

Pembangunan Model Pengajaran dan Pembelajaran menggunakan kerangka TPACK dan Keberkesanan e-Pembelajaran untuk subjek Kimia Matrikulasi

Development of Teaching and Learning Model using TPACK Framework and Effectiveness of e-Learning for Matriculation Chemistry subject

Azraai Othman^{1*}, Dani Asmadi Ibrahim², Noor Asmahan Abdullah³ & Farhana Umanan⁴

^{1,3,4} *Kolej Matrikulasi Kelantan, Kementerian Pendidikan Malaysia, 16810 Selising, Pasir Puteh Kelantan, Malaysia*

² *Kolej Matrikulasi Negeri Sembilan, Kementerian Pendidikan Malaysia, 72000 Kuala Pilah, Negeri Sembilan, Malaysia*

*Corresponding author: azraai@kmkt.matrik.edu.my

Received: 13 December 2020; **Accepted:** 03 March 2021; **Published:** 19 March 2021

To cite this article (APA): Othman, A., Ibrahim, D. A., Abdullah, N. A., & Umanan, F. (2021). Development of Teaching and Learning Model using TPACK Framework and Effectiveness of e-Learning for Matriculation Chemistry subject. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 11(1), 1-19. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol11.1.1.2021>

To link to this article: <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol11.1.1.2021>

ABSTRAK

Fokus utama kajian adalah membangunkan model pengajaran dan pembelajaran menggunakan kerangka TPACK (*Technological Pedagogical and Content Knowledge*) dan keberkesanan e-pembelajaran dalam subjek Kimia Matrikulasi. Ini merupakan model pengajaran dan pembelajaran yang boleh digunakan oleh pensyarah-pensyarah dalam mengintegrasikan kemahiran teknologi, kemahiran pedagogi dan kemahiran kandungan (*content*) untuk mengajar subjek Kimia pada peringkat pra universiti atau matrikulasi. Selain itu juga, model TPACK digunakan untuk meramalkan keberkesanan e-pembelajaran subjek Kimia matrikulasi yang diamalkan semasa pandemik covid-19. Kajian Tinjauan telah dijalankan secara rawak ke atas 199 responden daripada 460 pensyarah subjek kimia matrikulasi seluruh negara. Daripada dapatan yang diperolehi, tahap amalan pengajaran dan pembelajaran pensyarah kimia matrikulasi dan kompetensi pensyarah terhadap aplikasi e-pembelajaran adalah tinggi. Selain itu, di akhir kajian, pengkaji dapat membangunkan satu model pengajaran dan pembelajaran yang baru yang berasaskan kepada Model TPACK dengan keberkesanan e-pembelajaran bagi subjek kimia matrikulasi yang memenuhi indeks kesepadanan dengan nilai $R^2 = 0.66$ daripada variansnya. Diharapkan model ini akan dijadikan asas dalam pembentukan model baru era pasca covid-19 yang akan menjadi tunjang dalam pelaksanaan pengajaran dan pembelajaran khususnya dalam subjek Kimia diperingkat matrikulasi.

Kata kunci : Model pengajaran dan pembelajaran, TPACK, amalan, kompetensi, keberkesanan e-pembelajaran, kimia matrikulasi.

ABSTRACT

The main focus of the study is to develop a teaching and learning model using the TPACK (*Technological Pedagogical and Content Knowledge*) framework and the effectiveness of e-learning of Matriculation Chemistry. This is a model of teaching and learning that lecturers which integrate technological skills, pedagogical skills and content skills to teach chemical subjects at pre-university or matriculation levels. Also, the TPACK model is used to predict the e-learning of matriculation chemistry subjects practised after the Covid-19 pandemic period. The

survey involved 199 randomly selected respondents out of 460 matriculation chemistry lecturers nationwide. The study finds that the level of practice and competency of chemistry lecturers were high. Moreover, at the end of the study, the study was able to develop a new teaching and learning model based on the TPACK Model with the effectiveness of e-learning for matriculation chemical subjects that met the index corresponding to the value of $R^2 = 0.66$ of its variances. It is hoped that this model will be the foundation in the formation of a new model of the post-covid-19 era which will be the core of teaching and learning implementation especially in the subject of matriculation-level chemistry.

Keywords: Teaching and learning models, TPACK, practice, competency, e-learning effectiveness, matriculation chemistry

PENGENALAN

Pandemik COVID-19, juga dikenali sebagai pandemik koronavirus 2019–2020 ialah wabak penyakit koronavirus 2019 yang berterusan secara global berpunca daripada sindrom pernafasan akut teruk koronavirus 2 (SARS-CoV-2). Wabak ini pada mulanya dikesan pada pertengahan Disember 2019 di bandaraya Wuhan, Hubei China, dan telah diisytiharkan sebagai pandemik oleh Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO) pada 11 Mac 2020 (WHO, 2020a). Sehingga 10 Disember 2020, lebih daripada 70 juta kes COVID-19 telah dilaporkan dalam sekurang-kurangnya 180 negara (didahului Amerika Syarikat dengan melebihi 15 juta kes), menyebabkan lebih daripada 1.5 juta kematian (worldometers.info/coronavirus, 2020). Pada 13 Mac 2020, WHO mengumumkan bahawa Eropah telah menjadi pusat baru pandemik (WHO, 2020b). Keadaan ini mencetuskan panik hampir ke seluruh dunia dimana kebanyakan negara termasuk Malaysia mengambil langkah drastik memperkenalkan Perintah Kawalan Pergerakan (PKP) seluruh negara bermula 18 Mac 2020 untuk membendung penularan wabak Covid-19 daripada dijangkiti kepada seluruh rakyat Malaysia.

PKP telah memberi impak yang sangat besar kepada ekonomi negara dan yang paling terkesan adalah sektor pendidikan. Semua institusi pendidikan terpaksa ditutup dan sehingga ke hari ini (semasa kertas cadangan ini ditulis), masih lagi ditutup sehingga ke satu tarikh yang tidak dapat dipastikan. Keadaan ini menyebabkan jutaan pelajar bermula daripada tadika sehinggalah ke universiti tidak dapat menghadiri kelas-kelas pengajian secara formal. Keadaan ini semakin kritikal dengan pembatalan peperiksaan utama seperti Ujian Pencapaian Sekolah Rendah (UPSR), Pentaksiran Tingkatan 3 (PT3) dan termasuklah Peperiksaan Semester Program Matrikulasi (PSPM). Justeru itu, Perdana Menteri Malaysia, Tan Sri Muhyiddin Yassin telah mengarahkan Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) mengimplimentasikan pembelajaran daripada rumah atau *home-based learning* sebagai inisiatif sepanjang tempoh PKP dilaksanakan disebabkan sekolah-sekolah dan institusi-institusi pengajian ditutup sepanjang tempoh tersebut. Penilaian dan peperiksaan untuk program-program pengajian tinggi juga dibatalkan disebabkan kebanyakan institusi-institusi pengajian dijadikan pusat tahanan sementara dan juga pusat kuarantin wajib.

Oleh itu, bagaimana pula dengan cabaran dan halatuju pendidikan di Malaysia semasa dan selepas PKP ini? Adakah relevan pengajaran dan pembelajaran (PdP) yang diamalkan di kelas sebelum era PKP ini masih boleh dipraktikkan di sekolah-sekolah? Ini antara persoalan-persoalan yang perlu dijawab dan diperhalusi oleh semua pemegang institusi pendidikan sekarang. Dengan tahap amalan penjagaan kesihatan dan penjarakan sosial yang masih rendah dalam kalangan rakyat Malaysia terutama murid-murid di sekolah menyukarkan lagi amalan PdP sedia ada dapat dipraktikkan di sekolah-sekolah. Keadaan yang sama juga terpakai untuk para pelajar di kolej-kolej matrikulasi seluruh negara. Dengan kapasiti mencecah 2000 ke 3000 pelajar bagi sesebuah kolej, agak sukar amalan penjarakan sosial dapat diterapkan dalam kalangan pelajar kerana kapasiti kelas per pelajar yang ramai dan ini tidak termasuk PdP semasa di dewan-dewan kuliah ataupun di makmal-makmal sains dan makmal komputer.

Pelaksanaan PdP di kolej-kolej matrikulasi KPM termasuklah PdP Kimia matrikulasi masih mengamalkan kaedah pembelajaran yang konvensional (Dani, 2012). Pelajar-pelajar perlu menghadiri kuliah, tutorial dan amali dimana penekanan diberikan kepada isi kandungan subjek. Pensyarah-pensyarah perlu menghabiskan sukatan pelajaran dalam masa yang ditetapkan dan memastikan pelajar-

pelajar bersedia untuk peperiksaan. Pengajaran dan pembelajaran berpaksikan pendekatan Behaviorisme, iaitu minda pelajar digambarkan seperti cawan kosong yang perlu dipenuhi dengan ilmu oleh guru jika rangsangan yang betul diberikan (Dani, 2012). Pendekatan juga berdasarkan kepada anggapan bahawa pengajaran Kimia akan difahami sepenuhnya oleh pelajar jika asas dalam Kimia diajar. Oleh itu, berdasarkan kepada model konvensional ini, satu tempoh masa diperlukan oleh guru untuk menjana pemahaman asas pelajar dalam subjek Kimia. Selain itu juga ditambah dengan menganggap jika pelajar diajar ilmu-ilmu asas dalam Kimia, pelajar-pelajar tersebut dapat mengaplikasikan pengetahuan atau ilmu tersebut dalam kehidupan sebenar. Kaedah pembelajaran yang lebih tertumpu di dalam kelas seperti ini dilihat tidak sesuai digunakan jika ancaman Covid-19 ini masih berleluasa. Disamping amalan penjarakan sosial yang perlu dijalankan, pelajar juga tidak berpeluang untuk meneroka ilmu seluas-luasnya. Oleh itu perlu dibuat perubahan pada model pelaksanaan PdP Kimia matrikulasi sedia ada supaya tempoh masa pelajar di dalam kelas dapat di minimakan dan dalam masa yang sama dapat menggalakkan pelajar meneroka ilmu semaksima mungkin di luar kelas dengan pembelajaran sendiri dan pembelajaran secara atas talian (e-pembelajaran) dibantu oleh pensyarah sebagai pemudahcara.

