable Energy Development Authority [SEDA], 2023).

Qualified Person (QP)

Kepesatan pembangunan teknologi tenaga solar mewujudkan kekangan bagi faktor penyelenggaraan sistem seperti kekurangan tenaga mahir bagi memenuhi permintaan yang semakin meningkat untuk pemasangan, penyelenggaraan, pemeriksaan dan pembaikan. Penilaian sistem tenaga solar juga merupakan antara kekangan disebabkan kurangnya tenaga mahir. Selain daripada itu, kekurangan pengetahuan teknikal asas bagi pihak pengguna terutamanya di kawasan luar bandar di negara membangun yang berkaitan dengan sistem tenaga solar boleh mengakibatkan penggunaan tidak teratur, pengecasan bateri secara berlebihan, penyambungan kekutuban terbalik dan melepasi pengawal cas menyumbang ke arah kerosakan sistem (Kabir et al., 2017). Sehubungan dengan itu, SEDA menyediakan latihan atau program bagi melahirkan tenaga mahir dalam teknologi tenaga solar iaitu *Qualified Person* (QP). Gelaran QP dianugerahkan kepada peserta yang lulus kedua-dua peperiksaan iaitu teori dan praktikal serta layak menerima sijil profesional bagi kompetensi kursus yang ditawarkan. Pengiktirafan gelaran QP melayakkan untuk mereka mengamalkan dalam mana-mana program oleh SEDA Malaysia (Sustainable Energy Development Authority, 2023). Berdasarkan MS 2692:2020, tandatangan QP diperlukan dalam jadual *Performance Ratio* (PR) *Test* selain daripada *System Designer* atau *Competent Person*.

Program Pentauliahan Profesional Rekabentuk Solar PV

JPPKK telah menawarkan Program Pentauliahan Profesional Jangka Sederhana di bawah tajaan Bahagian Biasiswa, Kementerian Pendidikan Tinggi bagi Pegawai Pendidikan Pengajian Tinggi (PPPT) dengan kemudahan cuti belajar bergaji penuh (CBBP). Bertepatan dengan Teras Strategik Ketiga iaitu memperkayakan bakat di bawah inisiatif A1 dengan melaksanakan program pengkayaan pengalaman di industri. Tujuan inisiatif ini bagi merapatkan jurang kompetensi antara tenaga pengajar di institusi dengan kompetensi yang dimiliki oleh pekerja industri dalam bidang yang sama. CBBP ini merupakan galakan kepada semua tenaga pengajar untuk mendapatkan pendedahan secara *hands-on* dunia pekerjaan terkini dengan menjalani penempatan latihan industri serta memperolehi sijil profesional yang diiktiraf daripada badan-badan bertauliah (JPPKK, 2018). Program Pentauliahan Profesional Rekabentuk Solar PV adalah salah satu program yang ditawarkan dalam CBBP, program ini direka bentuk merangkumi disiplin semasa kejuruteraan elektrik yang luas dengan pengkhususan tambahan kompetensi teknikal secara mendalam bidang *Grid-Connected Photovoltaic* (GPV) dan *Off-Grid Photovoltaic* (OGPV). Universiti awam yang bertanggungjawab menyelaras program ini ialah Universiti Malaya (UM) di bawah pengurusan Pusat Kecemerlangan Pendidikan Tinggi (HICoE), Pusat Pengkhususan Tenaga Kuasa Termaju UM (UMPEDAC). Tempoh pengajian yang dirancang adalah selama 95 hari dan kandungan kursus yang dibangunkan terbahagi

kepada tiga iaitu pertama: persediaan untuk peperiksaan GPV dan OGPV di UM, kedua: kelas intensif, latihan dan peperiksaan GPV dan OGPV oleh SEDA di *Selangor Human Resource Development Centre* (SHRDC) dan ketiga: latihan industri di syarikat berteraskan industri solar.

PLO

Terdapat 11 PLO yang dirangka bagi program diploma kejuruteraan di politeknik bagi semakan kurikulum baharu seperti diselaraskan oleh Bahagian Kurikulum, JPPKK. PLO lima merupakan pemetaan kepada penilaian praktikal bagi kursus Power System iaitu:

Apply appropriate techniques, resources, and engineering and IT tools to well-defined engineering problems, with an awareness of the limitations (DK2,DK6)

PLO perlu dikaji semula supaya mematuhi domain pembelajaran *Malaysian Qualifications Framework* (MQF) dan kursus yang dipilih dalam program mesti menyokong PLO dan melengkapi CLO. Penetapan PLO tertentu di peringkat kursus akan membantu memudahkan analisis data penilaian (Sun et al., 2020).

CLO

CLO bagi penilaian praktikal kursus Power System yang dipetakan pada PLO5 berada pada aras empat domain psikomotor iaitu mekanisme merujuk kepada Taksonomi Politeknik Malaysia, 2016. Contoh kata kerja tindakan domain psikomotor pada aras empat ini ialah pelajar seharusnya berkebolehan untuk: mencantum, menentu ukur, membina, merungkai, mempamerkan, memasang, memanipulasi, membaiki, mengorganisasikan, melakarkan, mencampurkan, mengukur selepas akhir kursus. Aras empat domain psikomotor ini merupakan kemahiran asas di peringkat pertengahan dalam mempelajari kemahiran yang kompleks. Tindak balas yang dipelajari telah menjadi kebiasaan serta pergerakan boleh dilakukan dengan sedikit keyakinan dan kemahiran (Bahagian Kurikulum, 2019). Taksonomi Bloom merupakan struktur hierarki yang mengenal pasti kemahiran dari aras rendah hingga tertinggi. Setiap aras mempunyai hubungan kolerasinya masing-masing. Justeru untuk mencapai aras yang paling tinggi, seharusnya aras-aras yang berada di bawahnya perlulah dikuasai terlebih dahulu (Ulfah et al., 2023).

