

Jurnal Kejuruteraan 37(6) 2025: 2911-2922
[https://doi.org/10.17576/jkukm-2025-37\(6\)-27](https://doi.org/10.17576/jkukm-2025-37(6)-27)

Pembentukan Kriteria Rubrik: Huraian Induktif daripada Pembelajaran Berasaskan Projek (PjBL) di Makmal Kejuruteraan (Crafting Rubric Criteria: Inductive Insights from Engineering Project-based Learning (PjBL) Laboratory)

Nur Ayuni Shamsul Bahri^{a,*}, Naziha Ahmad Azli^b, Narina Abu Samah^c, & Mariam Firdhaus Mad Nordin^a

^aMalaysia-Japan International Institute of Technology (MJIIT), UTM Kuala Lumpur

^bCenter for Engineering Education, UTM Johor Bahru

^cFaculty of Social Science and Humanities (FSSH), UTM Johor Bahru

*Corresponding author: n.ayuni@utm.my

Received 6 May 2024, Received in revised form 20 June 2025
 Accepted 20 July 2025, Available online 30 September 2025

ABSTRAK

Menetapkan kriteria bagi pembinaan rubrik, terutamanya dalam konteks pendidikan kejuruteraan, bukanlah satu tugas yang mudah. Keadaan ini menjadi lebih kompleks dengan kewujudan pelbagai jenis rubrik serta kemunculan pelbagai aplikasi dan alat berasaskan Kecerdasan Buatan (AI) yang boleh digunakan untuk membina rubrik bagi menilai kemahiran pelajar. Situasi ini mempunyai kelebihan dan kekurangannya yang tersendiri, khususnya dari segi kesahihan dan kebolehpercayaan sesuatu alat penilaian iaitu sejauh mana alat tersebut benar-benar dapat menilai hasil pembelajaran yang dikehendaki dan mencerminkan apa yang berlaku dalam kursus tersebut. Oleh itu, objektif utama kajian ini adalah untuk membangunkan kriteria rubrik secara induktif, berasaskan kepada data kualitatif yang dikumpulkan secara langsung daripada pelaksanaan PjBL dalam makmal kejuruteraan. Pendekatan langkah demi langkah yang digunakan dalam kajian ini melibatkan pengumpulan data kualitatif dan pengesahan untuk setiap analisis dalam mengenal pasti kriteria utama yang perlu dimasukkan dalam rubrik pelajar. Di akhir kajian, satu proses yang jelas akan ditunjukkan mengenai bagaimana kriteria rubrik boleh dibangunkan dan dinilai secara kualitatif berdasarkan proses pembelajaran sebenar yang berlaku di dalam kelas.

Kata kunci: Penilaian Rubrik; pembelajaran berasaskan projek; makmal; pendidikan kejuruteraan

ABSTRACT

Establishing criteria for rubric development, particularly within the context of engineering education, is not a straightforward task. This challenge is further compounded by the availability of various types of rubrics, as well as the emergence of numerous AI-based tools and applications that can be used to construct rubrics for assessing student competencies. Each of these options has its own advantages and disadvantages, especially in terms of the validity and reliability of the assessment tool which refer to the extent to which the tool accurately measures the intended learning outcomes and reflects what actually occurs in the course. Therefore, the main objective of this study is to inductively develop rubric criteria based on qualitative data collected directly from the implementation of Project-Based Learning (PjBL) in an engineering laboratory setting. The step-by-step approach adopted in this study involves qualitative data collection and validation at each stage of analysis to identify the key criteria that should be included in the student rubric. By the end of the study, a clear process will be demonstrated on how rubric criteria can be developed and qualitatively evaluated based on actual learning experiences within the classroom.

Keywords: Rubrics Assessment; project-based learning; laboratory; engineering education

PENGENALAN

Dalam landskap pendidikan kejuruteraan yang semakin kompleks, pendekatan *Project-based Learning* (PjBL) telah dikenalpasti sebagai kaedah yang efektif dalam membangunkan pelbagai kemahiran teknikal dan insaniah pelajar. Kaedah ini bukan sahaja membolehkan pelajar mengaplikasikan pengetahuan kejuruteraan dalam situasi praktikal, tetapi juga menggalakkan pembangunan kemahiran seperti pemikiran kritikal, penyelesaian masalah kompleks, kolaborasi, dan komunikasi berkesan (Mills & Treagust 2003; Kokotsaki et al. 2016).

Keperluan terhadap graduan kejuruteraan yang mempunyai kemahiran menyeluruh yakni bukan sekadar cemerlang dari segi akademik semakin mendapat perhatian industri. Kebanyakan majikan kini mencari graduan yang mampu berfungsi secara efektif dalam persekitaran kerja berpasukan, membuat keputusan secara rasional, serta menyelesaikan masalah teknikal secara kreatif dan inovatif (Male et al. 2010). Oleh itu, pendekatan seperti PjBL dilihat sebagai strategi penting dalam menjajarkan hasil pembelajaran universiti dengan keperluan industri.

Dalam konteks makmal kejuruteraan, PjBL banyak diaplikasikan bagi memberikan pelajar pengalaman praktikal yang menekankan penyelesaian masalah sebenar. Persekitaran makmal berfungsi sebagai ruang amali untuk pelajar menguji, merekabentuk dan menilai penyelesaian kejuruteraan secara kolaboratif. Walau bagaimanapun, pelaksanaan PjBL di makmal juga membawa cabaran tersendiri, khususnya dalam aspek penilaian pelajar. Salah satu cabaran utama adalah memastikan kaedah penilaian yang digunakan benar-benar mencerminkan pencapaian objektif pembelajaran.

Dalam amalan semasa, terdapat perbezaan dari segi pendekatan penilaian yang digunakan dalam makmal kejuruteraan daripada simulasi, perkakasan (*hardware*), sehinggalah kepada analisis data statistik. Perbezaan dalam pendekatan ini menimbulkan persoalan: bagaimana penilaian dapat diselaraskan merentas program dan kekal relevan terhadap hasil pembelajaran yang holistik? Lebih mencabar lagi, aspek kemahiran subjektif seperti kebolehan menyelesaikan masalah, berfikir secara kritikal dan kebolehan membentangkan idea tidak dapat diukur secara efektif melalui penilaian berasaskan peperiksaan semata-mata, terutamanya dalam makmal (Jonsson & Svingby 2007). Oleh yang demikian, rubrik telah diperkenalkan sebagai salah satu alat bagi menilai prestasi pelajar.

