



Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology

Journal homepage:
https://semarakilmu.com.my/journals/index.php/applied_sciences_eng_tech/index
ISSN: 2462-1943



Isu, Cabaran dan Keperluan dalam Pengajaran dan Pembelajaran Topik Elektrik dan Elektronik di Sekolah Menengah

Issues, Challenges and Needs in Teaching and Learning Electrical and Electronics Topics in Secondary Schools

Irdayanti Mat Nashir^{1,*}, Nurul Nazirah Mohd Imam Maarof¹, Mohamed Nor Azhari Azman¹, Siti Hafizah Mohd Zulhairuddin¹

¹ Jabatan Teknologi Kejuruteraan, Fakulti Teknikal dan Vokasional, 35900 Tanjung Malim, Malaysia

ARTICLE INFO

Article history:

Received 12 May 2026

Received in revised form 8 June 2026

Accepted 5 July 2026

Available online 3 August 2026

Keywords:

Elektrik dan Elektronik; Litar Simulasi Breadboard; Pembelajaran Digital; Temu bual; Analisis Tematik
Electricity and Electronics; Circuit Simulation Breadboard; Digital Learning; Interviews; Thematic Analysis

ABSTRACT

Kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti isu, cabaran dan keperluan guru serta pelajar dalam pengajaran dan pembelajaran topik elektrik dan elektronik di sekolah menengah, khususnya dalam penggunaan breadboard bagi aktiviti penyambungan litar. Penggunaan breadboard dalam PdP dilihat penting bagi membantu pelajar memahami konsep asas elektrik dan elektronik melalui aktiviti amali, namun masih terdapat pelbagai masalah yang mempengaruhi persepsi keberkesanan proses pengajaran dan pembelajaran. Kajian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan kaedah temu bual separa berstruktur. Peserta kajian terdiri daripada guru yang mengajar Elektrik dan Elektronik dan pelajar sekolah menengah yang dipilih menggunakan persampelan bertujuan. Instrumen kajian iaitu inventori protokol temu bual telah diadaptasi daripada kajian lepas dan disahkan oleh pakar bagi memperoleh kesahan muka dan kesahan kandungan sebelum digunakan dalam kajian sebenar. Data kajian dianalisis menggunakan analisis tematik bagi mengenal pasti tema-tema utama berkaitan isu, cabaran dan keperluan penggunaan breadboard dalam PdP. Dapatan kajian yang diperolehi menunjukkan bahawa guru dan pelajar menghadapi beberapa isu, keperluan dan cabaran seperti kesukaran memahami sambungan litar, kekurangan kemahiran amali, keterbatasan bahan bantu mengajar dan kekangan masa semasa aktiviti amali dijalankan. Selain itu, kajian ini turut mengenal pasti keperluan terhadap penggunaan pendekatan pembelajaran yang lebih interaktif, modul pembelajaran yang sistematik dan bahan bantu mengajar yang sesuai bagi meningkatkan kefahaman pelajar terhadap topik elektrik dan elektronik. Kajian ini diharapkan dapat memberikan panduan kepada guru serta pihak berkaitan dalam meningkatkan keberkesanan pengajaran dan pembelajaran Elektrik dan Elektronik di sekolah menengah khususnya dalam penggunaan breadboard.

This study aims to identify issues, challenges and needs of teachers and students in teaching and learning electrical and electronic topics in secondary schools, especially in the use of breadboards for circuit connection activities. The use of breadboards in teaching and learning is seen as important in helping students understand the basic concepts of electricity and electronics through practical activities, but there are still various problems that affect the perception of the effectiveness of the teaching and

* Corresponding author. irdayanti@ftv.upsi.edu.my

learning process. This study uses a qualitative approach with a semi-structured interview method. The study participants consist of teachers who teach Electricity and Electronics and secondary school students who were selected using purposive sampling. The study instrument, namely the interview protocol inventory, was adapted from previous studies and validated by experts to obtain face validity and content validity before being used in the actual study. The study data was analyzed using thematic analysis to identify the main themes related to issues, challenges and needs of using breadboards in teaching and learning. The study findings obtained show that teachers and students face several issues, needs and challenges such as difficulty understanding circuit connections, lack of practical skills, limited teaching aids and time constraints during practical activities. In addition, this study also identified the need for the use of more interactive learning approaches, systematic learning modules and appropriate teaching aids to improve students' understanding of electrical and electronic topics. This study is expected to provide guidance to teachers and relevant parties in improving the effectiveness of teaching and learning of Electrical and Electronic subjects in secondary schools, especially in the use of breadboards.