Tren penggunaan e-pembelajaran sebagai peralatan atau aplikasi dalam PdP berkembang pesat dalam dunia pendidikan. E-pembelajaran adalah ejen perubahan dalam tren perkembangan dunia pendidikan masa kini. Semua aspek-aspek dalam e-pembelajaran, menentukan kelebihan dan kekurangan sebagai satu kejayaan yang besar dalam dunia akademik, pendidikan dan pembangunan profesional. Tidak hairanlah jika dikatakan kebanyakan universiti di dunia telah mengimplementasikan penyelesaian e-pembelajaran ke dalam kurikulum mereka masing-masing (Krisnan & Jaya, 2013). Bertitik tolak daripada perkembangan E-pembelajaran dan ditambah dengan situasi dunia yang tidak menentu seperti penularan Covid-9 dan pelaksanaan Perintah Kawalan Pergerakan melonjakkan lagi pelaksanaan E-pembelajaran di semua institusi pendidikan seluruh dunia. Berdasarkan laporan yang ditulis Fernando M.Reimers dan Schleicher (2020) dalam Laporan yang bertajuk *A framework to guide an education response to the COVID - 19 Pandemic of 2020* yang dikeluarkan oleh OECD, banyak negara-negara didunia telah melaksanakan langkah-langkah awal. Sebagai contoh di China, dengan latar belakang wabak COVID-19, inisiatif dasar darurat yang disebut "Menanggihkan Kelas Tanpa Menghentikan Pembelajaran" dilancarkan untuk meneruskan aktiviti pengajaran kerana sekolah-sekolah di seluruh negara ditutup untuk menahan penularan virus (Zhang et al., 2020). Di Argentina, semua sekolah diarahkan untuk menyediakan bahan dan sumber pengajaran dalam talian. Di Australia misalnya, semua guru diminta oleh kerajaan untuk menggalakkan pembelajaran di atas talian dengan setiap sekolah menggunakan *platform* yang sedia ada dan mudah untuk guru dan pelajar belajar dan akses seperti *Google Drive* dan *Microsoft Teams*. Di Belgium pula, program-program pendidikan di disiarkan di televisyen nasional untuk menekankan pentingnya untuk meneruskan pendidikan di rumah (*home education*). Sekolah-sekolah juga diminta untuk memastikan pendidikan diteruskan dalam apa jua keadaan. Agensi Nasional Pendidikan Finland membimbing pengurusan sekolah-sekolah untuk merancang dan mengatur pelbagai jenis pengaturan pembelajaran yang lebih fleksibel. Murid-murid diminta untuk tinggal di rumah sekiranya pendidikan diatur sebagai pendidikan jarak jauh.

Di Malaysia semenjak PKP yang bermula pada 18 Mac 2020 selaras dengan arahan kerajaan menutup semua sekolah dan institusi pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia telah mengeluarkan arahan supaya pelaksanaan PdP dijalankan di rumah (KPM, 2020). Semua pendidik tidak kira di tadika sehinggalah di pusat pengajian tinggi menggunakan kaedah PdP yang berasaskan e-pembelajaran seperti *whatsapp*, *telegram*, *Google Classroom*, *Zoom meeting*, *Google Meet* dan banyak lagi aplikasi lain bagi memastikan pelajar-pelajar tidak tercicir dalam pembelajaran. KPM sendiri telah memperkenalkan balik program TV pendidikan yang bersiaran setiap hari selama 2 jam untuk memastikan semua pelajar mendapat akses kepada pembelajaran. Malah pada 22 April 2020, trend menunjukkan rakyat Malaysia merupakan negara ke-3 terbanyak di dunia yang menggunakan aplikasi *Google Classroom* dalam PdP sepanjang tempoh PKP dilaksanakan dan tempat ke-5 untuk tempoh 12 bulan kebelakangan ini (Trend., 2020).

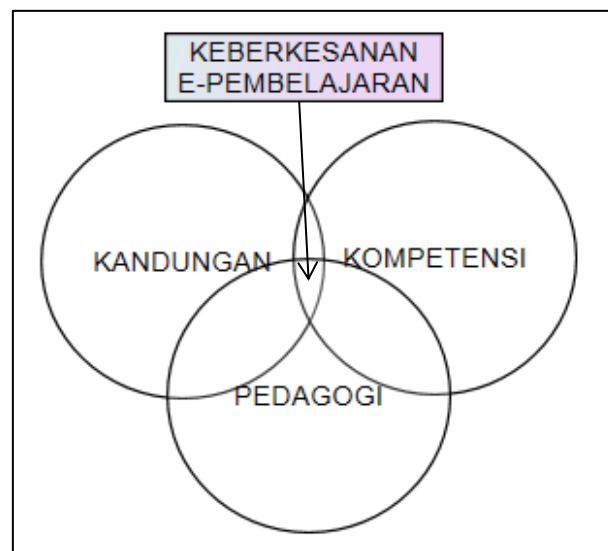
Jika dilihat pada isu pandemik yang tidak diketahui titik noktah bila berakhirnya dan juga tren penggunaan aplikasi E-pembelajaran, pengkaji merasakan ada keperluan kajian ini dibuat dengan menggunakan model pelaksanaan PdP Kimia matrikulasi sedia ada perlu dimodifikasikan sejajar dengan kesan perubahan lanskap pendidikan di dunia dan Malaysia selari dengan keperluan semasa dan akan datang. Model baru pelaksanaan Kimia matrikulasi perlu dibangunkan di mana model baru ini perlu lebih fleksibel, autonomi dan mesra kepada pensyarah kerana apa-apa perkara baru yang hendak dibangunkan mestilah lebih efektif daripada perkara-perkara sedia ada untuk kelancaran pelaksanaan PdP Kimia di peringkat matrikulasi. Justeru itu, beberapa perkara asas perlu dititikberatkan sebelum model baru pelaksanaan PdP Kimia matrikulasi seperti mengenali pasti amalan semasa PdP pensyarah-pensyarah Kimia di kolej matrikulasi dan tahap kompetensi pensyarah-pensyarah Kimia terhadap penggunaan peralatan e-pembelajaran atau *e-learning tools*. Oleh itu pengkaji telah menggariskan beberapa objektif kajian yang perlu dicapai dalam kajian yang akan dijalankan iaitu;

- i. Mengenal pasti tahap amalan pengajaran dan pembelajaran pensyarah dan kompetensi pensyarah terhadap penggunaan aplikasi E-pembelajaran.
- ii. Menentukan kesan langsung amalan pengajaran dan pembelajaran pensyarah dan kompetensi pensyarah terhadap keberkesanan E-pembelajaran.
- iii. Membangunkan model pengajaran dan pembelajaran Kimia matrikulasi berasaskan kepada Model TPACK.

Selain itu juga kajian ini diharap dapat menjawab beberapa persoalan kajian seperti;

- i. Apakah tahap amalan pengajaran dan pembelajaran pensyarah dan kompetensi pensyarah terhadap penggunaan aplikasi e-pembelajaran?
- ii. Adakah terdapat kesan langsung antara amalan pengajaran dan pembelajaran pensyarah dan kompetensi pensyarah dengan keberkesanan e-pembelajaran?
- iii. Bagaimanakah model pengajaran dan pembelajaran Kimia matrikulasi dibangunkan berasaskan Model TPACK?

Kerangka Kajian



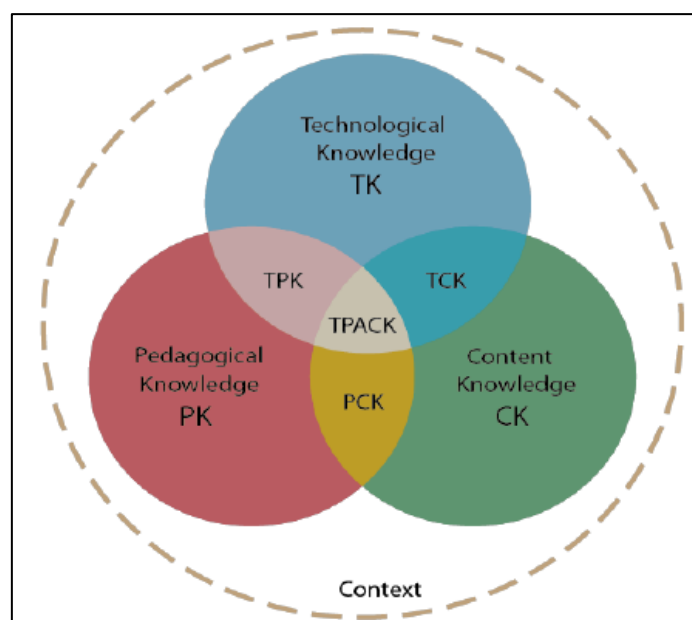
Rajah 1 Kerangka kajian yang berasaskan Model TPACK

Rajah 1 menunjukkan kerangka kajian yang berasaskan Model TPACK. Pengetahuan Kandungan (KANDUNGAN) dan Pengetahuan Pedagogi (PEDAGOGI) merupakan pembolehubah yang mewakili Amalan PdP Pensyarah manakala KOMPETENSI mewakili kompetensi pensyarah terhadap aplikasi e-pembelajaran.