Rubrik penilaian telah diperkenalkan sejak awal abad ke-20 sebagai alat untuk menilai aspek subjektif dalam pendidikan. Rubrik membolehkan pentaksiran yang lebih telus, konsisten dan sejajar dengan hasil pembelajaran yang ingin dicapai. Namun begitu, proses pembinaan rubrik

memerlukan pendekatan yang sistematik dan berdasarkan bukti. Pembinaan kriteria yang tidak tepat atau terlalu umum boleh menyebabkan ketidaktepatan dalam menilai prestasi sebenar pelajar (Andrade 2005). Tambahan pula, kemunculan pelbagai aplikasi dan alat berasaskan Kecerdasan Buatan (AI) seperti generator rubrik automatik telah memudahkan proses ini. Walaupun ia menjimatkan masa dan menawarkan struktur yang konsisten, terdapat risiko ketidaksejajaran antara kriteria yang dijana oleh AI dengan konteks pembelajaran sebenar di makmal. Kebergantungan yang berlebihan kepada teknologi boleh menyebabkan keterputusan antara rubrik dan realiti pembelajaran pelajar (Darling-Hammond & Snyder 2000). Sehubungan itu, kajian ini dijalankan untuk membangunkan kriteria rubrik secara induktif, berasaskan kepada data kualitatif yang dikumpulkan secara langsung daripada pelaksanaan PjBL dalam makmal kejuruteraan. Proses ini melibatkan pengumpulan maklumat secara mendalam serta pengesahan kriteria melalui pendekatan analisis tematik. Fokus utama kajian ini ialah untuk menilai kemahiran penyelesaian masalah pelajar dalam konteks dunia sebenar. Diharapkan, hasil kajian ini dapat memberikan sumbangan bermakna kepada pembangunan rubrik penilaian yang lebih tepat, sahih, dan sejajar dengan pengalaman pembelajaran sebenar pelajar.

APLIKASI RUBRIK DALAM PENDIDIKAN KEJURUTERAAN

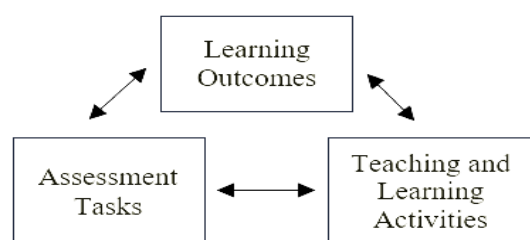
Dalam landskap pendidikan kejuruteraan yang sentiasa berubah, keperluan terhadap penilaian pelajar yang adil, menyeluruh dan sejajar dengan hasil pembelajaran semakin mendesak. Rubrik penilaian telah dikenalpasti sebagai salah satu alat pentaksiran yang berkesan, terutamanya untuk kaedah pembelajaran berasaskan projek (*Project-based Learning*) atau dikenali sebagai PjBL yang memerlukan penilaian terhadap pelbagai kemahiran pelajar, bukan sekadar hasil akhir tugas. Stiggins (2005), Arter dan Chappuis (2006), serta Moreno (2010) mentakrifkan rubrik sebagai alat pemarkahan yang menerangkan kriteria penilaian untuk tugas pelajar, terutamanya bagi penilaian subjektif seperti prestasi, sikap, dan kemahiran menyelesaikan masalah yang sukar dinilai secara kuantitatif.

Stevens dan Levi (2005) pula menyatakan bahawa rubrik merupakan alat penilaian yang terancang, yang memecahkan tugas kepada beberapa komponen dengan penerangan jelas tahap pencapaian yang diperlukan bagi setiap bahagian. Melalui penggunaan rubrik, pelajar dapat memahami dengan lebih baik jangkaan pensyarah serta kriteria yang dinilai. Selain itu, rubrik membantu pelajar

menetapkan matlamat pembelajaran, mengenal pasti kekuatan dan kelemahan mereka, serta memberi tumpuan kepada kriteria penting semasa aktiviti pembelajaran berlangsung. Bagi pensyarah pula, rubrik membantu dalam merangka objektif pembelajaran yang kompleks serta membuat penilaian yang adil dan konsisten terhadap prestasi pelajar (Arter & Chappuis 2007).

Sebagaimana dalam bidang pendidikan, rubrik juga terkenal sebagai alat penilaian dalam bidang kejuruteraan. Eltanahy et al. (2024) dalam artikelnya juga melaporkan tentang pembangunan rubrik analitik untuk menilai kompetensi 152 orang pelajar kejuruteraan dalam konteks pembelajaran STEM keusahawanan. Sama seperti kajian yang dilaksanakan Sanchez Ramirez et al. (2022) yang membangunkan rubrik bagi menilai kompetensi yang relevan untuk kebolehpekerjaan dalam kalangan pelajar latihan vokasional. Kajian lain oleh Ahmadiansyah, R. & Suherman, A. (2023) juga membangunkan rubrik sebagai salah satu alat penilaian untuk program kejuruteraan.

Rubrik yang berkesan dalam pendidikan kejuruteraan perlu mempunyai ciri-ciri tertentu bagi menjamin kesahihan dan kebolehpercayaan penilaian. Sebagaimana seperti penilaian biasa, pembinaan rubrik juga perlu selari dengan objektif pembelajaran dan kaedah pedagogi yang diaplikasi. Rajah 1 dibawah menunjukkan Model Penjajaran Konstruktif (*Constructive Alignment*) yang dipopularkan oleh John Biggs (1999) yang menekankan berkenaan pentingnya penjajaran bagi mencapai kurikulum yang berkualiti. Terdapat tiga komponen utama dalam model ini iaitu output pembelajaran, kaedah pedagogi dan penilaian pelajar. Ketiga-tiga elemen ini harus selari antara satu sama lain agar objektif yang ingin dicapai tercapai dengan jayanya.



RAJAH 1. Model Penjajaran Konstruktif (Biggs 1999)

Pertama, rubrik perlu selari dengan hasil pembelajaran kursus (*Course Learning Outcomes*) dan menyokong pencapaian hasil pembelajaran program (*Program Learning Outcomes*). Penilaian yang tidak berpaksikan kepada hasil pembelajaran yang disasarkan akan menyebabkan ketidaksepadanan antara pembelajaran sebenar dan keputusan penilaian. Kedua, rubrik juga perlu

selari dengan aktiviti pedagogi yang dijalankan dalam kelas. Apa yang dinilai iaitu berdasarkan hasil pembelajaran, haruslah difokus dan diajar pendidik semasa kelas berlangsung. Ketidaktajaran antara elemen-elemen ini boleh menyebabkan masalah dari segi kesahihan (*validity*) dan kebolehpercayaan (*reliable*) rubrik dalam menilai pelajar.