1. Pengenalan

Pengajaran dan pembelajaran topik Elektrik dan Elektronik di sekolah menengah diperkenalkan bagi melahirkan murid yang kreatif, inovatif serta mempunyai kemahiran abad ke-21 selaras dengan kehendak Kementerian Pendidikan Malaysia. Melalui topik ini, murid didedahkan kepada pengetahuan asas reka bentuk, lukisan simulasi, penyambungan litar dan komponen dan penyelesaian masalah secara praktikal. Topik Elektrik dan Elektronik antara topik yang memberi penekanan kepada pemahaman komponen elektronik, penyambungan litar secara simulasi dan realiti serta pengendalian peralatan secara selamat. Dalam topik elektrik dan elektronik, penggunaan breadboard merupakan salah satu kemahiran asas yang perlu dikuasai oleh pelajar. Breadboard digunakan sebagai medium penyambungan litar elektronik tanpa proses pematerian dan membolehkan pelajar menjalankan aktiviti amali dengan lebih mudah dan selamat. Penggunaan breadboard membantu pelajar memahami konsep aliran arus, fungsi komponen elektronik serta hubungan antara teori dan amali dalam pembinaan litar elektrik dan elektronik. Pembelajaran sebegini turut disokong oleh [1] dan [9] di mana pembelajaran amali pada hari ini perlu disokong dengan pelbagai kaedah dan teknik bagi meningkatkan pemahaman pelajar terhadap subjek yang dipelajari.

Walau bagaimanapun, proses pengajaran dan pembelajaran (PdP) topik ini sering berhadapan dengan pelbagai isu dan cabaran. Guru perlu memastikan pelajar memahami konsep abstrak elektrik dan elektronik di samping menguasai kemahiran amali penyambungan litar. Pada masa yang sama, pelajar juga menghadapi kesukaran memahami susunan sambungan pada *breadboard*, mengenal pasti terminal sambungan serta mengatasi kesalahan litar semasa aktiviti amali dijalankan. Selain itu, faktor seperti kekurangan peralatan, keterbatasan masa PdP, tahap penguasaan kemahiran guru dan kekurangan bahan bantu mengajar yang sesuai turut mempengaruhi keberkesanan pengajaran topik ini. Keadaan ini boleh menyebabkan pelajar kurang berminat, kurang yakin menjalankan aktiviti amali dan seterusnya menjejaskan pencapaian mereka dalam topik elektrik dan elektronik. Oleh itu, satu kajian perlu dijalankan bagi mengenal pasti isu, cabaran dan keperluan guru serta pelajar dalam pengajaran dan pembelajaran topik elektrik dan elektronik khususnya dalam penyambungan litar menggunakan *breadboard* sama ada secara simulasi dan realiti. Kajian ini penting bagi membantu meningkatkan keberkesanan PdP dan meningkatkan minat STEM dalam kalangan pelajar serta memberikan idea kepada guru dalam menghasilkan pendekatan pembelajaran, modul atau bahan bantu mengajar yang lebih sistematik dan berkesan. Isu, cabaran dan keperluan perlu dikaji pada awal

sesebuah kajian bagi mengenal pasti asas kepada sesuatu perkara yang perlu ditambah baik terutama dalam pengajaran dan pembelajaran di mana ia turut disokong oleh [2, 10, 13, 18].

Topik elektrik dan elektronik ini merupakan salah satu topik yang memerlukan penguasaan teori dan kemahiran amali secara serentak. Namun demikian, ramai pelajar didapati menghadapi kesukaran memahami konsep asas elektrik dan elektronik, terutamanya dalam aktiviti penyambungan litar menggunakan *breadboard*. Pelajar sering keliru terhadap kedudukan terminal *breadboard*, fungsi komponen elektronik dan susunan sambungan litar yang betul atas papan *breadboard*. Kesilapan sambungan yang berlaku menyebabkan litar tidak berfungsi dan seterusnya menjejaskan kefahaman pelajar terhadap topik yang dipelajari. Selain itu, terdapat pelajar yang kurang mahir menjalankan aktiviti *hands-on* kerana kurang pendedahan dan latihan amali yang mencukupi. Situasi ini menyebabkan pelajar kurang yakin untuk melakukan penyambungan litar secara sendiri dan hanya bergantung kepada tunjuk ajar guru semasa aktiviti PdP berlangsung. Akibatnya, tahap penguasaan pelajar terhadap kemahiran penyambungan litar menggunakan *breadboard* masih berada pada tahap yang kurang memuaskan. Pendidikan TVET dan STEM hari ini bukan sahaja memerlukan pembelajaran secara *hands-on* dan teori malah perlu diterapkan dengan elemen-elemen maya agar kemahiran berimajinasi terhadap sesuatu topik yang dipelajari [8, 11, 14, 17, 19].

Pembelajaran TVET dan STEM ini juga mampu memberikan Impak yang positif di sekolah melalui peningkatan penguasaan pengetahuan, kemahiran teknikal dan kemahiran insaniah dalam kalangan pelajar. Pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan teori dengan aktiviti amali membolehkan pelajar memahami konsep sains, teknologi, kejuruteraan dan matematik secara lebih bermakna serta mengaplikasikannya dalam situasi sebenar. Dalam bidang seperti elektrik dan elektronik, pelajar berpeluang membina litar, menjalankan eksperimen, mengendalikan peralatan, serta menghasilkan produk atau prototaip, sekali gus meningkatkan kemahiran penyelesaian masalah, pemikiran kritis, kreativiti dan inovasi. Selain itu, pendedahan awal kepada TVET dan STEM dapat memupuk minat terhadap kerjaya berasaskan teknologi, meningkatkan kebolehpasaran graduan pada masa hadapan, serta menyokong usaha negara melahirkan modal insan berkemahiran tinggi yang mampu memenuhi keperluan industri dan pembangunan ekonomi berasaskan teknologi [4, 5, 15].