KAJIAN LITERATUR

Technological pedagogical content knowledge (TPACK) yang diperkenalkan oleh Mishra dan J.Koehler (2006) adalah bentuk pengetahuan yang muncul yang melangkaui ketiga-tiga komponen (kandungan, pedagogi dan teknologi) seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2 di bawah. Pengetahuan ini berbeza dengan pengetahuan pakar sesuatu bidang atau teknologi dan juga dari ilmu pedagogi umum yang dikongsi oleh keseluruhan guru yang datangnya daripada pelbagai bidang. TPACK merupakan asas pengajaran yang baik menggunakan teknologi dan memerlukan pemahaman tentang konsep menggunakan teknologi. Selain itu juga TPACK membantu daripada segi:

- i. Teknik pedagogi yang menggunakan teknologi dengan cara yang membina untuk mengajar sesuatu kandungan.
- ii. Ilmu di mana konsep yang sukar mudah untuk diajar dan bagaimana teknologi membantu mengatasi beberapa masalah yang dihadapi oleh pelajar.
- iii. Memberi input berkaitan pengetahuan sedia ada pelajar dan teori epistemologi.
- iv. Pengetahuan tentang bagaimana teknologi dapat digunakan untuk membina pengetahuan sedia ada dan mengembangkan epistemologi baru atau memperkuat yang lama.



Rajah 2 Model TPACK (Mishra & J.Koehler, 2006)

Penggunaan pengetahuan teknologi sahaja tidak akan menjamin pengajaran yang dilaksanakan dapat memberikan impak yang positif. Aspek pertimbangan guru terhadap manfaat dan kekangan dalam penggunaan teknologi telah memberikan panduan kepada para guru di mana teknologi boleh memperkayakan pedagogi dalam disiplin tertentu. Maka para guru harus bijak menerokai keupayaan teknologi khusus untuk memaksimumkan pengajaran (Eng & Keong, 2019)

“The PACKage: the knowledge that lies at the intersection of knowledge of Content, Pedagogy and Technology i.e., TPACK.”

(Thompson dan Mishra, 2007, hlm. 38)

Amalan Pengajaran dan Pembelajaran

Mutu hasil pembelajaran pelajar ditentukan melalui cara pengajaran disampaikan kepada mereka melalui pelbagai amalan pedagogi, maka dari konteks ini timbul peranan guru untuk menentukan bahan pengajaran terbaik serta memandu pelajar kearah sumber pengetahuan yang

boleh dipercayai (Raba, 2017). Amalan pengajaran guru perlu berbeza mengikut peredaran semasa dan generasi yang diajar bagi menarik minat mereka seiring dengan perubahan era yang dilalui oleh mereka. Ini jelas di dalam kajian Che Ghani *et al.* (2016) di mana menyatakan jika guru tidak menyesuaikan pengajaran dengan gaya pembelajaran pelajar, maka ia akan menimbulkan implikasi ketidakselesaan dan kurangnya perhatian oleh pelajar semasa mengikuti sesi pengajaran dan pembelajaran dan boleh menyebabkan pelajar tertinggal dalam pelajaran. Justeru, guru haruslah memilih kaedah pengajaran yang berkesan dalam usaha menyampaikan pendidikan yang bermakna kepada pelajar (Berenyi & Deutsch, 2018). Menurut Coe *et al.* (2014), guru yang ingin memastikan keberkesanan kualiti dalam pengajarannya haruslah mempunyai kredibiliti dalam enam perkara, iaitu pengetahuan pedagogi, pelaksanaan pengajaran yang berkesan, kawalan suasana interaksi di dalam bilik darjah, pengurusan elemen-elemen di dalam bilik darjah, pegangan guru mengenai proses pengajaran dan pembelajaran sertasikap profesionalisme guru. Justeru itu, *Pedagogical Knowledge* (PK) adalah penting dalam menentukan amalan pengajaran dan pembelajaran yang sesuai. Menurut Kind (2009), membangunkan PCK sangat membantu guru novis menyesuaikan pengajaran mereka, dan memberi peluang kepada guru yang berpengalaman untuk menjalankan amalan refleksi terhadap proses pengajaran dan pembelajaran masing-masing.

Pedagogical knowledge (PK) atau pengetahuan pedagogi adalah pengetahuan yang mendalam berkaitan proses dan amalan atau kaedah pengajaran dan pembelajaran dan bagaimana ia merangkumi antara lain keseluruhan tujuan pendidikan, nilai, dan sasaran (Mishra & Koehler, 2006). Ini adalah bentuk pengetahuan generik yang terlibat dalam semua masalah pembelajaran pelajar, pengurusan bilik darjah, pengembangan dan pelaksanaan rancangan pelajaran, dan penilaian pelajar. Seorang guru dengan pengetahuan pedagogi mendalam memahami bagaimana pelajar membina pengetahuan, memperoleh kemahiran, dan mengembangkan tabiat minda dan sikap positif terhadap pembelajaran. Oleh itu amalan pengajaran dan pembelajaran memerlukan pemahaman daripada segi kognitif, sosial dan pembangunan teori pembelajaran dan bagaimana untuk diterapkan di dalam kelas. Untuk menjadi seorang guru yang berkesan, Chickering dan Gamson (1989) telah mencadangkan tujuh prinsip amalan terbaik dalam pengajaran dan pembelajaran program pendidikan prasiswazah. Prinsip-prinsip ini adalah berdasarkan pada penyelidikan pendidikan tinggi. Tujuh prinsip ini boleh juga digunakan untuk menilai pembelajaran dalam talian (Graham *et al.*, 2001). Tujuh prinsip itu meliputi amalan baik yang menggalakan hubungan antara (i) guru dan pelajar, (ii) kerjasama dalam kalangan pelajar, (iii) pembelajaran aktif, (iv) maklum balas segera, (v) menekankan masa menyiapkan tugas, (vi) meletakkan harapan yang tinggi dan (vii) menghargai bakat yang pelbagai dan gaya pembelajaran.

Kompetensi terhadap teknologi

Technology knowledge (TK) atau kompetensi terhadap teknologi adalah pengetahuan bukan sahaja mengenai teknologi standard seperti buku, pen *marker* dan papan putih tetapi teknologi yang lebih maju seperti internet dan video digital. Semua perkara ini melibatkan kemahiran yang diperlukan untuk mengendalikan teknologi tertentu. Aspek teknologi digital ini termasuk pengetahuan tentang sistem operasi dan perkakasan komputer, dan kemampuan untuk menggunakan set peralatan perisian standard seperti *word processors*, *spreadsheets*, *browsers*, *apps* dan *e-mail*. Dalam era digital, kemajuan teknologi memerlukan guru berkolaborasi antara teknologi dengan kemampuan merancang dan mengurus pembelajaran, penguasaan bahan pengajaran, dan pengetahuan dalam dunia pendidikan, terutama dalam proses pembelajaran (Mulbar *et al.*, 2017; Rahman & Ahmar, 2016). Tidak dapat dinafikan pengaruh penggunaan teknologi terutamanya aplikasi-aplikasi pembelajaran atas talian membantu pelajar memahami sesuatu topik pengajaran dengan lebih mudah (Setuju *et al.*, 2018). Hasilnya, dalam pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi, pelajar memainkan peranan aktif untuk terus menggunakan teknologi dalam meneroka dan mengumpulkan maklumat dan menyampaikan penemuan mereka (Setiawan *et al.*, 2018). Ini membawa kepada sinergi yang lebih baik antara pengalaman belajar mereka sebelumnya dengan konsep atau prinsip baru yang diajar.

E-Pembelajaran dalam pendidikan Kimia

Pembelajaran elektronik atau E-pembelajaran adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan tindakan atau aktiviti memperoleh pengetahuan melalui persekitaran berasaskan jaringan internet atau intranet (Fee, 2005). Setahun kemudian Cheng (2006) membuat definisi lebih umum dengan menunjukkan bahawa ia adalah "apa sahaja yang disampaikan, diaktifkan, atau dimediasi oleh teknologi elektronik untuk tujuan pembelajaran yang eksplisit". Dalam dekad ini, pengembangan dan pelaksanaan E-pembelajaran telah menjadi syarat bagi institusi-institusi pendidikan tidak kira di sekolah, kolej ataupun universiti. Ini adalah kerana E-pembelajaran telah memberikan kelebihan yang positif kepada perkembangan pendidikan di institusi-institusi pendidikan terutamanya di universiti (Al-Rahmi et al., 2015).

