

**MENGAJI PERKEMBANGAN POTENSI PEMBELAJARAN
PELAJAR BERPRESTASI RENDAH MELALUI PENTAKSIRAN
DINAMIK DALAM TOPIK ELEKTROKIMIA**

***Mohamad Termizi Nurdin¹**

Fauziah Abdul Rahim²

[1] Kolej Matrikulasi Perak

[2] Sekolah Pendidikan, Universiti Utara Malaysia

**mizikmtk@gmail.com*

Abstract: Dynamic assessment is a form of assessment inspired by the concept of the Zone of Proximal Development (ZPD) within Vygotsky's Sociocultural Theory framework, which emphasises social interaction through mediation to enhance individual learning potential and development. Dynamic assessment does not separate assessment and mediation (also known as scaffolding or guidance) into two distinct activities. Instead, in dynamic assessment, assessment and mediation are integrated as a single activity that allows any errors, difficulties or misconceptions experienced by students to be detected and appropriately addressed during the assessment process. Although dynamic assessment has long been studied in its implementation across various age groups with average and high performance in English subjects, it has been less explored in the context of STEM subjects, particularly chemistry, especially among low-performing students. This study aims to examine the development of learning potential among low-performing students in the topic of electrochemistry using a dynamic assessment procedure. Four students enrolled at a matriculation college were selected using purposive sampling. The study adapted an intervention-based dynamic assessment procedure in which the research process was divided into five implementation phases: pre-test phase, individual mediation phase, post-test phase, group mediation phase, and post-test phase 2. The interactions between the researcher and students during the mediation phases were recorded and analysed using thematic analysis techniques to examine the learning development processes that occurred. LPS 1, LPS 2, and microgenetic analysis were used to measure students' learning development. The findings indicate that dynamic assessment successfully enhanced the learning potential of low-performing students as the interaction provided insights into the students' actual capabilities and enabled the teacher to offer appropriate mediation based on individual differences.

Keywords: Dynamic assessment, Zone of Proximal Development, electrochemistry, low-performing students, learning potential.

PENGENALAN

Pentaksiran dan pengajaran merupakan dua entiti penting dalam bidang pendidikan yang tidak dapat dipisahkan (Poehner, 2008). Namun begitu, pentaksiran statik atau konvensional yang diamalkan di kebanyakan negara di dunia, termasuk Malaysia, memisahkan kedua-dua entiti tersebut sebagai dua aktiviti yang berlainan. Pentaksiran statik atau konvensional (Siwathaworn & Wudthayagorn, 2018) ini bertujuan untuk melihat produk yang terhasil daripada pembelajaran supaya perbandingan prestasi antara pelajar dapat dilakukan sama ada secara rujukan norma atau rujukan kriteria (Arsyathamby & Rosna Awang Hashim, 2016). Ini menyebabkan pentaksiran jenis ini tidak dapat mengukur perkembangan potensi pelajar walaupun pelbagai negara mempunyai polisi yang mendukung kepada perkembangan potensi individu, apatah lagi untuk membantu pelajar berprestasi rendah mengembangkan potensi mereka terutama dalam subjek berkaitan STEM. UNESCO memberi saranan agar pendidikan berkaitan STEM perlu berkembang untuk menyediakan penyelesaian secara inovatif kepada isu-isu global seperti kemiskinan, perubahan iklim, kekurangan sumber makanan, dan perlindungan kepada bumi bagi menjamin kehidupan yang berkualiti kepada semua (UNESCO, 2019). Namun begitu, fenomena penurunan minat pelajar terhadap STEM dapat dirasai di peringkat global (Rahman et al., 2021). Malahan fenomena penurunan enrolmen pilihan pelajar dalam bidang sains pada peringkat universiti bukan sahaja berlaku di seluruh dunia termasuk United Kingdom, Australia, Israel, dan Greece (Archer et al., 2022). Trend yang sama juga berlaku di Malaysia (Nawawi et al., 2021).