KOMPONEN DALAM RUBRIK: KRITERIA, SKALA DAN DESKRIPTOR

Rubrik penilaian yang berkesan bukan sekadar terdiri daripada senarai markah atau tahap pencapaian, tetapi dibina secara sistematik berdasarkan tiga komponen utama iaitu kriteria, skala, dan deskriptor. Ketiga-tiga komponen ini saling melengkapi antara satu sama lain dan memainkan peranan penting dalam memastikan penilaian yang adil, telus, dan sejajar dengan hasil pembelajaran yang ingin dicapai. Menurut Wiggins (1998), rubrik yang berkesan merangkumi skala tahap pencapaian, kriteria penilaian, dan penerangan bagi setiap tahap tersebut manakala Stevens dan Levi (2005) pula menjelaskan bahawa rubrik terdiri daripada empat komponen utama iaitu: penerangan tugas (penilaian), skala pencapaian atau tahap prestasi, dimensi penilaian (kemahiran atau pengetahuan yang terlibat), serta penerangan tentang apa yang mewakili setiap tahap pencapaian tersebut. Arter dan Chappuis (2006) dalam artikelnya juga merumuskan reka bentuk rubrik yang baik berdasarkan cadangan penyelidik seperti Johnson (1996) dan Popham (2002), yang menekankan kriteria atau kemahiran yang sesuai, deskriptor yang jelas dan teratur, serta tahap rubrik yang sesuai.

Jadual 1 menunjukkan contoh komponen asas dalam rubrik yang perlu ada:

JADUAL 1. Komponen utama rubrik			
Kriteria	Skala 1	Skala 2	Skala 3
Kriteria 1	Deskriptor 1	Deskriptor 2	Deskriptor 3
Kriteria 2	Deskriptor 1	Deskriptor 2	Deskriptor 3

Jadual 1 menunjukkan format asas rubrik seperti yang disarankan oleh kebanyakan pakar (Johnson 1996; Popham 2002; Arter & Chappuis 2006). Dalam reka bentuk rubrik, terdapat tiga elemen utama yang perlu diberi perhatian: kriteria, tahap pencapaian, serta perihalan bagi setiap tahap kriteria tersebut. Dari segi kriteria rubrik, bilangannya biasanya ditentukan berdasarkan objektif pembelajaran yang ingin dijadikan panduan oleh pensyarah dalam menilai hasil kerja atau persembahan pelajar (Arter & Chappuis 2006). Pemilihan kriteria yang sesuai amat penting agar selari dengan matlamat pembelajaran yang

telah ditetapkan. Kriteria ini membantu pelajar menilai mutu kerja atau prestasi mereka sendiri. Selain itu, menurut Arther dan McTighe (2000), kriteria dalam rubrik perlu disesuaikan dengan hasil pembelajaran yang diharapkan daripada pelajar. Hal ini bertujuan memastikan keselarasan antara hasil, aktiviti pembelajaran dan kaedah penilaian. Kebiasaannya, kriteria pelajar diperoleh melalui pemerhatian terhadap tugas atau aktiviti pelajar dalam kelas.

Hubungan antara kriteria, skala, dan deskriptor membentuk asas rubrik yang kukuh. Ketiga-tiganya perlu dibangunkan secara selaras dan berpanduan kepada hasil pembelajaran kursus serta konteks pembelajaran pelajar. Dalam konteks pembelajaran berasaskan projek di makmal kejuruteraan, rubrik yang lengkap dan tersusun membantu menilai bukan sahaja produk akhir, tetapi juga proses dan kemahiran yang dibangunkan sepanjang pelaksanaan projek.

KRITERIA DALAM RUBRIK

Kriteria dalam rubrik perlu dibina dengan mengambil kira pelbagai dimensi kemahiran yang ingin dibangunkan melalui PjBL. Antara kriteria yang sering diberi perhatian termasuklah kemahiran mengenal pasti masalah, merancang penyelesaian, aplikasi konsep kejuruteraan, inovasi reka bentuk, serta kerjasama dan komunikasi (Okotsaki et al. 2016; Sacre et al. 2000; Wiggins, 1998). Namun begitu, setiap kursus atau projek menuntut penekanan kepada kriteria yang berbeza bergantung kepada objektif kursus, tahap pelajar, dan konteks aplikasi projek tersebut.

Sebagai contoh, dalam satu sesi makmal kejuruteraan mekanikal yang melibatkan projek reka bentuk sistem pendinginan, didapati bahawa kemahiran membuat keputusan dalam memilih komponen serta justifikasi teknikal pilihan tersebut merupakan aspek penting yang harus dinilai. Oleh itu, satu kriteria khusus berkaitan pemilihan dan justifikasi teknikal telah dibangunkan sebagai sebahagian daripada rubrik. Kriteria ini tidak akan dapat dikenalpasti sekiranya rubrik hanya dibina berdasarkan teori atau rujukan sedia ada, tanpa memahami konteks sebenar pelaksanaan projek. Pemilihan kriteria yang tepat juga dapat meningkatkan keberkesanan maklum balas kepada pelajar (Nicol & Macfarlane-Dick 2006). Dengan mengetahui secara spesifik aspek yang dinilai, pelajar dapat merancang, melaksana, dan memperbaiki kerja mereka secara lebih berfokus. Dalam masa yang sama, pensyarah dapat menilai prestasi pelajar secara lebih adil dan telus kerana kriteria yang digunakan adalah bersandarkan kepada bukti pembelajaran yang sah.

Justeru itu, pendekatan kajian ini mengambil

pendekatan induktif dalam pembangunan kriteria rubrik, iaitu bermula daripada pemerhatian dan analisis terhadap proses sebenar pembelajaran pelajar di makmal (Creswell & Poth 2018; Brookhart 2013) yang mana memfokuskan kepada kemahiran penyelesaian masalah. Melalui kaedah kualitatif seperti pemerhatian dalam kelas, analisis artifak pelajar, serta temubual dengan pensyarah dan pelajar berkenaan proses dan kemahiran penyelesaian masalah yang berlaku, kriteria yang dibangunkan adalah lebih kontekstual dan mencerminkan pengalaman sebenar pembelajaran yang berlaku. Ini sekaligus meningkatkan kualiti rubrik yang dibina.

Pembangunan kriteria rubrik perlu dilakukan secara sistematik, melalui penyelidikan berasaskan bukti dan refleksi terhadap proses pengajaran dan pembelajaran sebenar. Kajian ini mencadangkan bahawa pembangunan kriteria secara induktif daripada data kualitatif di lapangan adalah satu pendekatan yang berkesan dalam membina rubrik penilaian yang benar-benar mencerminkan pembelajaran pelajar dalam persekitaran makmal kejuruteraan yang berasaskan projek.