Penggunaan peralatan atau aplikasi e-pembelajaran seperti SeLFT – Sistem pengurusan pembelajaran, modul di dalam portal pembelajaran, sesi video konferensi, makmal maya, visualisasi, penggunaan *Sliders* dalam aplikasi multimedia, simulator dalam pengajaran Kimia membantu pelajar tidak kira pada peringkat mana sekalipun, memahami dengan mudah konsep teoritikal dan menjadikan Kimia sebagai satu subjek yang menarik untuk dipelajari (Josceanu et al., 2009). Pengalaman yang diperolehi semasa mengendalikan kelas menggunakan aplikasi-aplikasi yang di sebutkan di atas menunjukkan *Computer Aided Instruction* atau arahan berbantuan komputer adalah pendekatan pedagogi moden yang sesuai untuk semua pendidik tidak kira sekolah menengah dan universiti dimana penggunaan secara berterusan dapat meningkatkan kualiti pengajaran dan pembelajaran. Justeru itu, guru atau pensyarah adalah digalakkan untuk menggunakan teknologi sebagai suatu alat yang membolehkan mereka mengumpulkan maklumat, menganalisis dan menyebarkan kepada pelajar. Guru-guru juga perlu mendapat sokongan daripada institusi untuk memanfaatkan teknologi baru dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Adalah mustahak, dalam waktu terdekat dan keperluan mendesak, persekitaran E-pembelajaran menjadi popular dalam kalangan institusi pendidikan dalam senario pendidikan kini (Krishnan & Jaya, 2013).

METODOLOGI

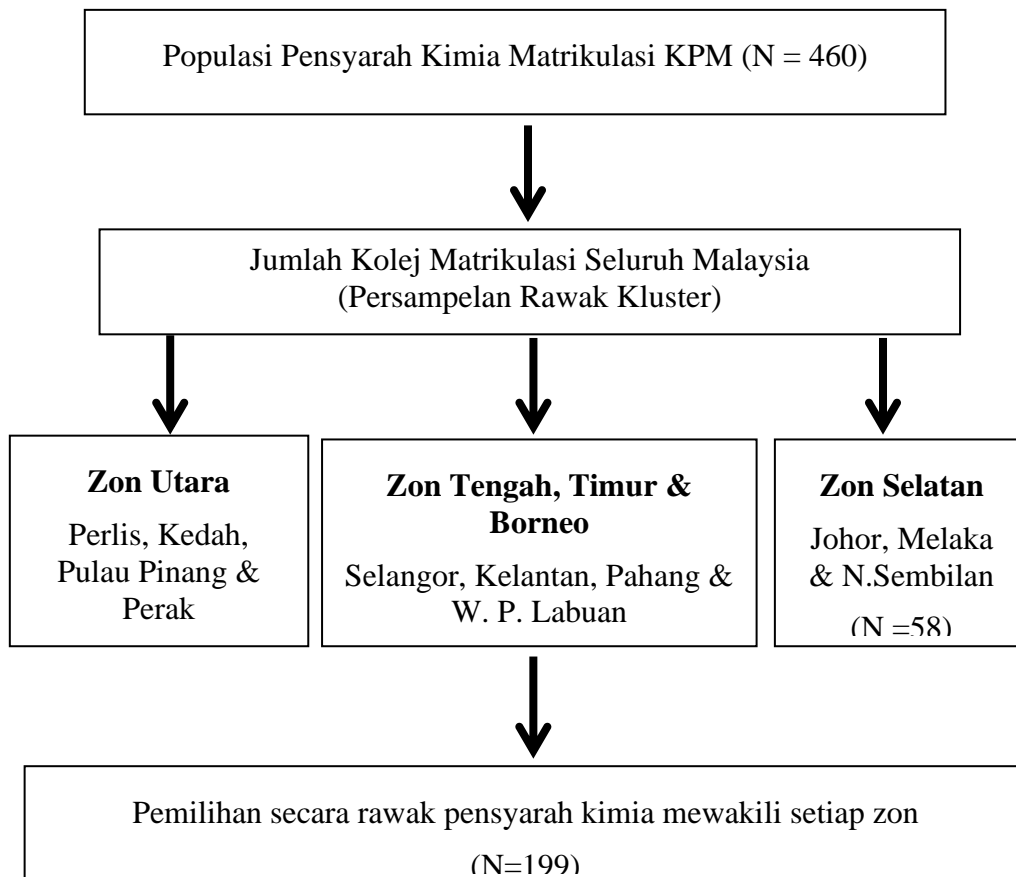
Kajian ini dijalankan menggunakan kaedah tinjauan. Soal selidik yang digunakan adalah untuk mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan amalan PdP pensyarah-pensyarah kimia kolej-kolej matrikulasi sebelum PKP dilaksanakan. Selain itu juga, data-data yang berkaitan dengan tahap penguasaan isi kandungan subjek kimia dan kompetensi terhadap aplikasi e-pembelajaran juga dikumpulkan untuk melihat keberkesanan PdP subjek kimia bagi program matrikulasi yang sedang dijalankan. Responden terdiri daripada pensyarah-pensyarah kimia kolej-kolej matrikulasi KPM seluruh negara yang dipilih secara rawak (persampelan rawak mudah) daripada semua latar belakang seperti jantina (Jadual 1) dan mengikut kolej di matrikulasi (Jadual 2). Jumlah populasi yang terlibat adalah seramai 460 orang pensyarah dan daripada keseluruhan populasi tersebut, 199 responden telah dipilih secara rawak meliputi 15 buah kolej matrikulasi seluruh negara supaya data yang diperolehi boleh dianalisis secara inferensi selain dapat memenuhi keperluan minimum untuk dijalankan Analisis Pengesanan Faktor seperti yang dicadangkan oleh Zainudin Awang (2015) (Rajah 3). Berdasarkan kepada populasi pensyarah kimia seluruh kolej matrikulasi di Malaysia, penentuan saiz sampel adalah berdasarkan Cochran Formula (1977) seperti yang dicadangkan oleh Bartlett, Kotrlik, & Higgins (2001).

Jadual 1: Jumlah responden mengikut jantina

Jantina	Jumlah	%
Lelaki	51	25.6
Perempuan	148	74.4
Jumlah	199	100.0

Jadual 2: Jumlah responden mengikut kolej matrikulasi

Kolej Matrikulasi	Zon	Jumlah	%
Perlis		12	6.03
Kedah		14	7.04
Pulau Pinang	Utara	16	8.04
Perak		19	9.55
Selangor	Tengah,	19	9.55
Kelantan	Timur &	20	10.05
Pahang	Borneo	21	10.55
W. P. Labuan		20	10.05
Johor		18	9.05
Melaka	Selatan	19	9.55
Negeri Sembilan		21	10.55
Jumlah		119	100.0



Rajah 3: Prosedur Persampelan

Instrumen soal selidik yang digunakan adalah adaptasi daripada instrumen-instrumen sedia ada (Shmidt, 2009; Mai & Hamzah, 2017) dan disesuaikan dengan demografi dan objektif kajian. Instrumen terdiri daripada lima bahagian yang meliputi:

- Bahagian A : Demografi (5 item)
- Bahagian B : Amalan PdP dan Penguasaan Isi Kandungan Pensyarah (11 item)
- Bahagian C : Tahap Kompetensi Pensyarah terhadap aplikasi e-Pembelajaran (8 item)
- Bahagian D : Keberkesanan PdP e-Pembelajaran Kimia Matrikulasi (10 item)
- Bahagian E : Cadangan Penambahbaikan PdP e-Pembelajaran Kimia Matrikulasi (soalan terbuka)

Sebahagian item daripada soal selidik yang digunakan ada dinyatakan seperti pada Rajah 4.

BAHAGIAN B : AMALAN PENGAJARAN DAN PEMBELAJARAN (PdP) PENSYARAH											
<p>Panduan: Bahagian ini mengandungi soal selidik amalan PdP (<i>Pedagogical Knowledge</i> dan <i>Content Knowledge</i>) semasa sesi pengajaran dan pembelajaran. Sila tandakan (✓) di petak bersesuaian mengikut persepsi terbaik anda terhadap diri anda sendiri.</p> <p style="text-align: center;">Sangat Tidak setuju 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Sangat Setuju</p>											
BIL	ITEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Saya mempunyai pengetahuan yang mendalam untuk mengajar subjek kimia di matrikulasi..										
2	Saya menganalisis terlebih dahulu kandungan subjek kimia sebelum memulakan pengajaran.										
3	Saya melakukan pelbagai cara (e.g berbincang dan merujuk pelbagai sumber) untuk mengembangkan pemahaman saya mengenai kandungan subjek kimia.										
4	Saya menguji pemahaman pelajar di dalam kelas dengan latihan atau kuiz.										

Rajah 4: Contoh sebahagian soal selidik yang digunakan dalam kajian.