Pembelajaran TVET dan STEM memerlukan pengajaran dan pembelajaran serta pendekatan praktikal beserta gambaran visual dalam menguasai konsep dan struktur elektrik dan elektronik. Guru juga berhadapan dengan beberapa cabaran dalam mengendalikan PdP topik elektrik dan elektronik. Antaranya ialah kekangan masa pengajaran, kekurangan bahan bantu mengajar yang sesuai, bilangan peralatan yang terhad serta tahap penguasaan pelajar yang berbeza-beza. Dalam sesetengah keadaan, guru sukar memberi perhatian secara individu kepada setiap pelajar ketika aktiviti amali dijalankan kerana melibatkan bilangan pelajar yang ramai dalam satu kelas. Di samping itu, penggunaan kaedah pengajaran yang kurang interaktif dan kekurangan bahan pembelajaran berasaskan visual atau simulasi turut menyebabkan pelajar kurang memahami konsep penyambungan litar dengan lebih jelas. Sekiranya isu ini tidak ditangani, ia boleh menjejaskan minat, motivasi dan penguasaan pelajar terhadap topik elektrik dan elektronik dalam subjek RBT serta kecenderungan minat pelajar terhadap STEM turut berkurang. Pelajar hari ini lebih berminat untuk mempelajari subjek yang menerapkan elemen digital, visualisasi dan praktikal yang dapat menghubungkan teori dan situasi sebenar dalam pembelajaran [3, 7, 12]. Sehubungan itu, kajian ini dijalankan bagi mengenal pasti isu, cabaran dan keperluan guru serta pelajar dalam pengajaran dan pembelajaran topik elektrik dan elektronik khususnya dalam penyambungan litar menggunakan *breadboard* di sekolah menengah. Hasil kajian diharapkan dapat membantu dalam pembangunan pendekatan PdP atau bahan bantu mengajar yang lebih efektif bagi meningkatkan kefahaman dan kemahiran pelajar dalam topik tersebut. Di

samping itu, diharapkan ia dapat menarik minat pelajar terhadap bidang STEM dan TVET yang diterapkan ke dalam subjek yang ditawarkan di sekolah. Tujuan kajian adalah mengenal pasti isu, cabaran dan keperluan guru serta pelajar dalam pengajaran dan pembelajaran topik elektrik dan elektronik di sekolah menengah, khususnya dalam aktiviti penyambungan litar secara simulasi dan secara realiti menggunakan papan *breadboard*.

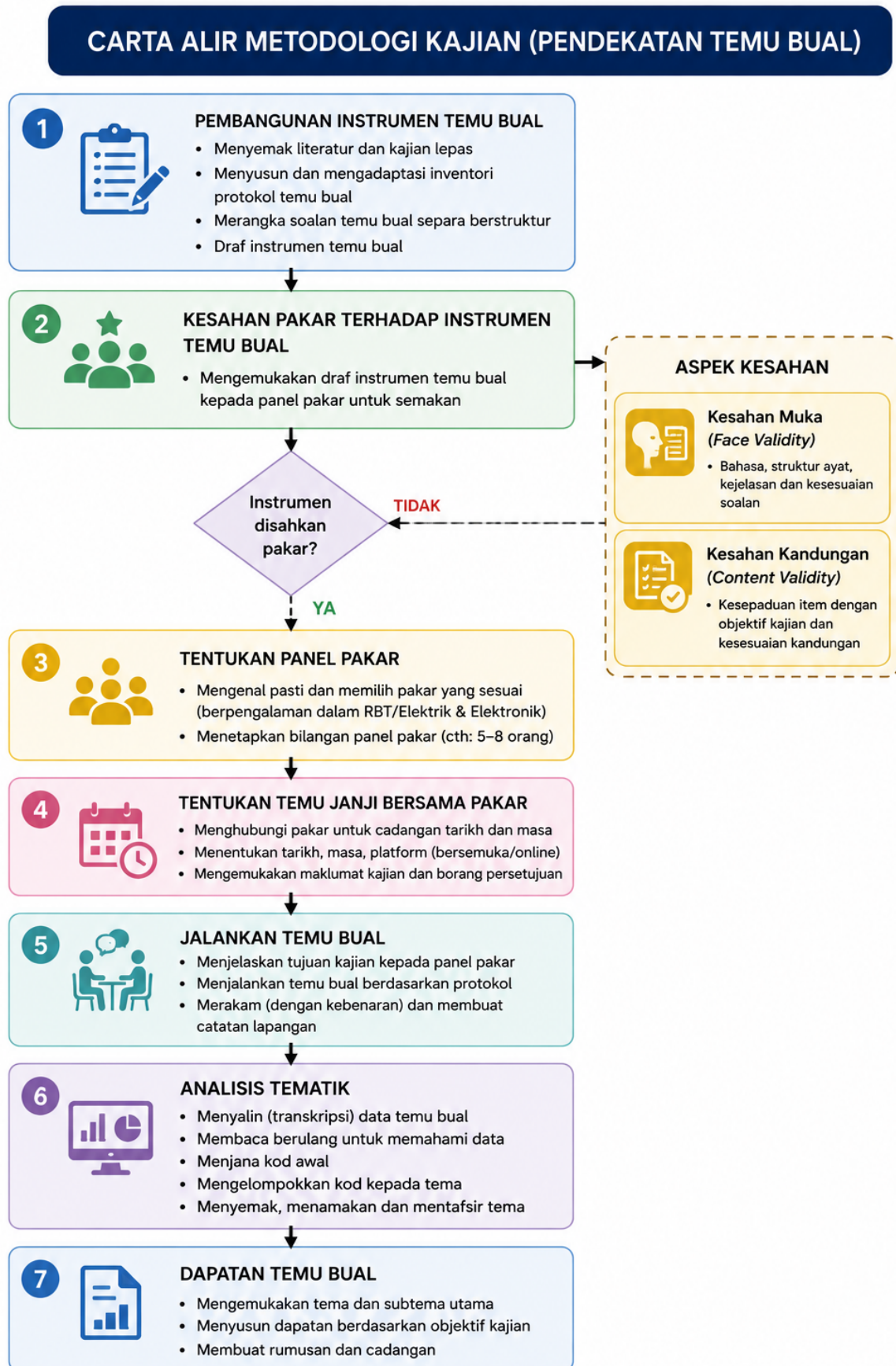
2. Metodologi Kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan kaedah temu bual separa berstruktur bagi mengenal pasti isu, cabaran dan keperluan guru serta pelajar dalam pengajaran dan pembelajaran topik Elektrik dan Elektronik, khususnya penyambungan litar menggunakan papan breadboard di sekolah menengah. Langkah pertama dalam menilai persepsi terhadap keberkesanan sesuatu alat bantu mengajar adalah dengan mengenal pasti terlebih dahulu isu, keperluan serta permasalahan yang wujud dalam proses pengajaran dan pembelajaran bagi topik yang ingin ditambah baik. Maklumat yang diperoleh daripada fasa ini menjadi asas kepada pembangunan inovasi yang benar-benar memenuhi keperluan pengguna dan menyelesaikan masalah yang dikenal pasti.