METODOLOGI KAJIAN

Kajian ini merupakan satu kajian kes yang dijalankan di sebuah institusi pengajian tinggi yang melaksanakan kursus makmal elektrik berasaskan Pembelajaran Berasaskan Projek (*Project-based Learning*) atau dikenali sebagai PjBL. Fokus utama kajian ini adalah untuk membangunkan kriteria rubrik penilaian yang dapat menilai kemahiran penyelesaian masalah pelajar dalam konteks makmal kejuruteraan berasaskan projek. Kriteria rubrik akan dibangunkan secara induktif berdasarkan data kualitatif yang diperoleh semasa pelaksanaan makmal PjBL.

SAMPEL KAJIAN

Kajian ini menggunakan pendekatan persampelan bertujuan (*purposive sampling*), iaitu satu teknik yang biasa digunakan dalam penyelidikan kualitatif untuk memilih individu atau kumpulan yang mempunyai pengalaman langsung dan relevan terhadap fenomena yang dikaji (Patton 2002; Creswell & Clark 2011). Seperti yang disarankan oleh Onwuegbuzie dan Collins (2007), apabila matlamat penyelidikan adalah untuk memperoleh pemahaman mendalam terhadap fenomena berbanding generalisasi populasi, maka pendekatan pensampelan bertujuan adalah lebih sesuai. Sampel utama dalam kajian ini terdiri daripada pelajar tahun akhir program Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik serta fasilitator yang mengendalikan kursus Makmal PjBL. Mereka dipilih

berdasarkan pengalaman mereka dalam mengikuti atau mengendalikan aktiviti makmal dari minggu pertama sehingga minggu keempat.

LOKASI

Kajian ini dijalankan di Fakulti Kejuruteraan Elektrik, Universiti Teknologi Malaysia, yang telah melaksanakan kursus Makmal PjBL sebagai kursus tahun akhir untuk

pelajar prasiswazah sejak tahun 2007. Kursus ini membawa dua jam kredit dan menggantikan pendekatan pengajaran makmal konvensional kepada pendekatan berpusatkan pelajar. Terdapat empat hasil pembelajaran (*learning outcomes*) utama bagi kursus ini, dan kajian ini memberi tumpuan khusus kepada hasil pembelajaran pertama (LO1), iaitu kemahiran menyelesaikan masalah. Jadual 2 di bawah menunjukkan hasil pembelajaran yang difokuskan bagi kursus ini.

JADUAL 2. Hasil Pembelajaran Makmal PjBL

No.	Hasil Pembelajaran Kursus (CO)
LO1	Mengenal pasti, merumus, menyiasat dan mensintesis maklumat untuk menyelesaikan masalah kejuruteraan yang kompleks secara berdikari dengan mengaitkan teori dan konsep yang dibincangkan dalam kuliah serta maklumat yang diperoleh daripada sumber pembelajaran lain.
LO2	Menggunakan teknik, kemahiran, alatan kejuruteraan moden, instrumentasi, perisian dan perkakasan yang sesuai bagi menyelesaikan masalah kejuruteraan yang kompleks dengan pemahaman terhadap had-had penggunaannya.
LO3	Melaksanakan eksperimen dan penyelidikan, menjalankan analisis serta mentafsir data bagi masalah kejuruteraan yang kompleks.
LO4	Merancang dan melaksanakan projek dalam bajet dan jangka masa yang ditetapkan menggunakan sumber yang tersedia bagi menangani masalah kejuruteraan yang kompleks.
LO5	Mereka bentuk penyelesaian untuk sistem, komponen atau proses yang kompleks dengan mengambil kira aspek kesihatan dan keselamatan awam, isu perundangan dan budaya, serta pertimbangan alam sekitar.
LO6	Berfungsi dengan berkesan secara individu, serta sebagai ahli atau ketua dalam pasukan yang pelbagai.

Bagi mencapai hasil pembelajaran di makmal kejuruteraan PjBL, setiap kumpulan pelajar diberikan satu masalah projek yang perlu diselesaikan dalam tempoh empat minggu. Keseluruhannya, pelajar perlu menyelesaikan 3 masalah sepanjang 12 minggu dalam satu semester. Projek yang diberikan boleh melibatkan penggunaan perisian, perkakasan, atau gabungan kedua-duanya, bergantung pada keperluan eksperimen. Pelajar meluangkan masa kira-kira 3 jam seminggu dalam makmal (jumlah keseluruhan 36 jam), diselia oleh fasilitator dalam sesi makmal, dan tambahan 2 jam seminggu untuk sesi luar makmal bersama ahli kumpulan mereka (jumlah keseluruhan 24 jam), bagi tujuan perbincangan dan penyelesaian masalah.

PENGUMPULAN DATA

Dalam kajian ini, pengumpulan data bertujuan untuk membangunkan kriteria rubrik yang dapat menilai kemahiran penyelesaian masalah pelajar dalam konteks Makmal PjBL. Dua jenis data utama telah dikumpulkan, iaitu; (1) Nota pemerhatian (*field notes*) dan (2) Transkript

temubual (*interview transcript*). Kedua-dua jenis data ini digunakan secara triangulasi untuk memastikan kesahihan (*validity*) dan kebolehpercayaan (*trustworthiness*) data. Data dianalisis menggunakan pendekatan analisis tematik untuk mengenal pasti tema-tema utama berkaitan dengan kemahiran penyelesaian masalah yang berlaku dalam makmal PjBL untuk dijadikan kriteria dalam merekabentuk rubrik kelak. Pada peringkat awal kajian, kaedah pemerhatian digunakan untuk memahami konteks sebenar pelaksanaan PjBL. Pengkaji tidak terlibat secara langsung dalam aktiviti makmal, tetapi memerhati interaksi pelajar, pendekatan pengajaran fasilitator, serta respons pelajar secara lisan dan bukan lisan. Nota lapangan direkodkan dengan teliti sebagai sumber data primer. Jadual 3 menunjukkan lokasi dan sampel pemerhatian yang terlibat.

Selain data pemerhatian, temubual bersemuka juga dilaksanakan untuk memahami secara mendalam bagaimana fasilitator makmal PjBL menguruskan pelaksanaan Makmal PjBL dari minggu pertama hingga minggu keempat. Pendekatan temubual yang digunakan dirujuk daripada Hancock dan Algozzine (2006) untuk memastikan struktur temubual yang dilaksanakan bersistematik dan efektif.