Sebelum kajian sebenar dijalankan ke atas sampel, instrumen terlebih dahulu melalui proses validasi instrumen. Proses validasi ini akan meliputi beberapa proses seperti:

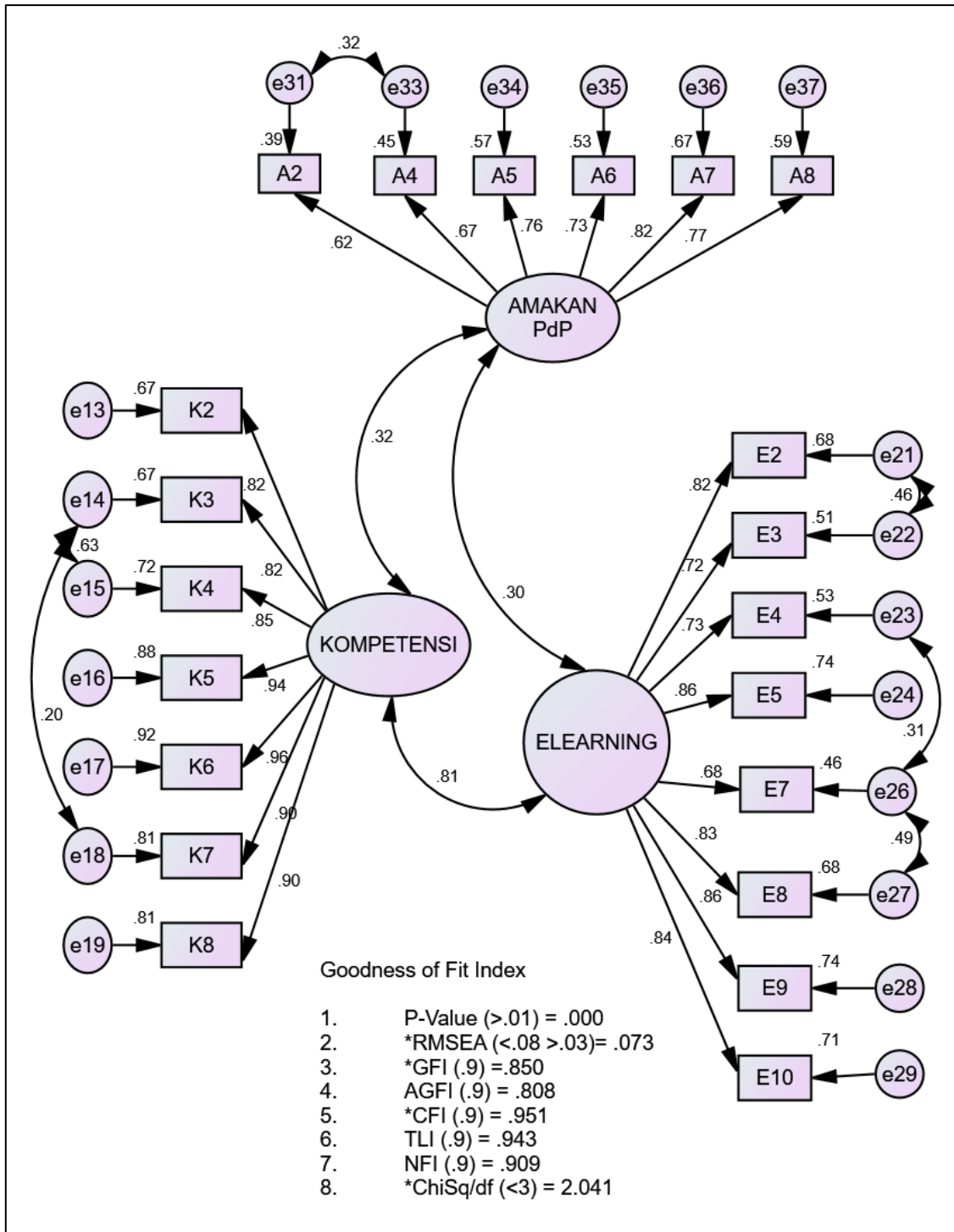
- i. Pengesahan pakar (isi kandungan, bahasa dan psikometrik) untuk menilai dan menambahbaik instrumen yang digunakan
- ii. Kajian yang dijalankan ke atas 30 responden yang tidak terlibat sebagai sampel kajian. Dapatan menunjukkan kebolehpercayaan instrumen adalah tinggi ($\alpha > 0.8$) seperti yang dinyatakan dalam Jadual 3.

Jadual 3: *Alpha Cronbach, α* untuk setiap komponen dalam instrumen kajian

Komponen	<i>Alpha Cronbach, α</i>
Amalan PdP dan Penguasaan Isi Kandungan Pensyarah	0.824
Tahap Kompetensi Pensyarah terhadap aplikasi e-Pembelajaran	0.974
Keberkesanan PdP e-Pembelajaran Kimia Matrikulasi	0.955

iv. Kesahan Instrumen melalui Analisis Pengesahan faktor (CFA)

Analisis Pengesahan faktor atau *Confirmatory Factor analysis* (CFA) dijalankan untuk mengukur sama ada konstruk atau pembolehubah yang digunakan dalam instrumen kajian konsisten atau selaras dengan pemahaman pengkaji berdasarkan kepada norma atau sifat konstruk tersebut (Mueller & Hancock, 2001). Prosedur CFA banyak digunakan secara meluas bagi menggantikan kaedah lama untuk menentukan kesahan konstruk (Awang, 2012, 2015).



Rajah 5: Analisis Pengesahan Faktor bagi semua komponen dalam instrumen kajian.

Rajah 5 menunjukkan dapatan yang diperolehi apabila dijalankan Analisis Pengesahan Faktor bagi semua komponen dalam instrumen kajian. Dapatan menunjukkan model yang dicadangkan telah mencapai indeks kesepadanan seperti yang telah ditetapkan ($RMSEA < 0.08$, $GFI > 0.9$, $CFI > 0.9$ dan $ChiSq/df < 3$). Semua konstruk atau komponen yang diuji dalam kajian ini menunjukkan indeks kesepadanan yang baik. Indeks kesepadanan yang baik menunjukkan bahawa model yang dibangunkan sesuai dengan data kajian (Hair et al., 2010).

Selepas instrumen kajian melepasi semua proses validasi, instrumen yang dibangunkan dalam kajian ini telah digunakan dan dapatan dianalisis berdasarkan kepada persoalan kajian seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 4 di bawah.

Jadual 4: Analisis data yang digunakan dalam kajian

Persoalan Kajian	Instrumen	Analisis Data
i. Apakah tahap amalan pengajaran dan pembelajaran pensyarah dan kompetensi pensyarah terhadap penggunaan aplikasi e-pembelajaran?	Soal Selidik	Min
ii. Adakah terdapat kesan langsung antara amalan pengajaran dan pembelajaran pensyarah dan kompetensi pensyarah dengan keberkesanan E-pembelajaran?	Soal Selidik	Model Persamaan Struktur (Analisis Laluan)
iii. Bagaimanakah model pengajaran dan pembelajaran kimia matrikulasi dibangunkan berasaskan Model TPACK?	Soal Selidik	Model Persamaan Struktur

DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Tahap amalan pengajaran dan pembelajaran (PdP) dan kompetensi pensyarah kimia matrikulasi.

Tahap amalan PdP pensyarah diukur berdasarkan tahap penguasaan isi kandungan matapelajaran kimia (*content*) dan kaedah pengajaran kimia (*pedagogy*). Berdasarkan skala Likert 10, nilai min skor 8 dan ke atas atau mewakili 80% persetujuan responden dikategorikan berada pada tahap tinggi (Ahmad & Azman, 2020, Nunnally & Bernstein, 1994). Daripada Jadual 5, didapati min amalan PdP pensyarah, (min = 8.4331, sp = 0.81736) dan kompetensi pensyarah terhadap penggunaan aplikasi e-pembelajaran (min = 7.5063, sp = 1.4364) berada pada tahap yang baik.

Jadual 5: Min bagi setiap komponen dalam kajian

Komponen	Min	Sisihan Piawai	Skewness	Kurtosis
<i>Content</i>	8.9564	.79512	-.712	.171
<i>Pedagogy</i>	8.2368	.92442	-.578	.093
AMALAN	8.4331	.81736	-.556	.055
KOMPETENSI	7.5063	1.43640	-.707	1.431
EFFECTIVE	7.3101	1.43629	-.645	.286

Kesan langsung antara amalan pengajaran dan pembelajaran pensyarah dan kompetensi pensyarah dengan keberkesanan E-pembelajaran.