Penilaian Praktikal Kursus Power System

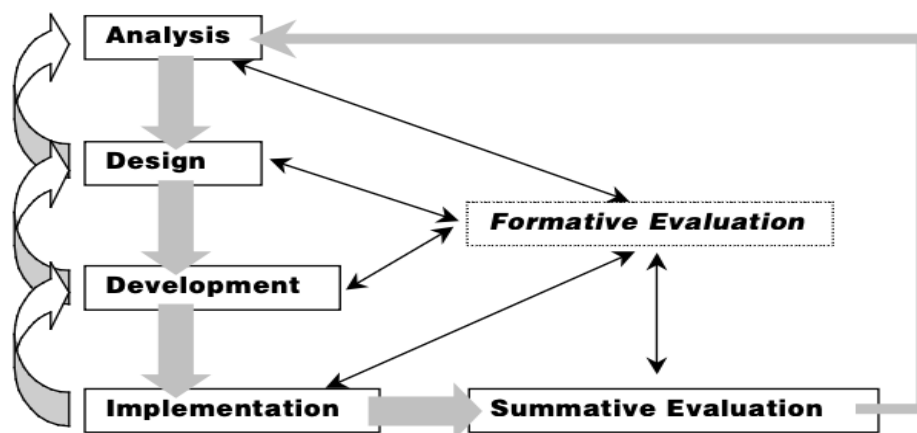
Cadangan aktiviti pengajaran dan pembelajaran (pdp) adalah secara praktikal dan demonstrasi untuk penilaian praktikal kursus Power System. Bilangan cadangan penilaian praktikal berdasarkan *Student Learning Time* (SLT) adalah sebanyak tiga *Practical Work*. Pembelajaran praktikal merujuk kepada *Engineering Technician Education Programme Accreditation Standard 2020* menyatakan:

“Students should be able to practise engineering skills to complement engineering theory that is learnt through lectures. Practice-oriented learning experiences should engage students with the use of facilities, equipment and instrumentation reflective of current industry practice which will help in developing competence in executing applied and experimental work.” page 14.

Model ADDIE

Reka bentuk instruksional merupakan suatu alat pembangunan guru yang baik kerana dapat digunakan merentasi domain dan disiplin. Reka bentuk instruksional juga menyediakan rangka

kerja dan model untuk guru meneruskan latihan dan pembangunan profesional. Walaupun banyak model reka bentuk instruksional tetapi model ADDIE merupakan pilihan utama kerana diseragamkan dan biasa digunakan sebagai model reka bentuk instruksional juga digunakan secara meluas untuk reka bentuk pengajaran (Alsaleh, 2020). Menurut Nasohah et al. (2015), reka bentuk modul pengajaran merupakan elemen utama dan terpenting dalam menjayakan proses pdp sesuatu kursus, model ADDIE telah terbukti keberkesanannya dalam membangunkan modul pengajaran yang berkesan dan menarik. Modul Dick and Carry yang dikembangkan pada tahun 1996 untuk merancang sistem pembelajaran atau lebih dikenali sebagai model ADDIE terdiri daripada lima tahap atau unsur berdasarkan gabungan akronim huruf iaitu A-Analysis, D-Design, D-Development, I-Implementation dan E-Evaluations. Rajah 1 menunjukkan ilustrasi fasa pengembangan model ADDIE merujuk kepada Irawati et al. (2020) yang diadaptasi daripada McGriff (2000).



Rajah 1: Fasa Pengembangan Model ADDIE

Setiap fasa kadangkala bertindih dan saling berkaitan antara satu sama lain, namun menyediakan garis panduan yang dinamik dan fleksibel untuk membangunkan pengajaran yang berkesan dan cekap. Panduan ringkas setiap fasa adalah seperti berikut:

- 1) Fasa *Analysis* ialah proses mentakrifkan apa yang perlu dipelajari
- 2) Fasa *Design* ialah proses menentukan bagaimana yang perlu dipelajari
- 3) Fasa *Development* ialah proses mengarang dan menghasilkan bahan
- 4) Fasa *Implementation* ialah proses memasang projek dalam konteks dunia sebenar
- 5) Fasa *Evaluation* ialah proses menentukan kecukupan pengajaran

Metodologi Kajian

Model ADDIE digunakan sebagai metodologi untuk membangunkan bahan penilaian praktikal bagi jenis penilaian *practical work* kursus Power System di bawah subtopik RE pengkhususan dalam tenaga solar.

Fasa Analysis (Analisis)

Fasa analisis merupakan asas kepada semua fasa dalam reka bentuk instruksional. Pada fasa ini, perlu menentukan masalah, mengenal pasti punca kepada masalah dan menentukan kemungkinan-kemungkinan kepada penyelesaian masalah. Tujuan proses ini bagi memastikan reka bentuk pengajaran yang akan dihasilkan menepati dan memenuhi keperluan pelajar yang sebenar seperti yang dinyatakan oleh Nasohah et al. (2015). Konteks fasa analisis dalam model ADDIE menurut Widiyanta et al. (2019) ialah analisis terhadap aktiviti pdp dan menyediakan

bahan pembelajaran yang sesuai. Hasil analisis ini selalunya termasuk matlamat instruksional dan senarai tugas yang akan diarahkan. Hasil analisis ini juga merupakan input bagi fasa reka bentuk. Pemerhatian merupakan salah satu teknik atau kaedah mengenal pasti masalah yang berkaitan menurut Baharuddin et al. (2001) dalam Nasohah et al. (2015).

Pemerhatian

Penilaian praktikal yang dilaksanakan adalah berdasarkan kepada peralatan makmal atau bengkel yang sedia ada di PTSN. Penilaian praktikal sistem solar bagi kursus Power System bermula pada sesi Jun 2020 apabila sistem 2.04kWp OGPV dipasang di PTSN. Berdasarkan pemerhatian dan pengalaman sebagai penyelaras kursus Power System bermula tahun 2018 hingga kini mendapati hasil penilaian laporan tugas praktikal sistem solar ini dapat mengenal pasti masalah seperti dalam Jadual 1.

Jadual 1: Masalah Berpunca Daripada Penilaian Praktikal Sistem Solar

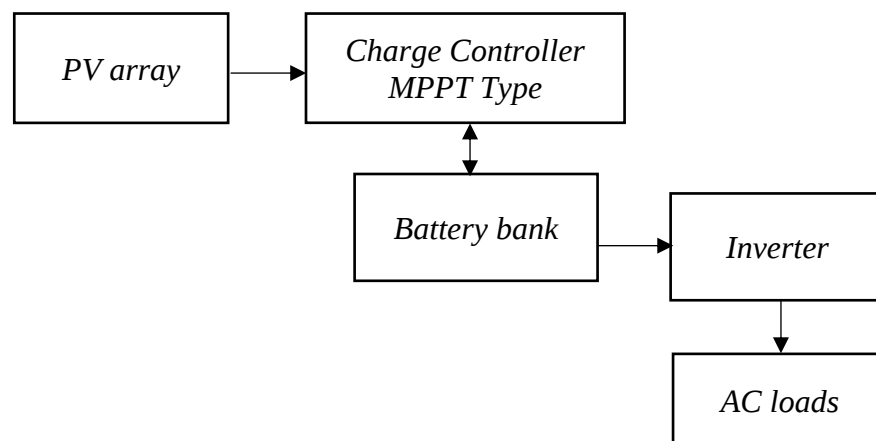
Masalah	Punca	Cadangan
Plagiat Laporan	Tugasan praktikal berdasarkan pemerhatian terhadap sistem secara umum	Pengkhususan tugas praktikal secara teknikal
Sukar menilai kemahiran psikomotor pelajar	Rubrik yang disediakan tidak menjurus kepada kemahiran psikomotor yang diuji	Penyediaan rubrik penilaian praktikal berdasarkan ujian dalam MS 2692:2020
Penilaian tidak mengikut piawai dan praktis SEDA Malaysia	Tiada kepakaran di kalangan pensyarah	Galakan kepada pensyarah untuk memiliki sijil profesional bagi kompetensi kursus reka bentuk Solar PV iaitu OGPV dan GPV daripada SEDA Malaysia