Kaedah temu bual dipilih kerana pendekatan ini sesuai untuk mendapatkan maklumat secara mendalam berkaitan pengalaman, pandangan, persepsi dan cabaran yang dihadapi oleh responden semasa proses pengajaran dan pembelajaran berlangsung [6, 16]. Melalui pendekatan ini, pengkaji dapat memahami situasi sebenar yang dialami oleh guru dan pelajar berkaitan penggunaan papan breadboard dalam aktiviti amali Elektrik dan Elektronik, di samping memperoleh cadangan penambahbaikan yang sukar dikenal pasti melalui kaedah kuantitatif.

Kajian ini dijalankan di tiga buah sekolah menengah yang menawarkan mata pelajaran Reka Bentuk dan Teknologi (RBT). Responden kajian terdiri daripada guru dan pelajar yang terlibat secara langsung dalam pengajaran dan pembelajaran topik Elektrik dan Elektronik. Pemilihan responden dibuat secara bertujuan (*purposive sampling*) berdasarkan pengalaman mereka mengendalikan atau mengikuti aktiviti amali penyambungan litar menggunakan papan breadboard. Penglibatan beberapa orang guru daripada sekolah yang berbeza membolehkan data yang lebih kaya dan pelbagai diperoleh, sekali gus meningkatkan kefahaman terhadap isu serta keperluan sebenar bagi memenuhi objektif kajian.

Rajah 1 menunjukkan carta alir pelaksanaan kajian menggunakan pendekatan temu bual. Proses kajian dimulakan dengan pembangunan instrumen temu bual melalui semakan literatur, pengadaptasian protokol temu bual sedia ada, pembinaan soalan temu bual separa berstruktur dan penyediaan draf instrumen. Seterusnya, instrumen tersebut menjalani proses pengesahan pakar bagi menilai kesahan muka (*face validity*) dan kesahan kandungan (*content validity*), meliputi aspek bahasa, struktur ayat, kejelasan soalan, kesesuaian item dengan objektif kajian serta kesepadanan kandungan. Sekiranya instrumen belum memenuhi tahap kesahan yang ditetapkan, penambahbaikan dilakukan sehingga mendapat persetujuan panel pakar.



Rajah 1. Carta Alir Kaedah Temu bual bersama responden

Selepas instrumen disahkan, pengkaji mengenal pasti panel pakar yang mempunyai pengalaman dalam bidang Reka Bentuk dan Teknologi, khususnya Elektrik dan Elektronik, sebelum menetapkan sesi temu janji bagi pelaksanaan temu bual. Temu bual dijalankan secara bersemuka atau dalam talian mengikut kesesuaian responden. Setiap sesi dimulakan dengan penerangan tentang tujuan kajian dan persetujuan penyertaan responden sebelum proses temu bual direkodkan dan dicatat bagi memastikan ketepatan data.