Seramai 7 orang fasilitator telah dikenalpasti (seperti dalam Jadual 4) dan ditemubual bagi tujuan ini. Transkrip

temubual ini akan dianalisis bersama data pemerhatian menggunakan kaedah tematik.

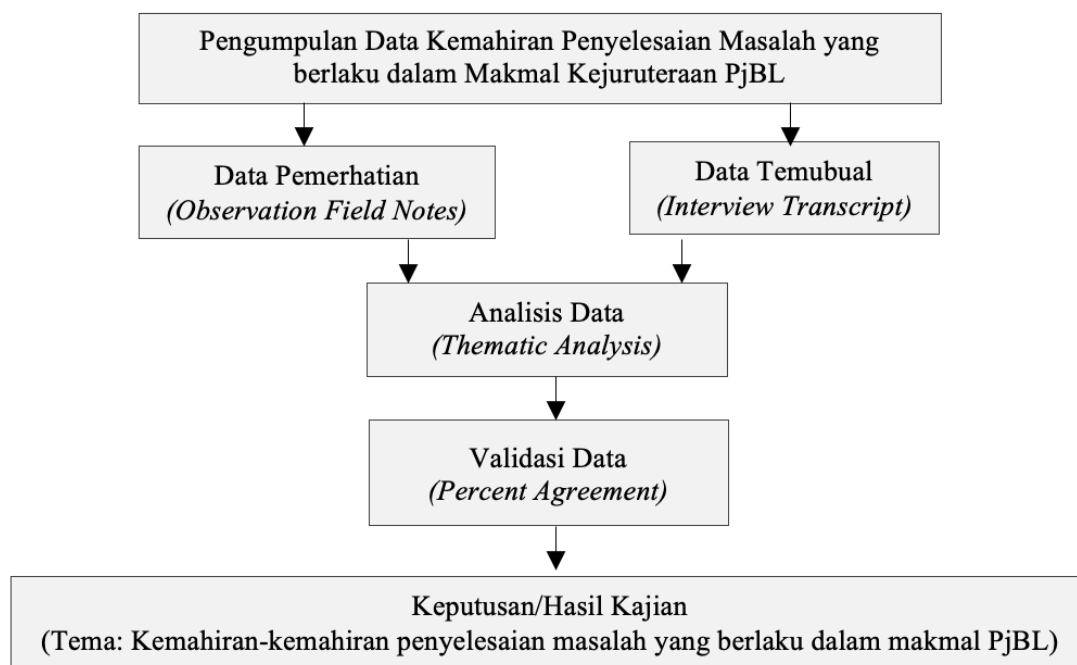
JADUAL 3. Lokasi dan sampel pemerhatian

No.	Subjek	Maklumat Sampel
1.	Program	Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik (SKEE)
2.	Sampel	19 pelajar tahun akhir program SKEE (3-4 orang per kumpulan)
3.	Lokasi	<i>Power Electronic Lab</i> (PEL) <i>Advance Power Lab</i> (APL)

JADUAL 4. Senarai Fasilitator yang Ditemubual

Fasilitator	Makmal PjBL yang Terlibat	Jenis makmal PjBL	Pengalaman Mengajar Fasilitator (Tahun)
P1	Power Electronic Lab	Perisian & perkakasan	12
P2	<i>Advance Power Lab</i>	Perisian & perkakasan	13
P3	<i>High Voltage Lab</i>	Perkakasan sahaja	13
P4	<i>High Voltage Lab</i>	Perkakasan sahaja	6
P5	<i>Electronic Lab</i>	Perkakasan sahaja	9
P6	<i>Digital Signal Processing Lab</i>	Perisian sahaja	29
P7	<i>Digital Signal Processing Lab</i>	Perisian sahaja	6

Rangka kerja bagaimana proses pengumpulan data dan analisis bagi kajian ini diterangkan secara ringkas dalam Rajah 2 di bawah:



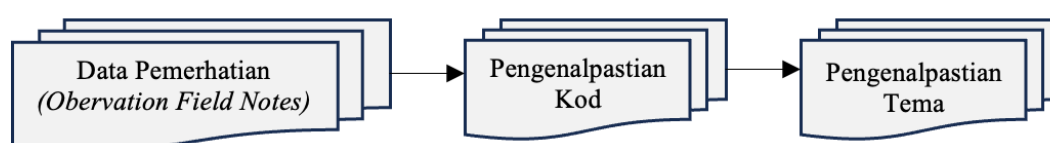
RAJAH 2. Rangka Kerja Pengumpulan dan Analisis Data

ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Bagi membuat analisis dan mendapatkan hasil akhir kajian ini, kaedah Analisis Tematik atau *Thematic Analysis* digunakan bagi mendapatkan tema dan hasil akhir kemahiran-kemahiran penyelesaian masalah yang berlaku dalam makmal kejuruteraan PjBL untuk dijadikan kriteria dalam rubrik. Kaedah Analisis Tematik adalah salah satu kaedah yang popular dan kerap digunakan untuk mengenalpasti, menganalisis, dan melaporkan tema-tema (patterns) yang muncul daripada data. Ia merupakan satu

pendekatan yang fleksibel dan sesuai digunakan dalam pelbagai jenis kajian, khususnya dalam bidang sains sosial, pendidikan, dan psikologi. Kaedah ini membantu penyelidik memahami makna yang lebih mendalam daripada pengalaman, pandangan, atau persepsi peserta kajian (Braun & Clarke 2006).

Rajah 3 di bawah menunjukkan proses bagaimana kaedah tematik ini digunakan bagi menganalisis data pemerhatian (*Observation Field Notes*). Dalam kajian ini, data pemerhatian diambil terlebih dahulu sebelum data temubual.



RAJAH 3. Proses Analisis Tematik bagi Data Pemerhatian

Berdasarkan maklumat yang dikongsikan dalam Jadual 3 di atas, terdapat 2 jenis makmal kejuruteraan PjBL yang akan dipantau dan dilakukan pemerhatian dalam tempoh 4 minggu iaitu Makmal PEL (*Power Electronic Lab*) dan Makmal APL (*Advance Power Lab*). Kedua-dua makmal ini akan disertai pengkaji yang bertindak sebagai “orang luar” untuk merekod aktiviti sebenar yang berlaku. Objektif utama pemerhatian dibuat adalah bagi

mengenalpasti kemahiran-kemahiran penyelesaian masalah yang berlaku dari minggu pertama sehinggalah minggu keempat makmal dijalankan. Sebagaimana dimaklumkan di atas, proses untuk setiap kumpulan pelajar menyelesaikan satu projek adalah dalam tempoh 4 minggu. Rajah 4 di bawah menunjukkan contoh *Observation Field Notes* yang digunakan pengkaji bagi merekod aktiviti dalam makmal.