Fasa Design (Reka bentuk)

Fasa reka bentuk merupakan kesinambungan daripada hasil fasa analisis bagi merancang strategi untuk membangunkan instruksional. Proses pada fasa ini adalah menetapkan cara untuk mencapai matlamat instruksional yang telah ditentukan semasa fasa analisis dan mengembangkan asas pengajaran. Alsaleh (2020) menyatakan, fasa ini menentukan hala tuju penghasilan yang akan digunakan oleh pereka untuk membangunkan penyelesaian masalah termasuklah kaedah dan prosedur yang akan dilaksanakan seperti alat penilaian. Berdasarkan kajian Sapon et al. (2023), Widiyanta et al. (2019) dan (Idris et al., 2019), fasa reka bentuk pengkaji adalah merancang menghasilkan media pengajaran berbentuk *trainer kit*. Fasa reka bentuk kajian ini adalah proses mengkaji sistem 2.04kWp OGPV di PTSN sebagai media penilaian praktikal bagi subtopik RE pengkhususan kepada tenaga solar dalam kursus Power System.

Sistem 2.04kWp OGPV di PTSN

Reka bentuk sistem OGPV di PTSN beroperasi secara tidak bergantung kepada grid utiliti dan hanya membekalkan beban arus ulang alik (*alternate current*, AC). Klasifikasi sistem OGPV ini ialah jenis PV-bateri yang dikuasakan oleh tatasusunan PV sahaja. Kebiasaannya bateri digunakan sebagai simpanan tenaga untuk menampung tempoh cahaya matahari yang tidak mencukupi seperti ketetapan. Tempoh cahaya matahari yang di luar jangka disebabkan cuaca buruk memerlukan sumber alternatif bagi menjamin penghasilan kuasa (Sustainable Energy Development Authority [SEDA], 2022b). Gambarajah blok sistem OGPV di PTSN seperti ditunjukkan dalam Rajah 2.



Rajah 2: Sistem OGPV Jenis PV-Bateri dengan Beban AC di PTSN

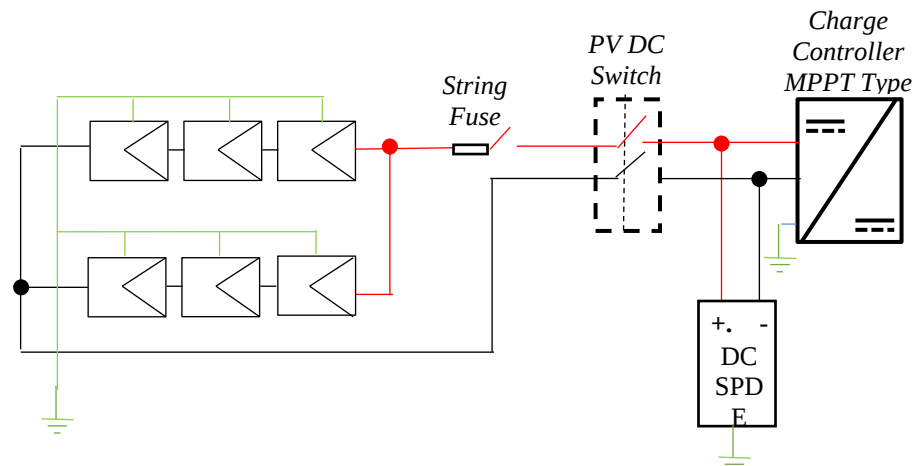
Tatasusunan PV (PV Arrays)

Istilah tatasusunan PV merujuk kepada pemasangan secara mekanikal dan elektrik modul PV bersepadu, panel PV atau sub tatasusunan PV dengan struktur sokongan (SEDA, 2022). Jadual 2 menunjukkan butiran konfigurasi tatasusunan PV sistem OGPV di PTSN menggunakan pengawal cas jenis MPPT (*Charge Controller MPPT Type*).

Jadual 2: Konfigurasi Tatasusunan PV Pengawal Cas Jenis MPPT

Konfigurasi Tatasusunan PV	Bilangan
Deretan PV secara selari (<i>PV strings in paralell</i>)	$N_p=2$
Modul PV secara sesiri (<i>PV modules in series</i>)	$N_s=3$
Jumlah modul PV (<i>Total PV modul</i>)	$N_{tot}=N_p \times N_s=2 \times 3=6$

Rajah 3 menunjukkan litar skematik sambungan tatasusunan PV dengan pengawal cas jenis MPPT. Pada bahagian arus terus (*direct current-DC*), terdapat dua deretan PV secara selari dan setiap satunya disambung tiga modul PV secara sesiri yang digabungkan pada kabel positif dan disambungkan kepada fuis. Sambungan kabel positif daripada *string fuse* akan melalui *PV DC switch* sebelum masukan ke *charge controller MPPT type*. Namun atas faktor keselamatan peranti, *DC SPD* dipasang antara *PV DC switch* dan *charge controller MPPT type*. Manakala sambungan bagi kabel negatif bagi tiga modul PV secara sesiri juga digabungkan bagi setiap deretan PV secara selari ke masukan kutub negatif *PV DC switch*. Kabel kutub negatif *DC SPD* juga disambung pada kabel negatif yang menyambungkan *PV DC switch* dan *charge controller MPPT type*. Kabel pbumian juga dipasang pada setiap peranti sebagai sistem perlindungan.



Rajah 3: Litar Skematik Tatasusunan PV dengan Pengawal Cas

Berdasarkan garis panduan pemasangan PV solar (Suruhanjaya Tenaga [ST], 2023) terminologi kWp ialah *kilowatt peak* bermaksud kWp terkadar berhubung dengan pemasangan PV adalah kuasa arus terus maksimum yang boleh dihasilkan oleh pemasangan sedemikian di bawah keadaan ujian piawaian 1000 watt setiap meter persegi penyinaran solar dan suhu persekitaraan 25 darjah Celsius. Pengiraan 2.04kWp merujuk kepada sistem ini memerlukan maklumat data modul PV dalam keadaan *Standard Tests Condition* (STC) seperti dalam Jadual 3.