Data temu bual kemudiannya dianalisis menggunakan analisis tematik, iaitu melalui proses transkripsi, pembacaan berulang terhadap data, penjana kod awal, pengelompokan kod kepada tema dan subtema, serta semakan dan pentafsiran tema yang dikenal pasti. Hasil analisis ini digunakan untuk menghuraikan isu, cabaran dan keperluan guru serta pelajar berkaitan penggunaan papan breadboard dalam pengajaran dan pembelajaran topik Elektrik dan Elektronik. Dapatan yang diperoleh seterusnya menjadi asas kepada pembangunan cadangan penambahbaikan dan reka bentuk alat bantu mengajar yang lebih efektif bagi memenuhi objektif kajian.

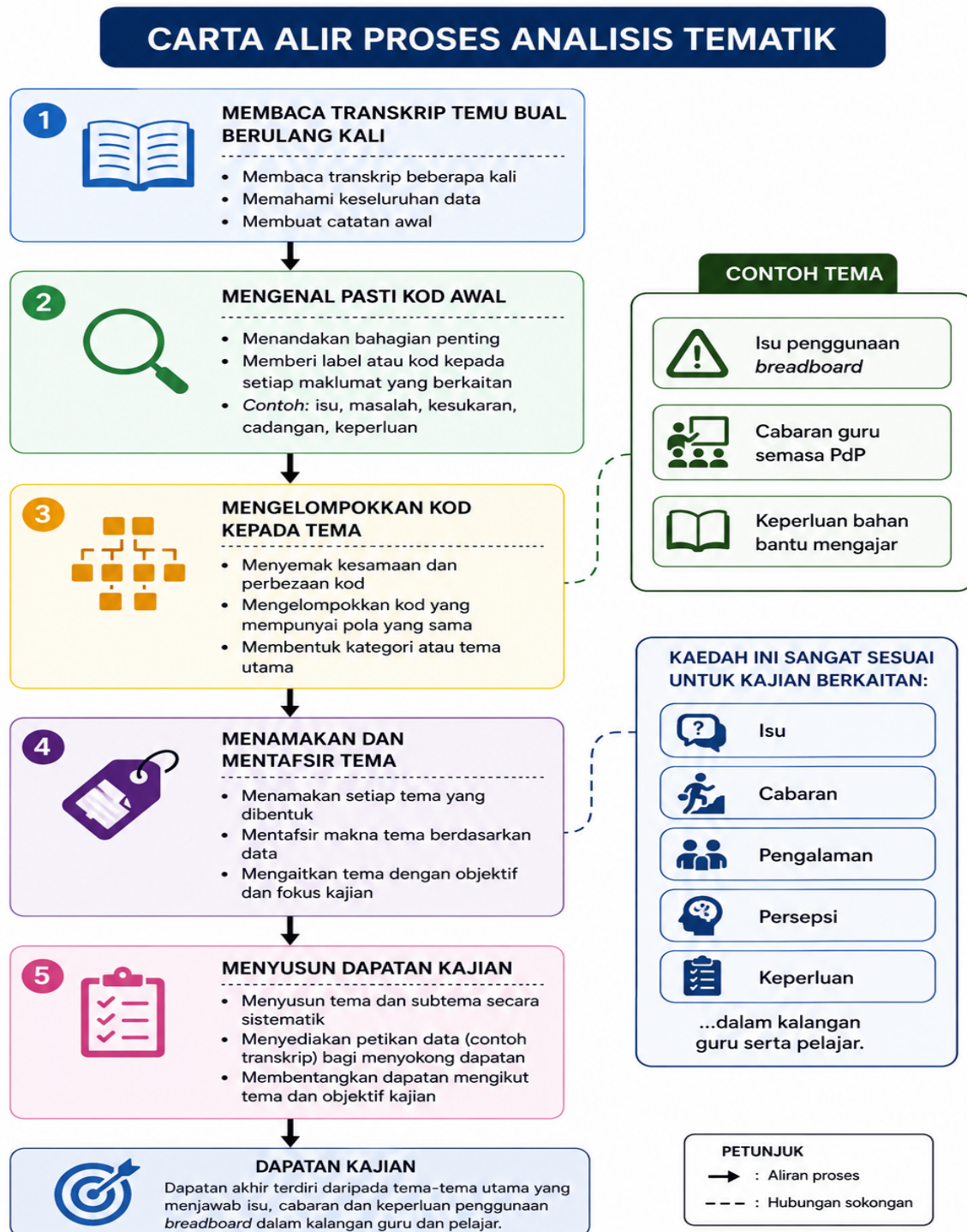
3. Keputusan dan Perbincangan

Setelah ketujuh-tujuh langkah dalam Rajah 1 selesai dilaksanakan, data temu bual yang diperoleh seterusnya dianalisis menggunakan kaedah analisis data kualitatif. Terdapat pelbagai pendekatan yang boleh digunakan untuk menganalisis data temu bual, antaranya analisis tematik, analisis kandungan, analisis naratif, analisis fenomenologi, *grounded theory* dan analisis wacana. Dalam kajian ini, pengkaji memilih analisis tematik kerana kaedah ini sesuai untuk mengenal pasti, mengelaskan dan mentafsir tema-tema utama yang muncul daripada data temu bual secara sistematik. Analisis tematik membolehkan pengkaji mengenal pasti pola, persamaan dan perbezaan pengalaman responden yang berkaitan dengan isu, cabaran dan keperluan dalam pengajaran dan pembelajaran topik Elektrik dan Elektronik, khususnya penggunaan papan breadboard. Kaedah ini juga sesuai digunakan dalam kajian yang memfokuskan kepada pengalaman, persepsi, cabaran dan keperluan guru serta pelajar.