Hipotesis Kajian

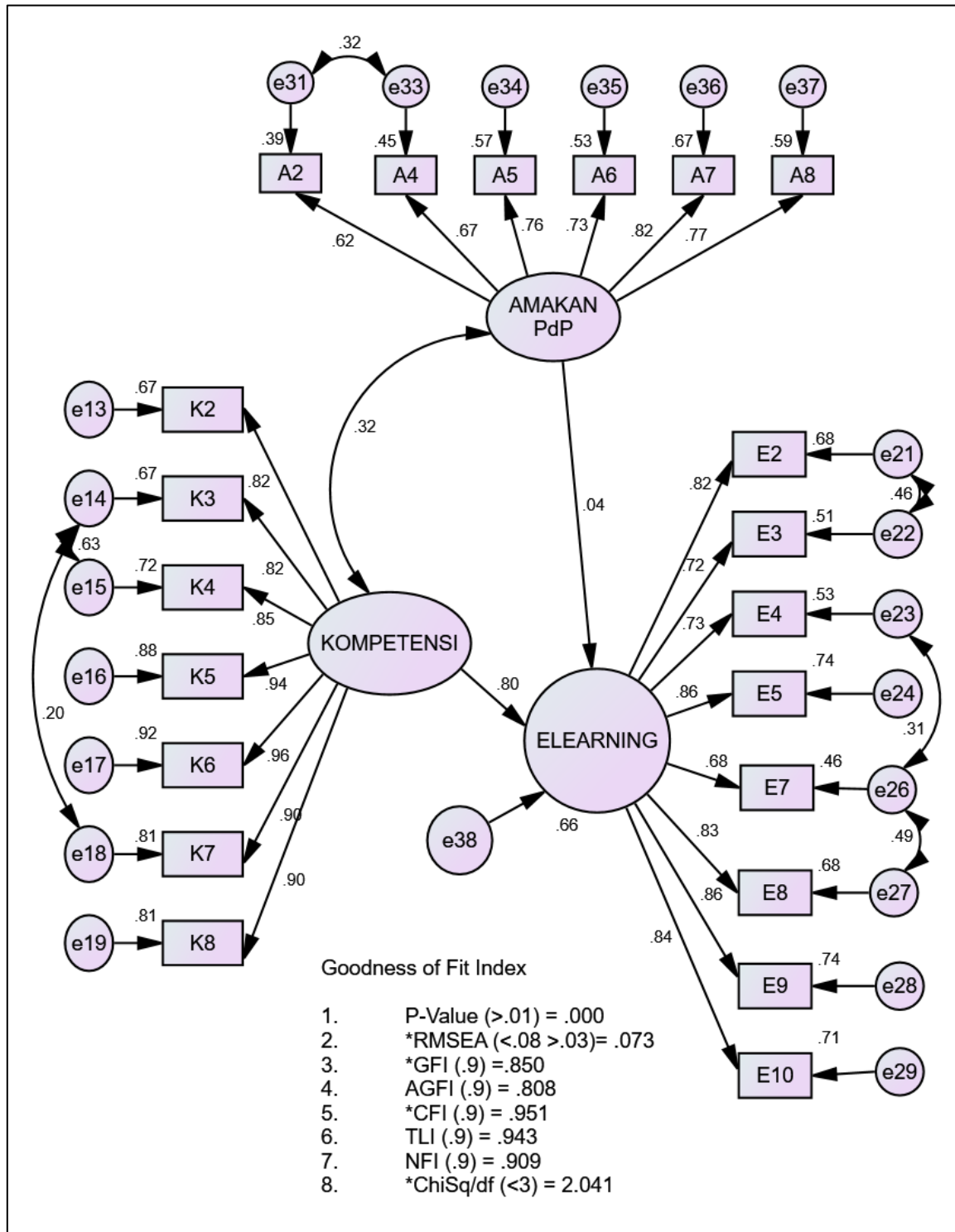
H₁ : Terdapat perbezaan yang signifikan di antara amalan pengajaran dan pembelajaran pensyarah dengan keberkesanan e-pembelajaran.

H₂ : Terdapat perbezaan yang signifikan di antara kompetensi pensyarah dengan keberkesanan e-pembelajaran.

Rajah 6 dibawah menunjukkan keputusan yang diperolehi daripada analisis laluan (*path analysis*) yang dijalankan ke atas model yang dibangunkan iaitu Model PdP Kimia Matrikulasi berasaskan Model TPACK. Dapatan menunjukkan kesan sebab-akibat (*causal effect*) di antara amalan PdP pensyarah, AMALAN PdP ($\beta=.100$, $p=.416$) adalah signifikan, manakala kompetensi pensyarah terhadap penggunaan aplikasi e-pembelajaran, KOMPETENSI ($\beta=.868$, $p=.001$) juga signifikan (Jadual 6).

Jadual 6: Anggaran pemberat regresi untuk setiap laluan dan signifikan bagi model kajian.

Komponen (Pembolehubah)	Anggaran	P	Keputusan
AMALAN_PdP → ELEARNING	0.100	0.416	Signifikan
KOMPETENSI → ELEARNING	0.868	0.001	Signifikan



Rajah 6: Model PdP Kimia Matrikulasi berasaskan kepada Model TPACK.

Anggaran pemberat regresi mewakili jumlah perubahan dalam pemboleh ubah bersandar disebabkan oleh perubahan satu sisihan piawai pemboleh ubah peramal. Sebagai contoh, nilai anggaran bagi AMALAN PdP terhadap keberkesanan e-pembelajaran (ELEARNING) adalah 0.100. Ini bermakna, apabila nilai AMALAN PdP naik sebanyak 1 sisihan piawai, nilai ELEARNING akan naik sebanyak 0.100 sisihan piawai. Dapatan ini menunjukkan julat nilai anggaran pemberat regresi bagi semua pemboleh ubah dalam model kajian adalah di antara 0.868 dan 0.100.

Untuk menentukan kesan langsung di antara pemboleh ubah tidak bersandar (AMALAN PdP dan KOMPETENSI) dan pemboleh ubah bersandar (ELEARNING), korelasi berganda kuasa dua atau *squared multiple correlation* (R^2) perlu dipertimbangkan sewajarnya. Nilai R^2 untuk keseluruhan model kajian ini adalah 0.66 (rujuk Rajah 4). Ini bermakna, dianggarkan bahawa pemboleh ubah peramal iaitu ELEARNING dapat menjelaskan 66% daripada variansnya. Dalam ertikata lain, sumbangan AMALAN PdP dan KOMPETENSI dalam menganggarkan keberkesanan e-pembelajaran (ELEARNING) adalah 66%.

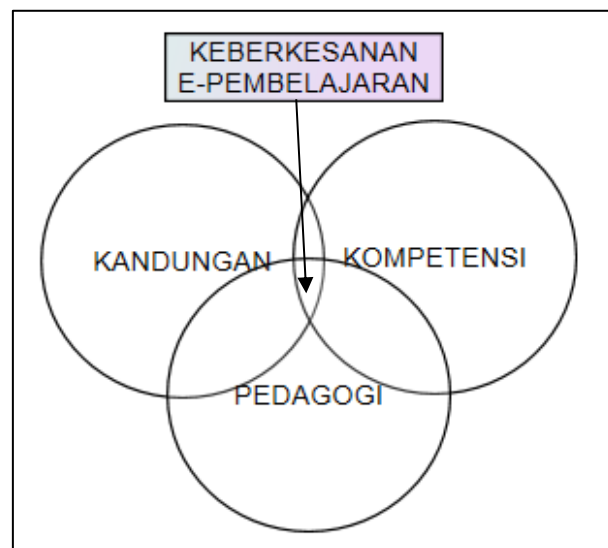
Pembangunan Model Pengajaran dan Pembelajaran Kimia Matrikulasi berasaskan Model TPACK.

Pembangunan model pengajaran dan pembelajaran kimia matrikulasi berasaskan Model TPACK meliputi beberapa langkah.

Penentuan pemboleh ubah

Dalam kajian ini pemboleh ubah yang digunakan adalah amalan pengajaran dan pembelajaran pensyarah (AMALAN) yang mengandungi pedagogi dan kandungan, kompetensi pensyarah (KOMPETENSI) dan keberkesanan E-pembelajaran (E-LEARNING). Ketiga-tiga pemboleh ubah ini digunakan bersesuaian dengan faktor-faktor yang dikemukakan dalam Model TPACK yang dicadangkan oleh Mishra dan J.Koehler (2006) iaitu pengetahuan teknologi, pengetahuan pedagogi dan pengetahuan kandungan. Item-item soalan yang digunakan untuk mengukur pemboleh ubah-pemboleh ubah adalah adaptasi daripada soal selidik yang digunakan oleh Schmidt et al., (2010) dan disesuaikan dengan objektif kajian.

Membangunkan kerangka konseptual.



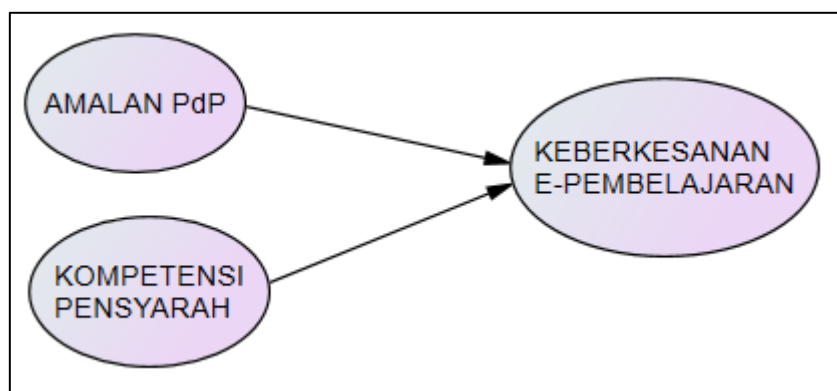
Rajah 7 Model cadangan hubungan antara amalan PdP pensyarah dan kompetensi pensyarah dengan keberkesanan e- pembelajaran kimia matrikulasi.

Berdasarkan kepada Model TPACK yang telah dibincangkan sebelum ini di kajian literatur, model hubungan antara amalan PdP pensyarah dan kompetensi pensyarah dengan keberkesanan E-pembelajaran kimia matrikulasi telah dicadangkan seperti dalam Rajah 7 diatas.

Formulasi Hipotesis

Formulasi hipotesis dibangunkan berdasarkan kepada dapatan daripada kajian-kajian lepas. Hubungan untuk setiap pembolehubah ditunjukkan dalam Rajah 8.

- H₁ : Terdapat perbezaan yang signifikan di antara amalan pengajaran dan pembelajaran pensyarah dengan keberkesanan e-pembelajaran.
- H₂ : Terdapat perbezaan yang signifikan di antara kompetensi pensyarah dengan keberkesanan e-pembelajaran.



Rajah 8: Formulasi Hipotesis di antara pembolehubah

Pembinaan instrumen kajian

Instrumen yang digunakan adalah Soal Selidik Amalan dan Kompetensi Pensyarah Kimia Terhadap E-Pembelajaran yang diadaptasi daripada *Survey of Preservice Teachers' Knowledge of Teaching and Technology* yang dicadangkan oleh Schmidt et al., (2010). Sebahagian item soalan yang asal telah dimodifikasi dan ada yang digugurkan untuk disesuaikan dengan objektif kajian ini. Jumlah item soalan yang mewakili setiap pembolehubah dalam kajian ini telah dijelaskan di bahagian metodologi sebelum ni.