Jadual 3: Data Modul PV Jenama JA SOLAR JAM60S10 340/MR Siri

<i>Parameter</i>	<i>Value</i>
<i>Maximum power, $P_{\max \text{ STC}}$</i>	340 W
<i>Open circuit voltage, $V_{\text{oc STC}}$</i>	41.55 V
<i>Voltage at maximum power, $V_{\max \text{ STC}}$</i>	34.73 V
<i>Short circuit current, $I_{\text{sc STC}}$</i>	10.46 A
<i>Current at maximum power, $I_{\max \text{ STC}}$</i>	9.79 A

Pengiraan kaedah 1:

$$\begin{aligned}
 P_{\max \text{ Array}} &= \text{Total number of PV modules} \times P_{\max \text{ STC}} \\
 &= 6 \times 340 \text{ W} \\
 &= 2.04 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Pengiraan kaedah 2:

$$\begin{aligned}
 P_{\max \text{ Array}} &= \text{Total number of PV modules} \times V_{\max \text{ STC}} \times I_{\max \text{ STC}} \\
 &= 6 \times 34.73 \text{ V} \times 9.79 \text{ A} \\
 &= 2.04 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

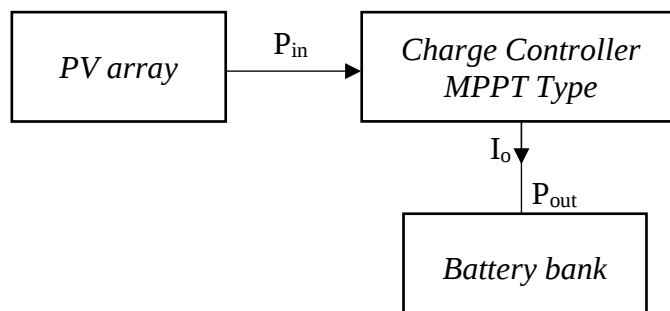
Pengawal Cas Jenis MPPT(Charge Controller MPPT Type)

MPPT adalah singkatan huruf bagi *maximum power point tracking*, pengawal cas jenis ini digunakan kerana regim pengecasannya berfungsi memaksimumkan kuasa keluaran daripada tatasusunan PV. Kuasa kadaran pengawal cas jenis MPPT selalunya dirujuk pada bahagian keluaran (SEDA, 2020a). Merujuk kepada manual pengguna pengawal cas jenis MPPT jenama SRNE 4860 siri, data yang diperlukan dalam pemilihan pengawal cas berdasarkan kuasa beban yang diperlukan bagi reka bentuk sistem seperti dalam Jadual 4.

Jadual 4: Data bagi Pengawal Cas Jenis MPPT Jenama SRNE 4860 Siri

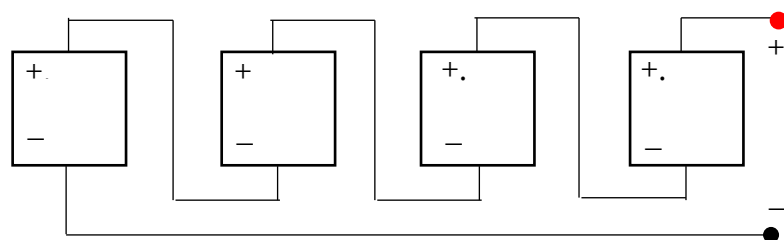
<i>Parameter</i>	<i>Value</i>
<i>PV open circuit voltage (maximum input voltage)</i>	150 V
<i>Nominal battery voltage</i>	48 V
<i>Maximum output current</i>	60 A
<i>Maximum input power</i>	3200 W

Penghasilan kuasa keluaran yang dinilai, P_{out} seperti dalam Rajah 4 adalah dikira menggunakan *nominal battery voltage x maximum output current*, $I_o = 48 \text{ V} \times 60 \text{ A} = 2880 \text{ W}$

**Rajah 4: Kadaran Kuasa pada Bahagian Kuatran atau Bateri**

Bateri (Battery)

Bateri ialah peranti untuk menyimpan cas elektrik. Fungsi utama bateri adalah sebagai peranti yang menyediakan simpanan sementara cas elektrik bagi sistem OGPV dan melepaskan cas-cas sekiranya diperlukan oleh beban (SEDA, 2020a). Jenis bateri yang digunakan dalam sistem OGPV di PTSN ialah NPL AGM *lead acid*, *Absorbent Glass Mat (AGM) lead acid* yang boleh dicas semula daripada siri NPL dengan kapasiti cas 100Ah dan voltan nominal 12Vdc. Manakala konfigurasi bateri adalah kombinasi empat bateri yang disambung secara sesiri dan menghasilkan jumlah voltan 48Vdc dengan arus yang mengalir sama bagi setiap bateri beserta jumlah kapasiti yang sama untuk kapasiti satu bateri iaitu 100Ah. Rajah 5 menunjukkan konfigurasi bateri 1x4 bagi bank bateri sistem OGPV di PTSN.

**Rajah 5: Ilustrasi Konfigurasi Bateri 1x4**

Penyongsang OG (OG Inverter)

Penyongsang digunakan untuk membekalkan kuasa kepada beban AC. Kebiasaannya, penyongsang OG menukar kuasa DC daripada simpanan tenaga kepada kuasa AC (SEDA, 2020a). Voltan masukan penyongsang mestilah sama dengan voltan sistem bateri. Oleh itu jenis penyongsang yang digunakan dalam sistem OGPV di PTSN ialah jenama CNSWIPOWER, 3000W 48V Pure Sine Wave Off-Grid Power Inverter.

Beban AC (AC loads)

240 Voltan AC yang dibekalkan kepada beban dengan jumlah tenaga sebanyak 3kWh sehari merupakan peralatan rumah dan dipasang di dua buah wakaf di PTSN untuk kemudahan pelajar adalah seperti butiran dalam Jadual 5.

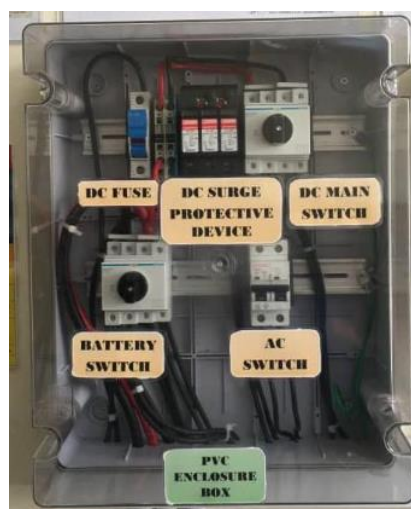
Jadual 5: Senarai Pemasangan Beban AC Peralatan Rumah

Beban	Bilangan	Kuasa (W)
Kipas Siling	2	60
Lampu	2	15
Soket Alur Keluar		300

Pemasangan AC *Distribution Board*(DB) disambungkan antara bekalan voltan AC dan beban serta kabel pbumian bertujuan untuk perlindungan keselamatan kepada sistem dan juga peralatan.

Perlindungan Arus Lebih (Over Current Protection)

Sistem 2.04kWh OGPV di PTSN telah dilengkapi dengan perlindungan arus lebih seperti dalam Rajah 6 menunjukkan penyambungan fius, suis dan pemutus litar dalam kotak yang tertutup atas faktor keselamatan kepada pengguna.