Kementerian Pendidikan Malaysia telah memperkenalkan Prakarsa Pendidikan Madani yang mengandungi lima pilar di mana dua daripadanya adalah berkaitan dengan pendidikan yang sama kepada semua pelajar tanpa mengira latar belakang dan kebolehan, dan juga perluasan dasar STEM dan TVET (KPM, 2024). Kedua-dua pilar ini bertujuan untuk merapatkan jurang pembelajaran semua pelajar tanpa mengambil kira latar belakang dan juga kebolehan, serta menggalakkan STEM bagi melahirkan tenaga kerja yang mahir sains dan teknologi untuk menggerakkan negara daya maju dan didukung oleh Falsafah Pendidikan Kebangsaan (FPK). FPK secara jelas menyatakan bahawa pendidikan di Malaysia ialah satu usaha yang berterusan yang bertujuan untuk mengembangkan potensi individu secara menyeluruh dan bersepadu bagi melahirkan insan yang seimbang dan harmonis bagi menghadapi cabaran pada masa hadapan. Namun begitu, penekanan pentaksiran konvensional yang masih menjurus kepada *'one size fits all'* tidak mampu membimbing semua pelajar untuk mencapai tahap potensi pembelajaran, khususnya bagi pelajar-pelajar yang dikategorikan sebagai berprestasi rendah, apatah lagi dalam subjek sains seperti kimia.

Kimia adalah satu subjek yang sukar dikuasai oleh pelajar disebabkan mereka tidak dapat mengaplikasi teori dan konsep yang dipelajari dalam subjek tersebut dalam kehidupan seharian (Lok & Hamzah, 2021; Whatoni & Sutrisno, 2022). Ini menghilangkan minat mereka untuk mengambil kursus yang berkaitan dengan bidang STEM pada peringkat yang lebih tinggi (Ibrahim & Iksan, 2018; Kamsi et al., 2019). Akibatnya, enrolmen kemasukan pelajar dalam bidang STEM di universiti mengalami penurunan saban tahun (Abdul Malik et al., 2021; Idris & Bacatong, 2023; Kamsi et al., 2019; Nawawi et al., 2021; Ramli & Awang, 2020; Shahali et al., 2017). Ini membantutkan usaha untuk mencapai polisi 60 peratus pelajar dalam bidang STEM yang telah ditetapkan dalam polisi negara berdekad yang lalu (Khalik & Abdul Talib, 2022). Sekiranya keadaan ini berterusan, hasrat Malaysia untuk menjadi sebuah negara yang berteraskan kepada sains dan teknologi pada masa hadapan akan terbantut.

Penguasaan dalam bidang kimia sangat penting kerana kepentingannya dalam pelbagai bidang seperti perubatan, farmasi, pertanian dan sumber makanan, mikrobiologi, veterinar, petroleum dan sumber tenaga, serta industri tekstil (Musengiman et al., 2020). Namun begitu, kimia ialah satu subjek yang dianggap sukar untuk dikuasai oleh pelajar (Lay & Osman, 2018; O'Dwyer & Childs, 2017; Permatasari et al., 2022). Terdapat pelbagai faktor yang menyumbang kepada sikap pelajar terhadap kimia. Antaranya ialah rasa fobia terhadap kimia daripada aspek kerisauan terhadap konten dalam subjek kimia, penilaian, dan bahan kimia (Adeline & Lay, 2014). Antara ketiga-tiga aspek tersebut, kerisauan terhadap penilaian yang digunakan dalam subjek kimia didapati sangat mempengaruhi sikap pelajar terhadap subjek ini (Ibrahim & Iksan, 2018). Oleh itu, satu bentuk pentaksiran yang baharu perlu diteliti supaya menghilangkan rasa risau pelajar terhadap subjek kimia.

Elektrokimia merupakan satu topik dalam subjek kimia yang dianggap sukar oleh pelajar (Lay & Osman, 2018; Salame et al., 2022). Konsep-konsep dalam topik elektrokimia bersifat abstrak kerana tidak dapat dilihat dengan mata kasar seperti pergerakan elektron, proses penurunan dan pengoksidaan yang melibatkan pemindahan elektron, dan hubungan konsep yang kompleks yang terdapat dalam sel elektrolitik dan juga sel galvanik (Lin & Wu, 2021). Konsep yang abstrak dan kompleks ini menyebabkan pelajar menganggap elektrokimia sukar dipelajari dan mempunyai pelbagai kesalahan konsep (Wiyarsi et al., 2020). Oleh itu, strategi yang dipilih untuk menjalankan pentaksiran bagi topik elektrokimia mestilah berupaya menarik minat, memenuhi keperluan motivasi, dan mengambil kira karakter setiap pelajar supaya dapat memberikan hasil pembelajaran yang berkualiti kepada mereka (Valdez & Bungihan, 2018). Maka, pentaksiran dinamik bersesuaian untuk membantu perkembangan potensi pembelajaran pelajar.