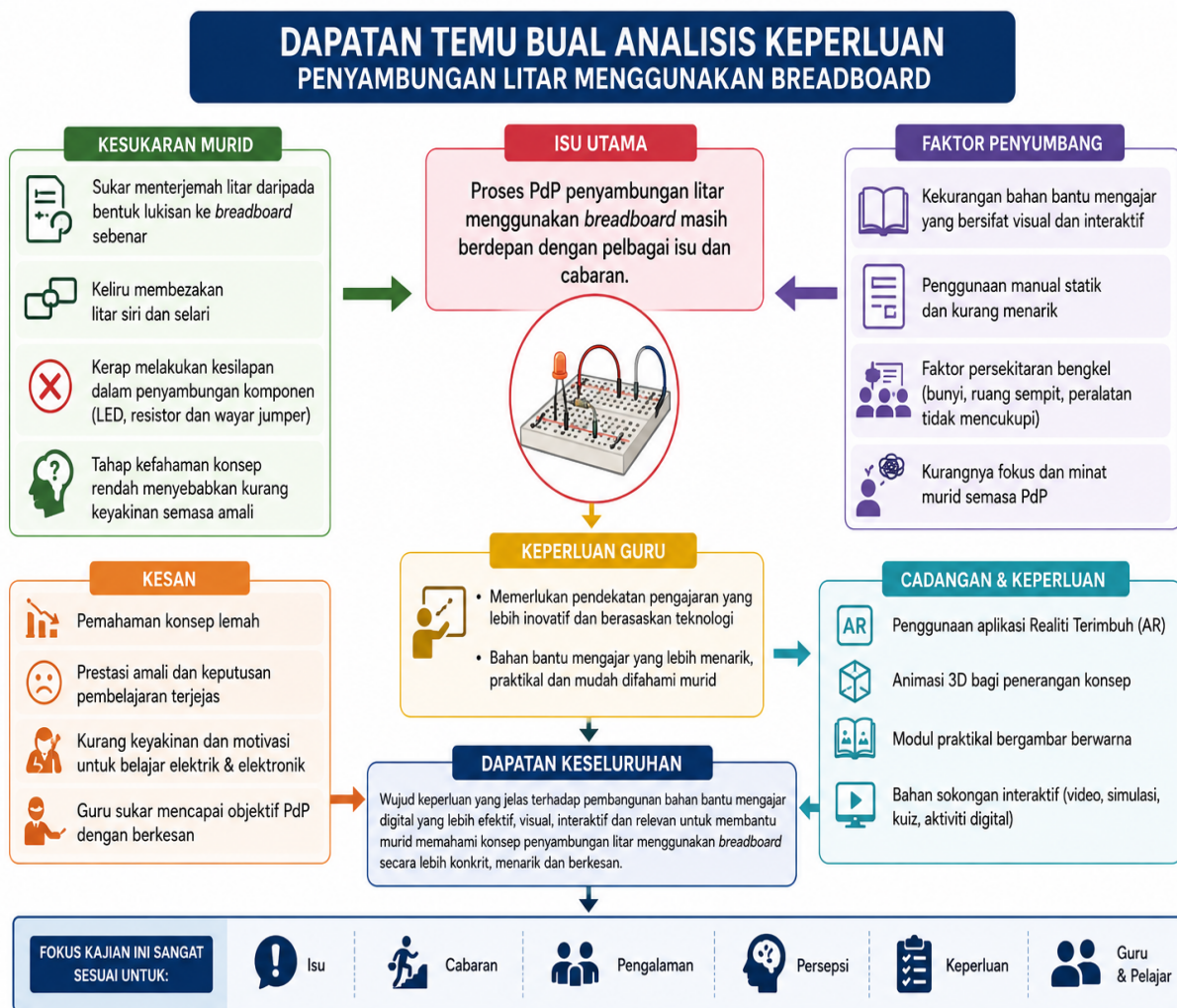
Rajah 2 menunjukkan carta alir proses analisis tematik yang digunakan dalam kajian ini. Proses analisis dimulakan dengan membaca transkrip temu bual secara berulang kali bagi memahami keseluruhan data, membiasakan diri dengan kandungan temu bual dan membuat catatan awal terhadap maklumat penting. Langkah ini membantu pengkaji memperoleh gambaran menyeluruh mengenai pengalaman dan pandangan responden sebelum proses pengekodan dilakukan.

Seterusnya, pengkaji menjalankan proses mengenal pasti kod awal (initial coding) dengan menandakan bahagian-bahagian penting dalam transkrip dan memberikan label kepada setiap maklumat yang berkaitan dengan objektif kajian. Kod-kod awal ini merangkumi aspek seperti isu, masalah, kesukaran, pengalaman, cadangan dan keperluan yang dinyatakan oleh responden semasa temu bual.