**Rajah 6: Kotak Penutup PVC Bagi Komponen Perlindungan Arus Lebih****Fasa Development (Pembangunan)**

Fasa ini bertujuan untuk menghasilkan rancangan pengajaran dan bahan pelajaran. Proses fasa ini adalah membangunkan arahan, semua media yang akan digunakan dalam arahan serta sebarang dokumentasi sokongan. Iswati (2019) menyatakan, penghasilan buku kursus menggunakan model ADDIE dalam fasa pembangunan memerlukan tiga sumber iaitu secara online, buku kursus yang dicetak dan bahan yang disediakan sendiri. Manakala menurut Ebru (2020), mencipta dan menyusun bahan pembelajaran yang akan digunakan semasa pengajaran merupakan proses fasa pembangunan. Selepas melalui proses fasa analisis dan reka bentuk, fasa pembangunan bagi kajian ini adalah untuk mencapai objektif kedua iaitu membangunkan penilaian praktikal bagi kursus Power System berdasarkan sistem 2.04kWp OGPV di PTSN. Pembangunan jenis penilaian praktikal berdasarkan silibus adalah *practical work* dalam

subtopik RE pengkhususan dalam tenaga solar berdasarkan objektif khusus seperti dalam Jadual 6.

Jadual 6: Tiga Objektif Khusus Practical Work Subtopik RE Tenaga Solar Kursus Power System

Objektif	Jenis Tugas	Perkakasan dan Kelengkapan	Sumber
Melakarkan gambarajah litar skematik sistem 2.04kWP OGPV di PTSN	Site Visit - Pelajar membuat pemerhatian berdasarkan lawatan tapak - Hasil pemerhatian pelajar dapat mengenal pasti peranti dan komponen yang dipasang dalam sistem - Pelajar juga membuat lakaran penyambungan litar antara peranti dan komponen semasa pemerhatian - Pelajar dapat melakar gambarajah litar skematik sistem mengikut piawaian yang betul	- Alat untuk mencatat dan melakar - Alat untuk merakam gambar	- Design and Sizing of Off-Grid Photovoltaic Power System book - MS 1837: 2018 Installation of Grid-Connected Photovoltaic (PV) system (Second revision)
Mengukur voltan DC litar terbuka dan mengukur arus DC litar tertutup	Open Circuit and Short Circuit Test - Pelajar melengkapkan maklumat kadaran modul PV - Pelajar mengaggarkan <i>factors of deration</i> dengan melengkapkan jadual yang disediakan - Pelajar melaksanakan ujian Voltan DC	<i>PV Modules with Similar Model and Specifications</i> <i>Digital Multimeter</i> <i>Clampmeter</i> <i>Handheld Pyranometer</i> <i>Handheld Infrared Thermometer</i> <i>Female to Male Solar Panel Connector</i>	- Practical Manuals SEDA OGPV Design Course - MS2692:2020 Testing and Commissioning of Grid-Connected Photovoltaic System - Procedure For the Testing and Commissioning of Grid-Connected

	Litar Terbuka untuk mengukur voltan dan melengkapkan jadual seperti yang disediakan • Pelajar melaksanakan ujian Arus DC Litar Tertutup untuk mengukur arus dan melengkapkan jadual seperti yang disediakan	Photovoltaic Systems in Malaysia (SEDA)
Menentu ukur fungsi peranti dan komponen sistem 2.04kWP OGPV di PTSN berdasarkan pemeriksaan secara visual	Testing and Commissioning (Visual and Functionality Inspection) • Pelajar sentiasa memakai pakaian dan PPE yang sesuai sepanjang ujian ini dilaksanakan • Pelajar memastikan sistem sentiasa berada dalam keadaan OFF • Pelajar melaksanakan prosedur mengikut urutan yang sesuai dan melengkapkan jadual yang disediakan dalam helaian praktikal	• Complete Personal Protection Equipment (PPE) set • One (1) complete and functional OGPV system • Complete Sets of Datasheets of All Equipment

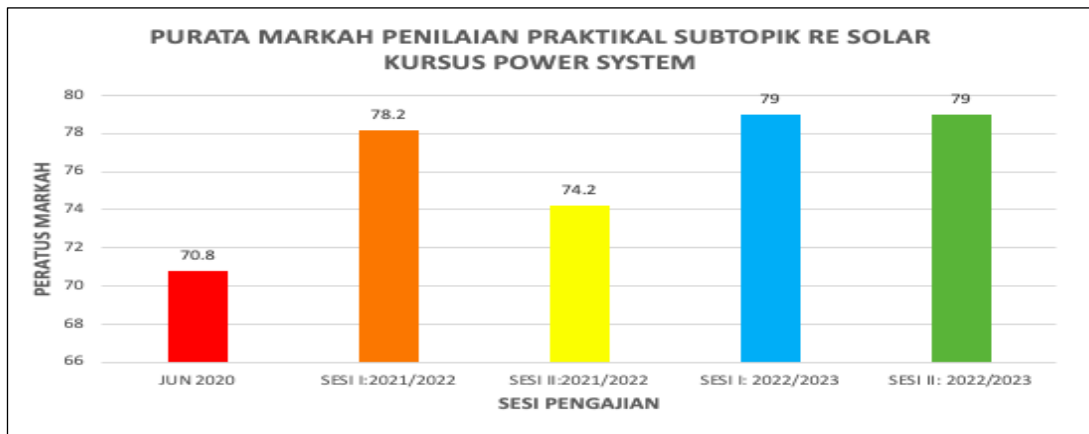
Fasa Implementation (Pelaksanaan)

Pelaksanaan praktikal ini bermula dari Sesi Jun 2020 menggunakan pendekatan *site visit* bagi menyampaikan pengajaran secara efisien dan berkesan. Namun begitu, Nasohah et al (2015) menegaskan pelaksanaannya adalah dalam konteks dunia sebenar kerana fasa ini seharusnya menggalakkan pemahaman pelajar tentang bahan, menyokong penguasaan pelajar terhadap objektif seperti yang dinyatakan oleh Iswati(2019), buku kursus yang dihasilkan merupakan alat untuk mencapai objektif kursus. Selain itu, fasa ini juga memastikan pemindahan pengetahuan pelajar dari persekitaran pengajaran kepada pekerjaan. Oleh yang demikian,

pemurnian penilaian praktikal ini perlu disemak dengan merujuk kepada praktis yang sebenar menjurus bidang pekerjaan bagi subtopik RE kursus Power System. Pada fasa ini menurut Alsaleh (2020), bahan pengajaran yang dihasilkan adalah berdasarkan penggunaannya dalam persekitaran yang sebenar. Penglibatan pengkaji yang juga merupakan penyelaras kursus Power System di PTSN dalam program pentauliahan profesional rekabentuk solar PV dapat menaikkan penyediaan penilaian praktikal dengan mengaplikasi teknik, sumber dan teknologi industri solar terkini bagi melahirkan pekerja yang kompeten seperti sasaran PLO. Justeru, proses fasa pelaksanaan ini adalah bagi mencapai objektif yang ketiga kajian iaitu mencadangkan pembelian alat pengujian penilaian praktikal bagi kursus Power System berdasarkan sistem OGPV di PTSN. Namun begitu, pembelian alat pengujian penilaian praktikal bagi tujuan ini memerlukan perbincangan dengan pihak pengurusan kerana melibatkan peruntukan kewangan, pertimbangan dari segi faktor teknikal dan latihan kepada tenaga pengajar.