TINJAUAN LITERATUR

Pendekatan pentaksiran dinamik yang berasaskan Teori Sosiobudaya Vygotsky (Poehner, 2008) memberi fokus kepada pembentukan pengetahuan melalui interaksi (Akram et al., 2014) di mana potensi pembelajaran pelajar berlaku dalam lingkungan zon perkembangan proksimal (ZPD) akibat daripada mediasi yang diberikan melalui interaksi antara pelajar dengan orang yang berkebolehan, selalunya guru, semasa proses pentaksiran berlaku.

Konsep Zon Perkembangan Proximal (ZPD)

ZPD merupakan satu konsep yang mula diperkenalkan oleh seorang psikologis berbangsa Rusia bernama Lev Vygotsky sekitar tahun 1920-an sehingga 1930-an yang berkaitan pengaruh interaksi sosial terhadap perkembangan kognitif individu. Namun begitu, kematiannya pada usia yang muda dan kekangan daripada rejim

komunis Stalin menyebabkan idea-idea berkaitan pengaruh sosial terhadap perkembangan individu terperap hampir 5 dekad sehinggalah sekitar tahun 1990-an, rentetan daripada banyaknya terjemahan karya-karya hebat Vygotsky ke dalam bahasa Inggeris. Hal ini telah berjaya menarik minat sarjana Barat untuk mengkaji idea-idea yang diketengahkan beliau (Lidz, 2017; Poehner, 2008). Melalui naskahnya, Vygotsky (1978, hlm. 86) menyebut ZPD sebagai '*the distance between the actual developmental level as determined by independent problem solving and the level of potential developmental as determined through problem solving under adult guidance or in collaboration with more capable peers*'.

Melalui definisi ini, terdapat beberapa elemen yang boleh digunakan untuk menentukan perkembangan kognitif seseorang individu. Pertama ialah tahap perkembangan sebenar pelajar yang merujuk kepada pencapaian pelajar tanpa bimbingan. Kedua pula ialah tahap perkembangan potensi pelajar yang merujuk kepada tahap pencapaian pelajar setelah diberikan bimbingan sehingga belajar melalui mediasi (Abdul Rahim, 2024). Jarak antara dua tahap perkembangan inilah yang dikenali sebagai ZPD. Jarak ini juga dianggap mewakili saiz ZPD di mana pelajar yang responsif terhadap mediasi mempunyai ZPD yang lebih besar. Chaiklin (2003) pula berpendapat bahawa saiz ZPD yang besar menunjukkan bahawa pelajar mendapat manfaat yang banyak daripada kolaborasi bersama individu yang lebih kompeten dan berlakunya banyak transisi kematangan fungsi psikologi dan sebaliknya. Mengukur pencapaian pelajar menggunakan konsep ZPD juga membolehkan kejayaan pelajar pada masa hadapan dapat diramalkan dengan lebih tepat berbanding ujian IQ kerana bergantung kepada keupayaan individu (Chaiklin, 2003; Poehner, 2008) dan sangat bersesuaian dengan konsep pentaksiran berasaskan bilik darjah. Walau bagaimanapun, Shabani et al. (2010) berpendapat, ZPD tidak bersifat statik dan kontekstual kerana mempunyai keupayaan untuk berkembang sekiranya mediasi yang bersesuaian dengan kemampuan sebenar pelajar dapat diselaraskan. Ini membolehkan para guru merangka strategi yang bersesuaian untuk mengembangkan potensi pembelajaran pelajar secara maksimum. Namun begitu, disebabkan ZPD berkeupayaan untuk berkembang, Newman (2018) mengkritik penggunaan saiz ZPD secara isolasi untuk mengukur perkembangan kognitif pelajar semata-mata. Maka, ia perlu diinterpretasikan dalam konteks kualiti interaksi pelajar dengan orang lain atau mediasi untuk membantu perkembangan potensi pembelajaran mereka.