Kod-kod yang mempunyai persamaan makna kemudiannya dikelompokkan kepada tema dengan mengenal pasti pola dan hubungan antara kod-kod tersebut. Daripada proses ini, beberapa tema utama dibentuk, seperti isu penggunaan breadboard, cabaran guru semasa proses pengajaran dan pembelajaran (PdP), serta keperluan terhadap bahan bantu mengajar yang lebih efektif. Pengelompokan tema ini memudahkan pengkaji menyusun dapatan secara lebih sistematik berdasarkan objektif kajian.



Rajah 2. Carta Alir Analisis Tematik Temu bual bersama responden



Rajah 3. Rumusan dapatan temu bual bersama responden

Selepas tema dikenal pasti, pengkaji menjalankan proses menamakan dan mentafsir tema, iaitu memberikan nama yang bersesuaian kepada setiap tema serta menghuraikan makna tema berdasarkan bukti daripada data temu bual. Pentafsiran ini dilakukan dengan menghubungkan setiap tema kepada persoalan dan objektif kajian bagi memastikan dapatan yang diperoleh benar-benar mencerminkan pengalaman sebenar responden. Seterusnya, pengkaji menyusun dapatan kajian secara sistematik dengan membentangkan tema dan subtema yang telah dikenal pasti berserta petikan verbatim daripada transkrip temu bual sebagai bukti sokongan. Penggunaan petikan verbatim membantu meningkatkan kredibiliti dan kebolehpercayaan dapatan kajian kerana setiap tema yang dibincangkan disokong oleh data sebenar daripada responden. Hasil analisis tematik ini akhirnya menghasilkan tema-tema utama yang menjelaskan isu, cabaran dan keperluan guru serta pelajar terhadap penggunaan papan breadboard dalam pengajaran dan pembelajaran topik Elektrik dan Elektronik, sekali gus menjadi asas kepada pembangunan alat bantu mengajar yang memenuhi keperluan pengguna. Rajah 3 menunjukkan rumusan dapatan temu bual analisis keperluan proses pengajaran dan pembelajaran bagi penyambungan litar topik Elektrik dan Elektronik yang telah dianalisis menggunakan kaedah analisis tematik.

4. Kesimpulan

Secara keseluruhannya dapat dirumuskan bahawa topik Elektrik dan Elektronik ini masih berdepan dengan pelbagai cabaran antaranya murid didapati mengalami kesukaran menterjemah litar daripada bentuk lukisan ke *breadboard* sebenar, keliru membezakan litar siri dan selari serta kerap melakukan kesilapan dalam penyambungan komponen seperti LED, resistor dan wayar jumper. Kekurangan bahan bantu mengajar yang bersifat visual dan interaktif, penggunaan manual statik serta faktor persekitaran bengkel turut menyumbang kepada masalah kefahaman dan kurangnya fokus murid. Guru juga menegaskan keperluan kepada pendekatan pengajaran yang lebih inovatif dan berasaskan teknologi bagi membantu murid memahami konsep secara lebih konkrit. Cadangan seperti penggunaan aplikasi realiti terimbu (AR), animasi 3D, modul praktikal bergambar berwarna serta bahan sokongan interaktif menunjukkan wujudnya keperluan yang jelas terhadap pembangunan bahan bantu mengajar digital yang lebih efektif dan relevan dengan murid masa kini. Situasi ini secara jelas menuntut satu pendekatan pedagogi yang lebih inovatif bagi menyokong kefahaman murid secara lebih konkrit dan berkesan. Di samping itu ia juga bagi membantu pelajar agar lebih berminat untuk menyertai projek-projek berkaitan STEM dan teknologi.

Penghargaan

Penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Universiti Pendidikan Sultan Idris atas sokongan institusi dan kemudahan yang disediakan sepanjang kajian ini dijalankan.

Sumbangan Pengarang

Pengarang 1 : Penyediaan Draf Penulisan. Pengarang 2 : Penyediaan Data Temu bual. Pengarang 3 dan Pengarang 4 : Semakan dan Penyuntingan.

Pengisytiharan AI Generatif

Semasa penyediaan karya ini, pengarang menggunakan [CHATGPT] untuk meningkatkan kejelasan penulisan. Selepas menggunakan [CHATGPT], pengarang menyemak dan mengedit kandungan mengikut keperluan dan bertanggungjawab sepenuhnya terhadap kandungan penerbitan.