OBSERVATIONAL FIELD NOTES: PROBLEM-BASED LABORATORY (PBLAB) COURSE			
Objectives: 1) To understand <u>how the PBLab activities are conducted.</u> 2) To determine the <u>steps in the PBLab activities that involves the problem-solving skills.</u> 3) To determine <u>how the PBLab facilitators use the rubric assessment tools</u> in evaluating the students in <u>real PBLab practice.</u>			
Week: 1 Setting: Advance Power Laboratory (POB) Topic: Topology of Electrical Distribution System Observer: Ayuni Role of observer: Direct observer Time: 8am, 19 November 2012 Facilitator involved: A: Dr. Saifulnizam Length of observation: 3 hours Number of students attends/group: 5 students (2 boys, 3 girls)			
Observation Notes	Descriptions	Sub-codes	Codes/Sub-themes
This lab was been observed on Monday, 19 November 2012 and all the students met at the Advance Power Lab (APL) POB block. The facilitator for this section 1 group is Dr. Saifulnizam. The problem or the project of this lab session was regarding the Power Handling Capacity in Three Phase System. The major task of this lab session was to dedahkan to the students the characteristic of real power flow at the transmitter line, to find out the available methods for controlling the direction of the power flow and do some experiments			

RAJAH 4. Contoh Struktur *Observation Field Notes* yang digunakan

Kemudian, berdasarkan data yang telah direkod oleh pengkaji, langkah pertama yang dibuat adalah dengan mengenalpastikan kod-kod berkaitan dengan kemahiran penyelesaian masalah yang didapati dari rekod aktiviti

yang dipantau. Antara contoh rekod aktiviti dalam makmal PjBL yang berkaitan dengan kemahiran penyelesaian masalah seperti dalam Rajah 5 di bawah.

The facilitator and the students discussed the problem given together.
Then, the students discussed with their group members in front of the facilitator.

(Observation W1 Group A, 19 November 2012)

The facilitator asks them about their understanding on the problem given, one student at a time.

(Observation W1 Group B, 19 November 2012)

The students got problem in understanding the problem so, it can be seen that they discussed the problem each others.

(Observation W1 Group D, 19 November 2012)

RAJAH 5. Contoh Data Pemerhatian yang Direkod Pengkaji

Berdasarkan Rajah 5, jelas menunjukkan berlakunya kemahiran penyelesaian masalah atau spesifiknya Kemahiran Pengenalpastian Masalah. Data yang ditunjukkan ini adalah data yang diambil dari minggu pertama makmal PjBL dilaksanakan. Setiap data yang direkod bagi setiap kumpulan dilabel dengan spesifik seperti *Observation W1 Group A* bermaksud pemerhatian yang dibuat pada minggu pertama (W1) untuk Kumpulan

A. Pelabelan sangat penting dalam merekod dan melaporkan data untuk mengelakkan kesilapan dan kekeliruan. Dari laporan yang direkod oleh pengkaji dari minggu pertama sehingga minggu keempat, semua data dianalisis satu per satu sehinggalah kod bagi setiap laporan pemerhatian dikeluarkan. Rajah 6 di bawah menunjukkan contoh sebahagian hasil akhir bagaimana kod dan tema bagi data pemerhatian terhasil.

Lab/ Groups Weeks	Sub-themes				Themes
	Advance Power Laboratory (APL)		Power Electronic Laboratory (PEL)		
	Group A	Group B	Group C	Group D	
Week 1	Understand the problem given	Understand the problem given	Understand the problem given	Understand the problem	Understand the Problem
	Applying basic knowledge	Applying basic knowledge	Restate the problem	Applying basic knowledge	
	Search information about the problem given	Distribute the task	Apply basic knowledge	Share information with team members	
	Share ideas/information with team members	Identify the component or devices	Search relevant information	Refine the problem	Information Searching
	Restate the problem given	Search the information	Share the information with team members		Application of Knowledge
	Distribute the task	Share the information with team members	Define the problem clearly		
		Interpret the information obtained			

RAJAH 6. Contoh Kod/Sub-Tema dan Tema Utama yang terhasil dari Data Pemerhatian Minggu Pertama

Kesimpulannya, selepas semua data pemerhatian dari minggu pertama sehingga minggu keempat dianalisis, terdapat 9 tema utama berkaitan kemahiran-kemahiran penyelesaian masalah berjaya dikenalpasti. Tema-tema tersebut adalah:

1. Tema 1: Memahami Masalah (*Understand the problem*)
2. Tema 2: Pencarian Maklumat (*Information Searching*)
3. Tema 3: Aplikasi Pengetahuan (*Application of Knowledge*)
4. Tema 4: Merancang Penyelesaian (*Plan the Solution*)
5. Tema 5: Pengenalpastian Peranti dan Komponen (*Devices and Component Recognition*)
6. Tema 6: Melaksanakan Perancangan (*Implement the Plan*)

7. Tema 7: Mengumpul dan Menganalisis Data (*Collect and Analyse the Data*)
8. Tema 8: Menyemak semula Rancangan (*Check the Plan*)
9. Tema 9: Membentangkan Hasil (*Present the result*)

Kemudian, untuk menyokong data pemerhatian, data temubual dikumpulkan dan dianalisis sama seperti data pemerhatian iaitu menggunakan kaedah Analisis Tematik seperti dalam Rajah 7. Seperti yang dilaporkan dalam Jadual 4 di atas, sebanyak 7 orang fasilitator yang mengajar di Makmal PjBL akan ditemubual bagi mengetahui bagaimana perjalanan kursus Makmal Kejuruteraan PjBL ini dari perspektif mereka. Ini bertujuan bagi menyokong dan mengesahkan kemahiran-kemahiran yang berlaku dalam makmal PjBL sebagaimana yang direkodkan dalam data pemerhatian di atas. Rajah 8 menunjukkan contoh transkrip temubual yang direkod menggunakan perakam dan kemudiannya ditulis semula oleh pengkaji.



RAJAH 7. Proses Analisis Tematik bagi Data Temubual

“On the first PB Lab meeting, they will try to understand the problem and identify the problem statement in order to better understand the problem. Then, I will give a short brief to the students about what will be assessed in this PB Lab course..... At the end of the first PB Lab session, I will revise again what they understand about the problem and facilitate what they have done and their progress in week one.”

(Participant F1)

RAJAH 8. Contoh transkrip temubual yang direkod oleh pengkaji

Setiap seorang daripada fasilitator dalam Jadual 4 di atas dirakam keterangan mereka secara berasingan dan rakaman suara ini direkod semula secara bertulis oleh pengkaji. Hasil dari semua temubual bersama 7 orang fasilitator telah menghasilkan kod dan tema seperti dibawah seperti dalam Jadual 5.