Mediasi

Mediasi ialah bantuan sokongan yang diberikan dan terhasil semasa proses interaksi antara pelajar dan orang yang lebih berpengetahuan daripadanya semasa menyelesaikan masalah yang pada asalnya mereka tidak mampu untuk menyelesaikannya dengan sendiri tetapi berjaya setelah mendapat sokongan (Abdul Rahim, 2024; Abdul Rahim et al., 2009; Vygotsky, 1986). Mediasi yang ditakrifkan sebagai mencabar namun memberi sokongan kepada pembelajaran pelajar boleh diberikan kepada pelajar dalam empat bentuk mediasi iaitu persekitaran, kognitif, afektif, dan metakognitif atau yang diringkaskan sebagai model mediasi ECAM dan boleh berlaku sama ada di dalam atau di luar kelas (Abdul Rahim, 2024; Abdul Rahim et al., 2009). Mediasi boleh ditawarkan kepada pelajar melalui interaksi secara bersemuka (Fahmi et al., 2020; Youjun & Xiaomei, 2022), berkumpulan (Alemi et al., 2019; Roohani et al., 2018) atau melalui medium perantara seperti secara dalam talian (Ebadi et al., 2023) atau berkomputer (Barabadi et al., 2018). Mediasi penting dalam proses pentaksiran dinamik di mana melalui interaksi sosial antara guru dan pelajar menggunakan bahasa sebagai mediasi asas yang mempengaruhi perkembangan pemikiran dan pemahaman pelajar.

Pentaksiran Dinamik dan Perkembangan Potensi Pembelajaran Pelajar

Pentaksiran dinamik merupakan satu bentuk pentaksiran yang menggunakan kerangka Teori Sosiobudaya Vygotsky dan terinspirasi daripada konsep ZPD yang bertujuan untuk memahami proses perkembangan yang berlaku. Pentaksiran dinamik membantu pelajar yang mengalami kesukaran dalam pembelajaran, menyokong perkembangan, dan meramalkan pencapaian pelajar pada masa hadapan (Lidz, 2014; Poehner, 2008; Poehner & Lantolf, 2005; Rezapour, 2023). Ini bersandarkan kepada satu premis dalam Teori Sosiobudaya yang mengatakan bahawa sekiranya pelajar dapat melakukan sesuatu perkara dengan bantuan daripada individu yang lebih kompeten, pelajar tersebut diramalkan dapat melakukan perkara yang sama dengan sendirinya pada masa hadapan (Poehner, 2008). Perkembangan potensi berlaku sekiranya terdapat perubahan tahap keupayaan pelajar sebelum dan selepas mediasi diberikan kepada pelajar (Rashidi & Bahadori Nejad, 2018). Perubahan ini boleh diukur dengan kaedah perkembangan potensi pembelajaran pelajar atau dikenali sebagai *learning potential score* (LPS).

Pentaksiran dinamik berbeza dengan pentaksiran statik yang juga dikenali sebagai pentaksiran konvensional (Siwathaworn & Wudthayagorn, 2018). Pentaksiran statik membezakan pelajar berdasarkan kepada pencapaian

pelajar secara tanpa dibantu. Melalui pentaksiran dinamik, pencapaian pelajar tanpa bantuan yang berlebihan serta pencapaian pelajar dengan bantuan yang berlebihan dapat diketahui. Pelajar yang tidak memerlukan bantuan menunjukkan perkembangan sebenar dan boleh diberikan soalan yang lebih mencabar supaya potensi perkembangan pembelajaran pelajar tersebut dapat dikenal pasti. Begitu juga dengan keadaan pelajar yang memerlukan bantuan memberi gambaran potensi perkembangan pembelajaran pelajar tersebut hasil daripada mediasi yang diberikan.