Fasa Evaluation (Penilaian)

Fasa penilaian adalah mengukur keberkesanan dan keefisienan pengajaran. Proses penilaian ini boleh dilaksanakan sepanjang keseluruhan proses reka bentuk instruksional samada dalam fasa, antara fasa dan selepas pelaksanaan. Jenis penilaian terbahagi kepada dua bentuk iaitu formatif dan sumatif. Penilaian formatif dilaksanakan dalam fasa bertujuan untuk mendapatkan maklumbalas penambahbaikan instruksional sebelum dimuktamadkan penggunaannya dalam versi akhir. Manakala penilaian sumatif adalah menilai keberkesanan selepas instruksional versi akhir dilaksanakan untuk maklumbalas bagi mendapatkan keputusan samada mengekalkan atau memberhentikannya. Alsaleh (2020) dalam kajiannya, guru-guru diminta untuk mengenal pasti kelemahan dalam reka bentuk dan cabaran serta mencadangkan pelan pembangunan dalam fasa penilaian. Namun begitu, Ebru(2020) pula dalam fasa penilaian meletakkan matlamat untuk mendapatkan maklumbalas secara umum tentang kursus dan menilai keseluruhan keberkesanan kursus untuk penambahbaikan pengajaran bagi membetulkan titik kelemahan. Amalan *outcome based education* (OBE) atau pendidikan berasaskan hasil dalam sistem politeknik yang menekankan prinsip penambahbaikan dalam pdp maka di PTSN pelaporan penilaian kerja kursus secara formatif perlu disediakan pada minggu ke lapan perkuliahan manakala pelaporan penilaian sumatif berdasarkan catatan perbincangan kursus antara pensyarah kursus untuk penambahbaikan CLO serta cadangan pelaksanaannya disediakan selepas mesyuarat lembaga peperiksaan PTSN. Rajah 6 menunjukkan rekod purata markah penilaian praktikal subtopik RE solar bagi lima sesi pengajian. Secara keseluruhan, purata markah adalah dalam kategori kepujian dengan gred A- dan B+.



Rajah 6: Rekod Purata Markah Penilaian Praktikal Subtopik RE Solar

Dapatan dan Perbincangan

Hasil penelitian menggunakan model ADDIE bagi reka bentuk instruksional menghasilkan medium penilaian praktikal bagi kursus Power System yang menjurus kepada subtopik solar berdasarkan sistem solar yang sedia ada di PTSN iaitu sistem 2.04kWp OGPV dapat menjawab ketiga-tiga objektif kajian yang didasarkan seperti dalam perbincangan selanjutnya.

Objektif Pertama: Mengkaji Sistem 2.04kWp OGPV di PTSN

Kajian secara teknikal sistem 2.04kWp OGPV di PTSN sebagai medium penilaian praktikal dapat menstrukturkan jenis penilaian yang akan dibangunkan berdasarkan kapasiti sistem secara elektrik dan mekanikal, kepakaran tenaga pengajar, anggaran bilangan pelajar yang akan menggunakannya serta isu keselamatan juga perlu dipertimbangkan. Harahap et al. (2021) dalam membangunkan sebuah *trainer* kursus tentang sistem janaan tenaga solar dengan konsep yang tepat dan sesuai digunakan sebagai media pembelajaran dari segi teknik, fungsi, kaedah kerja serta ergonomik. Penghasilan media pembelajaran ini diharap mampu menambah pengetahuan pelajar tentang sistem janaan tenaga solar. Widiyanta et al. (2019), *trainer* media pembelajaran yang telah dihasilkan memerlukan pengesahan daripada pensyarah pakar sebelum digunakan dalam aktiviti pdp.

Objektif Kedua: Membangunkan Penilaian Praktikal Bagi Kursus Power System Berdasarkan Sistem 2.04kWp OGPV di PTSN

Rujukan utama dalam membangunkan penilaian sesuatu kursus dalam struktur program berdasarkan kepada silibus kurikulum terkini yang berkuatkuasa. Maka, jenis penilaian praktikal bagi kursus Power System ditetapkan melalui pemetaan PLO dan CLO struktur program. Salah satu kepentingan tujuan pelaksanaan OBE adalah menetapkan *Programme Educational Objectives* (PEO) atau Objektif Pendidikan Program khusus untuk mencapai matlamat institusi dalam melahirkan graduan untuk memenuhi kebolehpasaran dan pada masa yang sama juga menjadi pekerja kompeten dalam kerjaya masing-masing (Rahman et al., 2016). Manakala menurut Kasiran et al. (2022) pula, hasil PEO boleh dijadikan penanda aras bagi membuktikan pelajar memenuhi jangkaan industri dan komuniti. Salah satu pemetaan PEO1 bagi program DEI di PTSN adalah PLO5 bagi kursus Power System iaitu:

Proficient with industry-relevant knowledge and skills in Manufacturing Engineering Field

Oleh yang demikian, salah satu faktor dalam membuktikan pencapaian PEO ialah mengkaji kualiti keberkesanan pdp meliputi strategi pembelajaran dan penilaian (Kasiran et al., 2022).

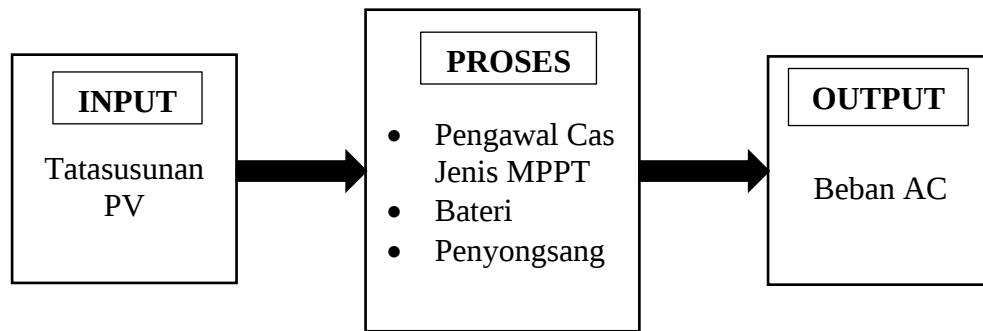
Pembangunan penilaian praktikal bagi kursus Power System berdasarkan sistem 2.04kWp OGPV di PTSN dirangka seperti dalam Jadual 7.