Rujukan

- [1] Asare, B., Y. D. Arthur, and F. O. Boateng. 2026. "AI Integration Model in Teaching and Learning of Mathematics: Its Influence on Teachers' Perceived Technology Usefulness and Intentions to Use Technology in Mathematics Instructional Delivery." *Journal of Applied Research in Higher Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1108/JARHE-11-2025-0924>.
- [2] Boya-Lara, C., D. Saavedra, A. Fehrenbach, and A. Marquez-Araque. 2022. "Development of a Course Based on BEAM Robots to Enhance STEM Learning in Electrical, Electronic, and Mechanical Domains." *International Journal of Educational Technology in Higher Education* 19 (1): 7.
- [3] Bulgrin, E., H. Mahkonen, and S. M. Weber. 2026. "Authentic Othering: Strategy and Tactics of 'Viscursive Privileging' in Sustainable Higher Education Institutions." *Equality, Diversity and Inclusion: An International Journal*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1108/EDI-01-2025-0016>.
- [4] Fines-Neuschild, M., and T. Tajmel. 2026. "I Haven't Thought about It Before: STEM Researchers' Views on Decolonization with Examples from Canada, Europe and New Zealand." *Equality, Diversity and Inclusion: An International Journal*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1108/EDI-12-2024-0592>.
- [5] García-Soriano, A. A., I. S. Hernandez-Luna, A. T. Sanchez, N. A. Munguía-Fernández, J. Quintero-Lopez, L. Sanchez-Fernandez, and N. Hernandez-Como. 2025. "STEM Education in Electronics." In *2025 IEEE Latin American Electron Devices Conference (LAEDC)*, 1–4. IEEE.
- [6] Jemal, K. M., A. Aibinu, and M. Oraee. 2026. "Technological Enablers of Lighting-as-a-Service Business Model for Circular Lighting: A Qualitative Study." *Smart and Sustainable Built Environment*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1108/SASBE-02-2026-0126>.

- [7] Kaur, K., Deepa, P. Yadav, Swati, and J. S. Bhatti. 2026. "Enhancing Computational Thinking through a Computational Algorithm Program (CAP) in Elementary Science Education: A Pathway to STEM and Sustainability." *International Journal of Sustainability in Higher Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-08-2025-0982>.
- [8] Kier, M. W., L. L. Johnson, J. S. Parker, A. S. Mauney, and J. A. Fountain. 2025. "Centering Marginalized Voices in STEM Education: Undergraduate Mentors' Perspectives on Equity in a Summer Enrichment Program for Persistently Marginalized Youth." *School-University Partnerships* 18 (2): 230–247. <https://doi.org/10.1108/SUP-10-2024-0027>.
- [9] Mukherjee, M., and C. Maity. 2025. "School Teachers' Perceived Experience on Emergency Remote Teaching Learning (ERTL): Indian Experience." *Quality Assurance in Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1108/QAE-04-2025-0120>.
- [10] Nakar, S., E. Park, L. Misselke, and S. I. Khan. 2026. "Leveraging AI in Vocational Education: A Systematic Review of Theory, Barriers and Opportunities." *Marketing Intelligence & Planning*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1108/MIP-03-2025-0244>.
- [11] Nurahman, A., A. Ismail, I. Kaniawati, S. Gumilar, E. C. Prima, E. Suhendi, et al. 2025. "Exploring Effective Strategies for Teaching STEM Electricity and Magnetism in Electrical Engineering Education: A Focus on Vocational Schools in Indonesia." In *AIP Conference Proceedings*, vol. 3141, no. 1, 050006. AIP Publishing LLC.
- [12] Qomariyah, N. N., and E. Heriyanni. 2026. "Ethical Readiness and Behavioral Intention toward Generative AI: Student Perspectives from STEM and Non-STEM Disciplines in Indonesian Higher Education." *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1108/JICES-05-2025-0100>.
- [13] Selem, K. M., and S. M. Selim. 2026. "Experiential Pedagogies in Action: Investigating Robotic Simulation Training Scenarios for Hospitality Labor Market Preparedness." *Journal of Hospitality and Tourism Technology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1108/JHTT-05-2025-0435>.
- [14] Thaba, S., and E. K. Nkadimemng. 2026. "A Framework for Interdisciplinary Blockchain Training: Bridging the Skills Gap in Supply-Chain Education." *Journal of Applied Research in Higher Education* 18 (8): 47–59. <https://doi.org/10.1108/JARHE-06-2025-0490>.
- [15] Tkachuk, H. V., P. V. Merzlykin, and I. I. Donchev. 2025. "STEM Project Design in Computer Microelectronics Education." In *CTE Workshop Proceedings*, vol. 12, 197–221.
- [16] Wang, F., and Z. Yue. 2026. "Understanding the Information Practice of Elderly People in Social Welfare Access: A Perspective of Policy Information Reach." *Journal of Documentation*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1108/JD-10-2025-0298>.
- [17] Warsono, S., R. Oktavianto, A. Artiningsih, and A. S. Sasmita. 2026. "Can STEM Serve as a Scaffold in Accounting Vocational Teaching–Learning for Affirmative Students?" *Asian Education and Development Studies* 15 (1): 137–150. <https://doi.org/10.1108/AEDS-07-2025-0302>.
- [18] Wiyarsi, A., and L. P. Sari. 2026. "Trend of STEM Education in Indonesia: Social Network Analysis of Platform X." *Journal of International Cooperation in Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1108/JICE-05-2025-0029>.
- [19] Wu, Z. 2026. "Editorial: Innovative Teaching and Learning Research in 2026: Leveraging Trusted AI for Meaningful Real-World Impact." *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning* 19 (1): 2–3. <https://doi.org/10.1108/JRIT-03-2026-0284>.