Kajian Rintis

Kajian rintis telah dijalankan keatas 30 responden yang tidak terlibat sebagai sampel kajian. Perincian telah dibincangkan di bahagian metodologi.

Kesahan instrumen kajian (CFA)

Validasi keatas instrumen telah dilakukan dengan menjalankan Analisis Pengesahan faktor atau *Confirmatory Factor analysis* (CFA). Perincian proses dan dapatan telah dilaporkan di bahagian metodologi.

Kesahan model (SEM)

Validasi keatas model yang dibangunkan telah dijalankan dengan melaksanakan Analisis Laluan. Perincian dan dapatan telah dilaporkan di bahagian 4.2

PERBINCANGAN

Dapatan berkaitan persoalan kajian pertama merumuskan min skor bagi amalan pengajaran dan pembelajaran pensyarah kimia matrikulasi pensyarah dan kompetensi pensyarah terhadap penggunaan aplikasi e-pembelajaran berada pada tahap yang tinggi dengan persetujuan 84.33% responden. Ini menunjukkan semua pensyarah dapat menguasai isi kandungan mata pelajaran kimia dan dapat menyampaikannya kepada pelajar dengan baik. Bagi menjawab persoalan kajian yang kedua, hipotesis kajian telah digariskan untuk melihat kesan langsung pemboleh ubah tidak bersandar (AMALAN dan KOMPETENSI) terhadap pemboleh ubah bersandar (ELEARNING). Berdasarkan pengujian hipotesis (H_1 dan H_2), amalan PdP ($\beta=.100$, $p=.416$) dan kompetensi pensyarah ($\beta=.868$, $p=.001$) terhadap aplikasi e-pembelajaran pensyarah kimia matrikulasi adalah signifikan dan mempunyai kesan langsung terhadap keberkesanan e-pembelajaran kimia. Untuk persoalan kajian yang ketiga, pengkaji telah merumuskan langkah-langkah untuk membangunkan Model Pengajaran dan Pembelajaran Kimia Matrikulasi berasaskan Model TPACK yang meliputi fasa penentuan pemboleh ubah, membangunkan kerangka konseptual, formulasi hipotesis, pembinaan instrumen kajian, pelaksanaan kajian rintis, validasi instrumen dan validasi model. Dapatan menunjukkan model yang dibangunkan mempunyai nilai R^2 untuk keseluruhan model kajian sebanyak 0.66 atau sumbangan amalan PdP pensyarah dan kompetensi pensyarah dalam menganggarkan keberkesanan e-pembelajaran adalah sebanyak 66%.

Tidak dinafikan amalan PdP yang baik, iaitu yang merangkumi penguasaan isi kandungan matapelajaran dan pedagogi pensyarah yang baik merupakan antara kunci kejayaan sesuatu proses pengajaran dan pembelajaran. Pedagogi secara konvensional iaitu secara bersemuka di dalam kelas sangat jauh perbezaan dengan pedagogi secara dalam talian. Pensyarah yang menguasai ilmu pedagogi secara bersemuka tidak semestinya mempunyai pedagogi yang baik semasa proses e-pembelajaran. E-pembelajaran banyak tertumpu kepada pembelajaran sendiri pelajar di mana pensyarah bertindak sebagai pemudahcara. Integrasi antara amalan PdP yang baik dan kompetensi pensyarah terhadap aplikasi e-pembelajaran dilihat sebagai kombinasi yang terbaik dalam merealisasikan pembelajaran dalam talian. Kesan pandemik Covid-19 ini seakan satu petanda pemeraksanaan e-pembelajaran terutamanya dalam pembelajaran kimia pada peringkat lebih tinggi. Terdapat perdebatan dalam kalangan ahli-ahli akademik berkaitan amalan e-pengajaran dan pembelajaran (*online pedagogy*) terbaik. Namun apa yang ditafsirkan sebagai "amalan terbaik" dalam kajian-kajian berkaitan pedagogi adalah berbeza daripada segi kandungan subjek, tahap pendidikan, kurikulum, dan gaya pengajaran. Oleh itu, ada kemungkinan tidak ada satu pun yang diklasifikasikan sebagai amalan terbaik. Oleh itu, penyelidikan secara berterusan perlu dijalankan untuk mengenal pasti pengajaran yang benar-benar bersesuaian dengan istilah *online pedagogy*. Serdyukov (2015) berpandangan bahawa terdapat kekurangan teori atau amalan pedagogi yang berkesan untuk kelas dalam talian. Pedagogi merangkumi hampir semua strategi yang meningkatkan pengalaman belajar (merangkumi strategi pengajaran, interaksi dengan teknologi, aplikasi serta kaedah penyampaian kandungan), dan menekankan konteks dan interaksi pengajaran dan pembelajaran yang dinamik. Selain daripada amalan PdP pensyarah, aspek kompetensi atau penerimaan pensyarah terhadap teknologi sangat penting dalam era pendidikan digital. Kajian peringkat universiti oleh Ng (2018), menunjukkan terdapat peningkatan 42% pelajar untuk kekal dalam kursus kimia dengan menambah dua elemen teknologi kepada kurikulum. Fish (2017), mendapati di mana sahaja pelaksanaan teknologi maklumat di dalam bilik darjah secara dalam talian, adalah menyamai dengan proses pembelajaran pelajar secara keseluruhan. Oleh yang demikian, kompetensi pensyarah terhadap teknologi dapat mempengaruhi kualiti teknologi itu secara inklusif dan seterusnya mempengaruhi pencapaian pelajar (Steele et al., 2019). Sebagai rumusan, integrasi antara amalan PdP yang baik dengan kompetensi pensyarah terhadap teknologi e-pembelajaran adalah sangat penting untuk menjamin kelangsungan pendidikan dalam talian.

Model Persamaan Struktur atau *Structural Equation Modeling* (SEM) telah digunakan untuk menganalisis data kajian. Penggunaan SEM adalah perlu untuk (i) proses validasi instrumen menggunakan Analisis Pengesahan Faktor (CFA) dan (ii) pembangunan model melalui analisis laluan (*path analysis*). Hasil kajian menunjukkan model kajian dengan semua pemboleh ubah yang ditetapkan telah mencapai indeks kesepadanan yang baik. Hair et al., (2010) menyatakan Indeks kesepadanan yang

baik menunjukkan bahawa model yang dibangunkan adalah sesuai dengan data yang diperolehi daripada kajian. Bahagian ini akan mengupas isu yang diutarakan bagi menjawab persoalan kajian yang ketiga.

Pengkaji ingin melihat sejauh mana model dibangunkan dapat memberi input yang lebih bermakna untuk kajian semasa dan juga kajian-kajian akan datang. Dapatan kajian ini telah membolehkan pengkaji memerhatikan sebesar mana kesan langsung antara amalan PdP dan kompetensi pensyarah-pensyarah kimia matrikulasi dapat mempengaruhi keberkesanan pengajaran secara e-pembelajaran di kolej-kolej matrikulasi. Kesan keseluruhan keberkesanan e-pembelajaran kimia matrikulasi diwakili oleh nilai korelasi berganda kuasa dua (*squared multiple correlation*, R^2). Untuk model kajian yang dicadangkan, nilai R^2 adalah 0.66. Ini bermakna, pemboleh ubah peramal iaitu ELEARNING dapat menjelaskan 66% daripada variansnya ataupun sumbangan AMALAN PdP dan KOMPETENSI dalam menganggangkan keberkesanan e-pembelajaran (ELEARNING) adalah 66%. Dapatan menunjukkan amalan PdP dan kompetensi terhadap aplikasi e-pembelajaran pensyarah kimia matrikulasi menyumbang kesan peratusan yang sama terhadap keberkesanan e-pembelajaran kimia. Model kajian yang dibangunkan merupakan model hibrid di antara model TPACK dengan konstruk keberkesanan e-pembelajaran kimia matrikulasi. Terdapat banyak model TPACK dan juga model hibrid TPACK yang dibincangkan dalam kajian-kajian terdahulu tetapi model-model kajian terdahulu tidak melaporkan nilai korelasi berganda kuasa dua (*squared multiple correlation*, R^2). Penentuan nilai R^2 adalah penting kerana nilai ini menggambarkan sama ada model dibangunkan ini dapat menjelaskan peratus daripada variansnya atau sumbangan terhadap pemboleh ubah tidak bersandar. Ini turut ditegaskan Awang (2015), yang menyatakan selain daripada indeks kesepadanan, nilai R^2 juga perlu untuk sesuatu model yang baik. Model seperti yang dicadangkan oleh Şen (2020) merupakan model hibrid TPACK dengan efikasi guru-guru kimia di Turki, membincangkan tentang kesan langsung dan tidak langsung antara komponen TPACK dengan komponen efikasi. Deng et al., (2017) dalam kajiannya ke atas guru-guru kimia pra perkhidmatan di China mencadangkan model pengukuran konstruk TPACK sedia ada dapat diselaraskan dengan pengukuran rancangan pengajaran berasaskan TPACK dan bagaimana guru-guru ini mempunyai hubungan dengan kepercayaan epistemologi mengenai kimia. Model kajian hibrid TPACK banyak diperkenalkan selain daripada penggunaan model TPACK sedia ada yang diubahsuai untuk mendapatkan pemahaman yang jelas pengintegrasian di antara pedagogi, penguasaan isi kandungan dan teknologi. Antara contohnya adalah model TPACK dengan kandungan pembelajaran teradun (*Blended Learning Content*) (Wahyudi et al., 2015) dan model TPACK dengan tahap keyakinan guru (Charles R. Graham et al., 2009). Secara kesimpulannya, pembangunan model yang berasaskan kepada kerangka TPACK membuka satu dimensi yang baru dalam kajian pasca Covid-19 di mana kajian banyak terarah kepada keberkesanan e-pembelajaran, tidak kira sama ada pembelajaran masih berpusatkan pelajar atau pembelajaran sendiri pelajar. Pengintegrasian model TPACK dengan pemboleh ubah yang lain menambahkan lagi literatur dalam bidang pendidikan kimia khususnya bidang e-pembelajaran kimia.