Jadual 7: Perangkaan Pembangunan Penilaian Praktikal Berdasarkan Sistem 2.04kWp OGPV di PTSN

Tajuk Praktikal	<i>TESTING AND COMMISSIONING OF 2.04kWp OFF-GRID CONNECTED PHOTOVOLTAIC SYSTEM AT POLITEKNIK TUN SYED NASIR SYED ISMAIL</i>		
Objektif Umum	<i>To test and commission in OFF condition system</i>		
Objektif Khusus	• To sketch a schematic diagram circuit of 2.04kWp OGPV system at PTSN	• To measure a DC open circuit voltage of PV module and strings within accepted value • To measure a DC short circuit current of PV module and strings within accepted value	• To determine to measure the function of devices and components of the 2.04kWp OGPV system at PTSN based on visual inspection
Strategi aktiviti pdp	Lawatan tapak	Demonstrasi	Demonstrasi
Tugasan	Individu	Berkumpulan	Berkumpulan
Penilaian	Pemarkahan secara rubrik	Pemarkahan secara rubrik	Pemarkahan secara rubrik

Objektif Ketiga: Mencadangkan Pembelian Alat Pengujian Penilaian Praktikal Bagi Kursus Power System Berdasarkan Sistem 2.04kWp OGPV di PTSN

Cadangan pembelian alat pengujian penilaian praktikal adalah berdasarkan objektif kedua kajian bagi memastikan PEO 1 dapat dicapai sekiranya kajian penilaian pencapaian PEO yang akan dilaksanakan selepas tiga hingga lima tahun tamat pengajian bagi menjangkakan pencapaian graduan dalam pembangunan kerjaya dan kehidupan profesional (Rahman et al., 2016). Implikasi dapatan kajian Kasiran et al. (2022) adalah melalui penilaian terhadap keberkesanan proses PdP yang dilaksanakan oleh pensyarah serta penambahbaikan terhadap kualiti program yang ditawarkan agar selari dengan penggubalan kurikulum terkini dalam memenuhi permintaan industri berasaskan teknologi Industri Revolusi (IR) 4.0. Namun begitu, memetik pernyataan PLO 5 iaitu kesedaran tentang batasan terhadap teknik, sumber dan alatan kejuruteraan serta IT yang sesuai digunakan untuk masalah kejuruteraan yang jelas. Oleh yang demikian, pertimbangan sewajarnya bagi menggunakan sistem 2.04kWp OGPV di PTSN yang sedia ada sebagai medium penilaian praktikal bagi kursus Power System dengan mengambil kira kos pembangunan sistem yang tinggi disebabkan pemasangan peranti yang mahal. Faktor keterbatasan ini menyebabkan cadangan penilaian praktikal meminimumkan tugasan pada bahagian proses yang melibatkan peranti seperti pengawal cas jenis MPPT, bateri dan penyongsang. Penekanan penilaian praktikal adalah di bahagian input iaitu pada tatasusunan PV. Manakala, pemerhatian semasa lawatan tapak serta pemeriksaan berdasarkan visual terhadap beban AC yang merupakan output dalam sistem ini. Gambarajah blok bagi sistem ini ditunjukkan dalam Rajah 7.



Rajah 7: Gambarajah Blok Sistem 2.04kWp OGPV di PTSN

Senarai cadangan pembelian alat pengujian beserta fungsi memfokuskan bagi mencapai objektif khusus kedua dalam penilaian praktikal *Open Circuit and Short Circuit Test* seperti dalam Jadual 8.

Jadual 8: Senarai Alat Pengujian Bagi Penilaian Praktikal Open Circuit and Short Circuit Test

Alat Pengujian	Gambar	Fungsi
Digital Multimeter		Alat ujian yang digunakan untuk mengukur dua atau lebih nilai elektrik terutamanya voltan (volt), arus (amp) dan rintangan (ohms). Ia adalah alat diagnostik standard untuk juruteknik dalam industri elektrik dan elektronik.
Clampmeter		Alat ujian elektrik yang menggabungkan multimeter digital asas dengan sensor arus. Pengapit mengukur arus. Probe mengukur voltan. Mempunyai rahang berengsel yang disepadukan ke dalam meter elektrik membolehkan juruteknik mengapit rahang di sekeliling wayar, kabel atau konduktor lain pada mana-mana titik dalam sistem elektrik, kemudian mengukur arus dalam litar itu tanpa memutuskan sambungan atau menyahatagakannya.

*Handheld
Pyranometer*



Alat untuk mengukur sinaran suria, suhu ambien dan modul PV, orientasi tatasusunan dan sudut kecondongan. Membuat pengukuran serta-merta untuk menentukan watt per meter persegi penyinaran suria, yang diperlukan oleh piawaian IEC 62446-1.

*Handheld
Infrared
Thermometer*



Alat untuk mengukur suhu dengan cepat, pada jarak dan tanpa menyentuh objek diukur.

*Branch MC4
Connector*



Alat untuk membuat penyambungan kutub negatif dengan negatif dan sebaliknya pada penyambung MC4 di panel solar bagi pemasangan secara selari.

Kesimpulan

Kesimpulannya, sistem 2.04kWp OGPV di PTSN yang dibangunkan pada asalnya atas dasar amalan lestari dan teknologi hijau berpaksikan gerak kerja Blueprint POLYgreen Politeknik Malaysia. Namun begitu, penerapan nilai-nilai OBE dalam pdp membuka ruang serta peluang kepada pensyarah sebagai inisiatif untuk menjadikan sistem ini sebagai media pembelajaran. Bertitik tolak daripada perkembangan pesat teknologi solar dengan galakan daripada kerajaan dalam merealisasikan Malaysia sebagai sebuah negara yang berazam mengurangkan jejak karbon melalui *National Energy Transition Roadmap* (NETR) atau Pelan Hala Tuju Peralihan Tenaga Negara. Pengurangan jejak karbon merupakan salah satu dalam agenda NETR yang merupakan pemangkin untuk mengubah ekonomi ke arah yang lebih mampan. Agenda ini juga berpotensi untuk menjana sumber pertumbuhan baharu, mewujudkan peluang perniagaan dan perdagangan serta melahirkan pekerja berpengetahuan. Selaras perkembangan pesat dalam penjaan tenaga teknologi hijau, model ADDIE digunakan bagi menstruktur semula sistem 2.04kWp OGPV di PTSN sebagai media pembelajaran. Pemurnian pembangunan penilaian praktikal kursus Power System bagi subtopik RE menggunakan sistem 2.04kWp OGPV di PTSN bertujuan melatih pelajar beradaptasi dengan praktis situasi sebenar alam pekerjaan bidang teknologi solar di industri. Oleh yang demikian, cadangan pembelian alat pengujian bagi melaksanakan praktikal ini berpotensi untuk mengasah kemahiran pelajar dalam persediaan melahirkan pekerja yang kompeten dan berpengetahuan. Diharapkan graduan bagi program ini berpeluang menempatkan diri dengan mudah untuk bekerja secara profesional

dalam industri solar kerana kelebihan yang diperolehi sekiranya penilaian praktikal ini dapat dilaksanakan seperti perancangan.