Berdasarkan Jadual 5, jelas menunjukkan terdapat 5 tema yang berkaitan kemahiran penyelesaian masalah yang berjaya dikod melalui proses temubual. Tema-tema tersebut ialah:

1. Tema 1: Pengenalpastian Penyataan Masalah dan Objektif Masalah (*Problem Statement and Objective Identification*)
2. Tema 2: Merancang prosedur, kod dan pembolehubah (*Procedures, code and measured variable planning phase*)
3. Tema 3: Melaksanakan Perancangan Eksperimen/ Rekabentuk (*Implement the Experiment/Design Plan*)
4. Tema 4: Menyemak Keputusan Projek (*Check the Result*)
5. Tema 5: Membentangkan Hasil (*Present the result*)

Kemudian, bagi mendapatkan kesimpulan tema yang paling utama dari kedua-dua data temubual dan pemerhatian ini, kaedah trigulasi digunakan. Kaedah trigulasi data dari dua dokumen berbeza merupakan salah satu langkah bagi mengesahkan tema yang terhasil. Jadual 6 menunjukkan

perbandingan tema yang didapati. Kedua-dua tema dari dua data berbeza akan dibandingkan untuk mendapatkan satu tema akhir yang bersesuaian dan valid untuk digunakan sebagai kriteris dalam rubrik nanti.

JADUAL 5. Sub-Tema/Kod dan Tema dari Data Temubual

Participants/ weeks	Sub-themes							Theme
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	
Week 1	Understand the problem	Identify the problem	List out the objective that must be achieve	Understand the problem through student pack	Identify the problem	Identify the problem	Identify problem	Problem Statement and Problem Objective Identification
	Identify the problem statement	Applying Basic Knowledge		Explain the devices function	Search information	understand the equation given		
Week 2	Prepare the procedures	plan the solution based on theory	proceed to procedure planning	Devices and hardware preparation	Design the hardware	write and plan the code	prepare the code	procedures, code and measured variable planning phase
	prepare the equipent			samples development	understand the devices function			
Week 3	conduct experiment	connect the circuit	start the experiment	conduct experiment	connect the circuit	run the codes	run teh codes	implement the experiment/ design
	check the device connection	troubleshoot the devices connection	prepare the devices	Analyse the data	determine the result obtained			
	Collect data and analyse							Check the results
Week 4	Present the results	Present the results	Present the results	Present the results	x	Present the results	Present the results	Present the results

JADUAL 6. Trigulasi Tema dari Data Pemerhatian dan Data Temubual

Week	Themes	Sub-themes (Observation data)	Sub-themes (Interview data)
Week 1	Problem Identification	• Understand the Problem • Information Searching • Application of Knowledge	• Problem statement and problem objectives identification
Week 2	Project Planning	• Plan the Solution • Devices / Component Recognition • Information Searching • Application of Knowledge • Implement the Plan	• Procedures, Code and Measured Variable Planning Phase
Week 3	Implementing Engineering Design Project Analysis	• Implement the Plan • Check the Plan • Collect the Data • Analyse the Data	• Implementing the Experiment or Design • Check the Results
Week 4	Evaluate the Solution	• Present the Results	• Present the Results

Berdasarkan perbandingan di atas, lima tema utama yang mencerminkan proses penyelesaian masalah telah dikenalpasti melalui data pemerhatian dan temubual yang dikumpulkan dari minggu pertama hingga minggu keempat. Tema-tema itu adalah:

1. Pengenalpastian masalah;
2. Perancangan projek;
3. Pelaksanaan reka bentuk kejuruteraan;
4. Analisis projek; dan
5. Penilaian penyelesaian.

Walaupun bagaimanapun, bagi mengesahkan tema yang telah dikenalpasti oleh penyelidik, pengukuran menggunakan kaedah *Percent Agreement* telah digunakan. Tiga lagi fasilitator makmal PjBL yang berpengalaman dalam melaksanakan kursus ini dan merupakan pakar dalam bidang kejuruteraan elektrik, telah dipilih untuk menyemak dan mengesahkan 5 tema utama yang diperolehi hasil dari trigulasi data pemerhatian dan temubual. Setiap daripada pakar-pakar ini akan melengkapkan Borang Persetujuan yang disediakan oleh penyelidik, dan hasilnya dianalisis menggunakan pengukuran *Percent Agreement*. Jadual 7 menunjukkan laporan keputusan *Percent Agreement* yang didapati antara 3 penilai.

JADUAL 7. Laporan Keputusan Peratusan Persetujuan (*Percent Agreement*) antara Penilai

Penilai	Peratusan Persetujuan (<i>Percent Agreement</i>)
Penilai A dan Penilai B	76.8%
Penilai A dan Penilai C	83.8%
Penilai B dan Penilai C	90.9%

Kaedah *Percent Agreement* merupakan satu pendekatan yang sesuai digunakan dalam projek ini kerana ia membolehkan penyelidik menilai tahap kesepakatan antara 3 penilai terhadap dapatan kualitatif, khususnya apabila melibatkan pemerhatian dan analisis tematik dalam konteks pendidikan kejuruteraan. Dalam projek ini, proses pembelajaran pelajar seperti pengenalpastian masalah, perancangan projek, pelaksanaan reka bentuk kejuruteraan, analisis projek, serta penilaian penyelesaian adalah berasaskan interaksi yang kompleks dan subjektif, yang memerlukan pengesahan daripada pakar dalam bidang berkaitan.

Penggunaan kaedah ini membolehkan penyelidik mengukur sejauh mana penilai bersetuju terhadap pengkategorian tema yang diperolehi daripada data seperti transkrip temubual dan pemerhatian kelas. Menurut McHugh (2012), *Percent Agreement* ialah kaedah yang mudah tetapi penting dalam memastikan kebolehpercayaan (*inter-rater reliability*) dalam penyelidikan kualitatif. Ia

memberikan petunjuk tentang konsistensi penilaian yang dilakukan oleh dua atau lebih penilai terhadap data yang sama. Menurut Multon (2012), persetujuan antara penilai dikatakan mencapai tahap tinggi apabila ia melebihi 70%. Ia menunjukkan bahawa dapatan kajian adalah konsisten dan mempunyai kebolehpercayaan yang tinggi. Maka, berdasarkan Jadual 7 di atas jelas menunjukkan bahawa tema berkenaan kemahiran penyelesaian masalah yang diperolehi berdasarkan data pemerhatian dan temubual adalah valid dan dipersetujui pakar.

KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, projek ini telah berjaya mengenalpasti dan menganalisis tema berkaitan kemahiran penyelesaian masalah yang berlaku dalam makmal berasaskan projek (*Project-Based Lab*) di dalam kursus kejuruteraan. Tujuan utama tema ini dikumpulkan adalah bagi menyokong objektif kajian iaitu bagi menghasilkan kriteria bagi rubrik penyelesaian masalah yang akan direkabentuk. Melalui kaedah analisis tematik yang disokong dengan triangulasi data pemerhatian dan temubual, lima tema utama telah dikenalpasti yang merangkumi pelbagai fasa penyelesaian masalah seperti pengenalpastian masalah, perancangan projek, pelaksanaan rekabentuk kejuruteraan, analisis projek dan penilaian pelaksanaan. Penggunaan kaedah *Percent Agreement* pula telah memberikan justifikasi kukuh terhadap kesahan dan kebolehpercayaan dapatan kajian ini, terutamanya dalam memastikan keselarasan penilaian. Projek ini menunjukkan akan kepentingan menghasilkan alat penilaian yang valid dan tinggi kebolehpercayaannya. Ia bukan saja membantu para pendidik malah membantu pelajar untuk mengetahui tahap sebenar prestasi diri mereka.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Pusat Pendidikan Kejuruteraan, Universiti Teknologi Malaysia (UTM) atas sokongan dana, kemudahan, dan panduan ilmiah yang telah disediakan bagi penulisan jurnal kajian ini.

PENGISYTIHARAN KEPENTINGAN BERSAING

Tiada.

RUJUKAN

- Arter, J. & Chappuis, J. 2006. *Creating & Recognizing Quality Rubrics*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Arther, J. & McTighe, J. 2000. *Scoring Rubrics in the Classroom: Using Performance Criteria for Assessing and Improving Student Performance*. Corwin Press, Inc.
- Besterfield-Sacre, M., Shuman, L. J., & Wolfe, H. 2000. Triangulating assessment: Multi-source methods for measuring engineering skills. *Journal of Engineering Education*, 89(3): 305–313.
- Besterfield-Sacre, M. E., Shuman, L. J., Wolfe, H., & McGourty, J. 2000. Triangulating assessments: Multi source feedback systems and closed form. In *2000 Annual Conference* (pp. 5-674).
- Biggs, J. 1996. Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education* 32(3): 347–364.
- Braun, V., & Clarke, V. 2006. Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology* 3: 77–101.
- Brookhart, S. M. 2013. *How to Create and Use Rubrics for Formative Assessment and Grading*. Alexandria, VA: ASCD.
- Cantera, M. A., Arevalo, M. J., García-Marina, V., & Alves-Castro, M. 2021. A rubric to assess and improve technical writing in undergraduate engineering courses. *Education Sciences* 11(4): 146.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. 2011. *Designing and Conducting Mixed Method Research*. 2nd edition. SAGE Publications.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. 2018. *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. 3rd edition. SAGE Publications.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. 2018. *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing among Five Approaches*. 4th edition. SAGE Publications.
- Darling-Hammond, L., & Snyder, J. 2000. Authentic assessment of teaching in context. *Teaching and Teacher Education* 16(5–6): 523–545.
- Eltanahy, M. 2024. Pedagogical assessment principles of entrepreneurial-STEM learning. In *Interdisciplinary Approaches for Educators' and Learners' Well-Being: Transforming Education for Sustainable Development*. Cham: Springer Nature Switzerland.
- Eltanahy, M., & Mansour, N. 2025. Developing a rubric for assessing students' competencies in entrepreneurial-STEM learning context. *Innovations in Education and Teaching International* 62(1): 249–265.
- Hancock, D. R., & Algozzine, B. 2006. *Doing Case Study Research*. New York: Teachers College Press.
- Johnson, B. 1996. *The Performance Assessment Handbook: Performances and Exhibition*. Princeton, NJ: Eye on Education.
- Jonsson, A., & Svingby, G. 2007. The use of scoring rubrics: Reliability, validity and educational consequences. *Educational Research Review* 2: 130–144.
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. 2016. Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools* 19(3): 267–277.
- Male, S. A., Bush, M. B., & Chapman, E. S. 2010. Perceptions of competency deficiencies in engineering graduates. *Australasian Journal of Engineering Education* 16(1): 55–68.
- McHugh, M. L. 2012. Interrater reliability: The kappa statistic. *Biochemia Medica* 22(3): 276–282.
- Mills, J. E., & Treagust, D. F. 2003. Engineering education—is problem-based or project-based learning the answer? *Australasian Journal of Engineering Education*.
- Multon, K. D. 2010. Interrater reliability. In *Encyclopedia of Research Design*. Thousand Oaks: SAGE Publications.
- Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D. 2006. Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education* 31(2): 199–218.
- Onwuegbuzie, A. J., & Collins, K. M. 2007. A typology of mixed methods sampling designs in social science research. *The Qualitative Report* 12(2): 281–316.
- Patton, M. 2002. *Qualitative Research and Evaluation Methods*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Plass, J. L., Moreno, R., & Brünken, R., eds. 2010. *Cognitive Load Theory*. Cambridge University Press.
- Popham, W. J. 2002. *Classroom Assessment: What Teachers Need to Know*. Boston: Allyn and Bacon.
- Rahmadiansyah, R., & Suherman, A. 2023. Creating rubric to assess vocational students' competence in virtual practicum learning in basic electricity subjects. *Journal of Mechanical Engineering Education (Jurnal Pendidikan Teknik Mesin)* 10(2): 95–104.
- Sanchez-Ramirez, J. M., Inigo-Mendoza, V., Marcano, B., & Romero-García, C. 2022. Design and validation of an assessment rubric of relevant competencies for employability. *Journal of Technology and Science Education* 12(2): 429–436.
- Sánchez-Ramírez, J. M., Íñigo-Mendoza, V., Marcano, B., & Romero-García, C. 2022. Design and validation of an assessment rubric of relevant competencies for employability. *Journal of Technology and Science Education* 12(2): 429–436.
- Sivaraman, M. A. F. 2021. A 4-tier rubric for evaluating engineering students' ethical decision-making (EDM) skills: EDM model as a tool for analysing and assessing ethical reasoning. *Australasian Journal of Engineering Education* 26(1): 77–92.
- Stiggins, R. 2005. *Student-Centered Classroom Assessment*. 4th edition. Prentice Hall.
- Wiggins, G. 1998. *Educative Assessment: Designing Assessments to Inform and Improve Student Performance*. Jossey-Bass.