KESIMPULAN

Pembangunan Model *TPACK-ELEARNING* yang terdiri daripada gabungan komponen TPACK (amalan dan kompetensi) dengan keberkesanan e-pembelajaran dalam kalangan pensyarah kimia matrikulasi memberi satu gambaran bagaimana pendidikan kimia secara dalam talian perlu digiatkan lagi terutamanya dari segi penekanan terhadap aspek *Technology Knowledge* (TK) dan kompetensi terhadap teknologi. Walaupun komponen ini didapati berada pada tahap yang baik, kemajuan teknologi yang pantas menuntut satu perubahan yang drastik terhadap kurikulum kimia matrikulasi itu sendiri. Kemahiran menggunakan aplikasi-aplikasi terkini dan pengetahuan e-pedagogi perlu diterapkan kepada semua pensyarah kimia supaya pembelajaran kimia sama ada bersemuka atau secara dalam talian sentiasa relevan dengan perubahan masa. Kajian yang dijalankan ini merupakan pembuka kepada kajian-kajian yang lebih bermakna selepas ini. Kajian semasa yang bersifat persepsi hanya tertumpu kepada pelaksana iaitu pensyarah tidak boleh memberi gambaran secara keseluruhan pelaksanaan PdP

kimia di kolej-kolej matrikulasi seluruh Malaysia. Dicadangkan untuk kajian akan datang, model yang sama dengan sedikit perubahan pada instrumen kajian boleh dijalankan ke atas pelajar untuk melihat dan membandingkan dapatan daripada kedua-dua pihak iaitu pensyarah dan pelajar. Diharapkan kajian ini dapat memberi input terhadap pelaksanaan PdP kimia matrikulasi semasa pasca pandemik covid-19 dan membuka lembaran baru ke arah pendidikan abad ke 21 di mana pendigitalan pendidikan adalah suatu perkara yang tidak dapat dielakkan.

RUJUKAN

- A.Schmidt, D. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). *Journal of Research on Technology in Education*, Article 0.
- Ahmad, N. L., & Azman, N. A. H. (2020). Tahap Amalan Pengajaran Berkesan Guru Prinsip Perakaunan Berasaskan Model Slavina. *Jurnal Pendidikan Malaysia*, 45(01), 53–62. <https://doi.org/10.17576/jpen-2020-45.01-06>
- Al-Rahmi, W. M., Othman, M. S., & Yusuf, L. M. (2015). The effectiveness of using e-learning in Malaysian higher education: A case study universiti Teknologi Malaysia. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 6(5S2), 625–637. <https://doi.org/10.5901/mjss.2015.v6n5s2p625>
- Awang, Z. (2012). *Structural Equation Modelling Using AMOS Graphic*. UiTM Press.
- Awang, Z. (2015). *SEM Made Simple*. MPWS RICH PUBLICATION SDN BHD.
- Bartlett, J. E., Kotlik, J. W. K. J. W., & Higgins, C. (2001). Organizational research: Determining appropriate sample size in survey research appropriate sample size in survey research. *Information Technology, Learning, and Performance Journal*, 19(1), 43.
- Charles R. Graham, Pamela Cantrell, Nicolette Burgoyne, Leigh Smith, Larry St. Clair, & Ron Harris. (2009). TPACK development in science teaching: Measuring the TPACK confidence of inservice science teachers. *TechTrends*, 53(5), 70–79. http://galleries.lakeheadu.ca/uploads/4/0/5/9/4059357/measureing_tpack_confidence.pdf
- Chickering, A. W., & Gamson, Z. F. (1989). Seven principles for good practice in undergraduate education. *Biochemical Education*. [https://doi.org/10.1016/0307-4412\(89\)90094-0](https://doi.org/10.1016/0307-4412(89)90094-0)
- Dani Asmadi Ibrahim. (2012). Models of Chemistry Education and the Matriculation Chemistry Course: A Review. *Transforming School Science Education in the 21, November 2011*, 98–110.
- Deng, F., Chai, C. S., So, H. J., Qian, Y., & Chen, L. (2017). Examining the validity of the technological pedagogical content knowledge (TPACK) framework for preservice chemistry teachers. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(3), 1–14. <https://doi.org/10.14742/ajet.3508>
- Eng, C. Y., & Keong, T. C. (2019). Pengetahuan teknologi pedagogi kandungan di Malaysia: Satu kajian meta analisis. *Journal of ICT in Education*, 6(1), 86–95.
- Fernando M.Reimers, & Schleicher, A. (2020). *A framework to guide an education response to the COVID - 19 Pandemic of 2020*.
- Graham, C., Gagitay, K., Lim, B., Craner, J., & Duffy, T. M. (2001). Seven principles of effective teaching: A practical lens for evaluating online courses. *The Technology Source*.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate Data analysis* (7th Editio). Pearson Prentice Hall.
- Inc., G. (2020). *Trend Penggunaan Google Classroom*. <https://trends.google.com/trends/explore?q=%2Fm%2F010pkp62>
- Josceanu, A. M., Isopescu, R. D., & Postelnicescu, P. (2009). *E-Learning in Chemical Education*.
- Mai, M. Y., & Hamzah, M. (2017). The development of an assessment instrument of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for primary science teachers in Malaysia. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 7(1), 93–104. <https://doi.org/10.37134/jsspj.vol7.no1.8.2017>
- Malaysia, K. P. (2020). *Garis Panduan pelaksanaan Pengajaran dan Pembelajaran Semasa Perintah Kawalan Pergerakan Disebabkan Penularan Jangkitan Covid-19*.
- Mishra, P., & J.Koehler, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1002/bjs.7342>
- Mulbar, U., Rahman, A., & Ahmar, A. S. (2017). Analysis of the ability in mathematical problem-solving based on SOLO taxonomy and cognitive style. *World Transactions on Engineering and Technology Education*. <https://doi.org/10.26858/wtetev15i1y2017p6873>
- Ng, K. (2018). Implementation of new communication tools to an online chemistry course. *Journal of Educators Online*, 15(1). <https://doi.org/10.9743/JEO2018.15.1.8>
- O.Mueller, R., & R.Hancock, G. (2001). Factor Analysis and Latent Structure: Confirmatory Factor Analysis. *International Encyclopedia of Social and Behavioral Sciences*, 5239–5244.

- R, K. K., & R, J. K. (2013). Effectiveness of E-Learning in Teaching Chemistry With Reference To Certain Selected Variables. *International Journal of Education and Practice*, 1(1), 1–13. <https://doi.org/10.18488/journal.61/2013.1.1/61.1.1.13>
- Rahman, A., & Ahmar, A. S. (2016). Exploration of mathematics problem solving process based on the thinking level of students in junior high school. *International Journal of Environmental and Science Education*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.240664>
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Koehler, M. J., Mishra, P., & Shin, T. (2010). The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123–149.
- Şen, Ş. (2020). Modelling the relations between Turkish chemistry teachers' sense of efficacy and technological pedagogical content knowledge in context. *Interactive Learning Environments*, 0(0), 1–14. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1712430>
- Serdyukov, P. (2015). Does online education need a special pedagogy? *Journal of Computing and Information Technology*, 23(1), 61–74. <https://doi.org/10.2498/cit.1002511>
- Setiawan, M. I., Hasyim, C., Kurniasih, N., Abdullah, D., Napitupulu, D., Rahim, R., Sukoco, A., Dhaniarti, I., Suyono, J., Sudapet, I. N., Nasihien, R. D., Wulandari, D. A. R., Reswanda, Mudjanarko, S. W., Sugeng, & Wajdi, M. B. N. (2018). E-Business, Airport Development and Its Impact on the Increasing of Information of Communication Development in Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1007/1/012046>
- Setuju, S., Setiadi, B. R., Ratnawati, D., Widowati, A., Wijayanti, A., Johan, A. B., Robiasih, H., & Nurdianto, H. (2018). Development e-learning to improve student activity with technological pedagogical and content knowledge. *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, 7(2.5 Special Issue 5), 100–103. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.5.13961>
- Steele, J., Holbeck, R., & Mandernach, J. (2019). Defining effective online pedagogy. *Journal of Instructional Research*, 8(2), 5–8.
- Wahyudi, Winanto, A., & Relmasira, S. C. (2015). Developing Teaching and Learning Model with TPACK Framework and Blended Learning Content for Science and Mathematics in Elementary School Teacher Education Program. *Online International Interdisciplinary Research Journal*, 5(1), 36–43.
- Zhang, W., Wang, Y., Yang, L., & Wang, C. (2020). Suspending Classes Without Stopping Learning: China's Education Emergency Management Policy in the COVID-19 Outbreak. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(3), 55. <https://doi.org/10.3390/jrfm13030055>