Implikasi Dapatan Kajian

Implikasi hasil dapatan kajian membuktikan proses CQI berlangsung dalam memastikan OBE sebagai amalan dalam penyampaian pdp. CLO dan PLO adalah berdasarkan pemetaan silibus kurikulum terkini yang berkuatkuasa bagi mencapai sasaran PEO. Pencapaian PEO memerlukan sokongan daripada pihak institusi iaitu PTSN dari segi peruntukan kewangan untuk cadangan pembelian alat pengujian dalam belanjawan Rancangan Malaysia ke-13 (RMK 13). Pihak JPPKK pula berperanan menawarkan program-program bagi memastikan pensyarah berpeluang meningkatkan kemahiran sedia ada atau memperolehi kemahiran baru dalam teknologi terkini.

Cadangan

Berdasarkan kekerapan dan penggunaan yang ramai oleh pelajar terhadap sistem yang sedia ada maka dicadangkan agar dibangunkan model *trainer* bagi tatasusunan PV sahaja bagi tujuan pdp. Cadangan ini mengambil kira keperluan berdasarkan jenis penilaian praktikal dalam kajian ini iaitu pengujian di bahagian input pada tatasusunan PV beserta alat pengujian yang dicadangkan pembeliannya.

Penghargaan

Setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih kepada pihak KPT, JPPKK dan UM atas penajaan serta penganjuran tawaran biasiswa bagi Program Pentauliahan Profesional Rekabentuk Solar PV, begitu juga kepada pihak PTSN kerana ruang dan peluang yang diberikan sehingga kajian ini dapat diselesaikan.

Rujukan

- Alsaleh, N. (2020). The effectiveness of an instructional design training program to enhance teachers' perceived skills in solving educational problems. *Educational Research and Reviews*, 15(12), 751-763. <https://doi.org/10.5897/ERR2020.4082>
- Bahagian Kurikulum (2019). *Panduan Pembangunan Hasil Pembelajaran 2019*. Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti.
- Ebru, K. O. Ç. (2020). Design and evaluation of a higher education distance EAP course by using the ADDIE model. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(73), 522-531. <https://doi.org/10.17755/esosder.526335>
- Ho, S. M., Lomi, A., Okoroigwe, E. C., & Urrego, L. R. (2019). Investigation of solar energy: The case study in Malaysia, Indonesia, Colombia and Nigeria. *International Journal of Renewable Energy Research*, 9(1).
- Husain, A. A., Phesal, M. A., Kadir, M. A., & Amirulddin, U. U. (2020). Short review on recent solar PV policies in Malaysia. *E3S Web of Conferences*, 191(01002), 1-4. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202019101002>
- Idris, N. H. B., Musa, M. R. B., & Hassan, H. S. B. (2019). Pembangunan DC Wheatstone Bridge di Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Politeknik Tuanku Syed Sirajuddin, PTSS. *Journal on Technical and Vocational Education*, 4(1), 43-50.
- Irawati, T. N., & Mahmudah, M. (2020). The needs analysis of student worksheet (LKM) based on the development of the ADDIE model for vector analysis subjects in S1 Mathematics Education students on Jember Islamic University. *Jurnal Axioma : Jurnal Matematika Dan Pembelajaran*, 5(1), 1-10. <https://doi.org/10.36835/axi.v5i1.538>

- Iswati, L. (2019). Developing ADDIE model-based ESP Coursebook. *Indonesian EFL Journal*, 5(2), 103-112.
- Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti. (2018). *Pelan Strategik Politeknik dan Kolej Komuniti 2018-2025*. Kementerian Pendidikan Malaysia
- Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti. (2022). *Buku Informasi Politeknik dan Kolej Komuniti 2022*. Kementerian Pendidikan Malaysia
- Kabir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A. A., & Kim, K. H. (2018). Solar energy: Potential and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(1), 894-900.
- Kasiran, K., Umar, K., Effendi, M., & Matore, E. M. (2022). Penilaian pencapaian objektif pendidikan program (PEO) graduan kolej komuniti sebagai tenaga kerja berpengetahuan dan berkemahiran. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 7(9), e001736-e001736.
- Malaysia Investment Development Authority. (2023, 16 November). *Green Technology*. <https://www.mida.gov.my/industries/services/green-technology/>
- Nasohah, U.N., Abd Gani, M.I, Shaid, N. (2015). Proceedings of the international seminar on language teaching IseLT. Research gate. <https://www.researchgate.net/profile/Muhammad-Izuan-Abd-Gani/publication/335568905>
- Rahman, J. A., Ab-Rahman, M. S., & Yusoff, A. R. M. (2016). A case study of programme educational objectives (PEOs) assessment requirements for the electrical and electronic engineering programme in Malaysian public universities. *Pertanika Journal Social Science & Humanities*, 24, 251-268.
- Sapon, N. B., Yunus, N. A. B. M., & Jaffar, R. B. (2023). Keberkesanan Penggunaan Relay Demonstration Board dalam Meningkatkan Kefahaman Pelajar Kejuruteraan Elektrik. *Engineering and Technology International Journal*, 5(01), 54-61.
- Sun, P. H., & Lee, S. Y. (2020). The importance and challenges of outcome-based education – A case study in a private higher education institution. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 17(2), 253-278.
- Suruhanjaya Tenaga. (2023). *Guidelines for Solar Photovoltaic Installation Under the Programme of NEM Rakyat and NEM GoME in Peninsular Malaysia*. Suruhanjaya Tenaga.
- Sustainable Energy Development Authority. (2022a). *Design and Sizing of Off-Grid Photovoltaic Power System*, Sustainable Energy Development Authority (SEDA) Malaysia.
- Sustainable Energy Development Authority. (2022b). *Fundamentals of Solar Photovoltaics Technology*, Sustainable Energy Development Authority (SEDA) Malaysia.
- Sustainable Energy Development Authority. (2023, 16 November). *About SEDA*. <https://www.seda.gov.my/>
- Ulfah, U., & Arifudin, O. (2023). Analisis teori taksonomi Bloom pada pendidikan di Indonesia. *Jurnal Al-Amar: Ekonomi Syariah, Perbankan Syariah, Agama Islam, Manajemen Dan Pendidikan*, 4(1), 13-22.
- Widiantama, O., & Pramono, H. S. (2019). Development of practicum tools dc motor speed control system as a learning media of robotics learning practice. *Journal of Physics: Conference Series*, 1413(1), 1-8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1413/1/012001>