Prosedur pentaksiran dinamik tidak memisahkan antara pentaksiran dan mediasi, sebaliknya digabungkan menjadi satu aktiviti tunggal (Ghonsooly, 2017; Kamali et al., 2018; McNeil, 2018; Sarabi Asl et al., 2024; Yang & Qian, 2017). Pentaksiran dinamik bukan sekadar satu bentuk pentaksiran semata-mata, sebaliknya memberi penekanan kepada proses mediasi melalui *prompt* dan *hint* semasa sesi pentaksiran berlangsung (Orhon & Mirici, 2022). Tidak seperti pentaksiran statik yang tidak membenarkan mediasi diberikan kepada pelajar ketika pengujian berlangsung, pentaksiran dinamik membenarkan pelajar diberikan mediasi. Hatta ketika pelajar sedang diuji melalui interaksi yang bersifat dialektik (Infante & Poehner, 2019) iaitu maklum balas daripada interaksi sosial antara guru dan pelajar, memberi kesan timbal balik kepada keduanya tentang penambahbaikan kepada arahan yang diberikan (daripada guru) atau pemahaman sesuatu konsep (daripada pelajar) semasa pentaksiran berlangsung. Melalui interaksi yang bersifat dialektik ini, sekiranya terdapat sebarang kekurangan yang menjadi penghalang, pelajar mencapai tahap perkembangan potensi mereka dapat diketahui (Poehner, 2008). Berdasarkan maklumat ini, mediasi yang sesuai dapat diberikan kepada pelajar yang sedang diuji (Birjandi & Ebadi, 2012) untuk membantu perkembangan potensi pembelajaran pelajar yang bersifat dinamik dan bukannya hanya melihat keputusan pelajar yang bersifat statik dan tidak membantu penguasaan pemahaman pelajar, terutama bagi topik atau konsep yang sukar. Oleh itu, selain dapat mengakses LPS iaitu dua tahap pencapaian pelajar (pencapaian dengan bantuan dan akibat daripada bantuan), pentaksiran dinamik juga dapat menyediakan maklumat mengenai sebarang halangan yang menjadi punca pelajar tidak dapat mencapai matlamat pembelajaran yang ditetapkan, seperti kurang keyakinan dan juga kerisauan. Dengan erti kata lain, LPS dapat memberi gambaran tentang potensi perkembangan pelajar pada masa hadapan berbanding skor keputusan pentaksiran statik yang hanya melihat apa yang boleh dilaksanakan pada masa sekarang. Maka, bagi menyokong hasrat falsafah pendidikan dan polisi negara untuk mengembangkan potensi diri individu yang pelbagai ini, maklumat LPS yang diperolehi melalui pentaksiran dinamik ini lebih mampu memberi gambaran sebenar potensi perkembangan pembelajaran pelajar. Namun begitu, pentaksiran dinamik mempunyai pelbagai pendekatan dengan tujuan yang berbeza.

Pentaksiran dinamik terbahagi kepada dua pendekatan iaitu yang memberi penekanan kepada interaksi (*interactionist*), dan yang memberi penekanan kepada intervensi yang diberikan melalui mediasi (*interventionist*). Pendekatan *interactionist* tidak menetapkan matlamat akhir yang perlu dicapai oleh pelajar. Matlamat akhir bermaksud menyelesaikan soalan yang diberikan sehingga mendapat jawapan akhir yang tepat. Matlamat utama pendekatan ini adalah untuk menggalakkan pembelajaran dalam kalangan pelajar yang terhasil daripada interaksi yang berlaku dan perkembangan dilihat secara kualitatif (Poehner, 2008). Pendekatan ini menilai kekurangan dan kelemahan pelajar berdasarkan interaksi yang berlaku dan segera mengubah suai mediasi yang diberikan berdasarkan kemampuan kognitif pelajar ketika maklum balas diberikan. Sebagai contoh, kajian yang dijalankan oleh Birjandi dan Ebadi (2012) bagi menilai tahap perkembangan kognitif dua orang pelajar dalam subjek bahasa Inggeris. Melalui penelitian terhadap interaksi yang berlaku, mediasi yang bersesuaian dan mungkin berbeza dapat diberikan kepada pelajar berdasarkan perkembangan individu tersebut.

Manakala, pendekatan *interventionist* (Barabadi et al., 2018; Poehner, 2008) menetapkan matlamat akhir iaitu penyelesaian soalan yang diberikan dengan tepat yang perlu dicapai oleh pelajar. Pendekatan ini menilai perkembangan pembelajaran pelajar secara kuantitatif iaitu berdasarkan nilai skor. Pendekatan *interventionist* mempunyai dua format pelaksanaan iaitu *kek* dan *sandwic*. Format *kek* (Lantolf & Poehner, 2004; Poehner, 2008; Poehner & Lantolf, 2005; Sternberg & Grigorenko, 2002) tidak memisahkan antara fasa ujian dengan mediasi. Ini bermakna, mediasi ditawarkan semasa pengujian berlangsung. Sejumlah mediasi ditawarkan kepada pelajar semasa pengujian berlangsung dan jumlahnya diindeks. Perkembangan pembelajaran pelajar dikira kepada berapa banyak jumlah mediasi yang diperlukan untuk menyelesaikan soalan yang diberikan. Dofltler et al. (2009) menamakan format ini sebagai latihan antara ujian (*train-within-test*).

Manakala format sandwic (Lantolf & Poehner, 2004; Poehner, 2008; Poehner & Lantolf, 2005; Sternberg & Grigorenko, 2002) pula mengandungi tiga fasa pelaksanaan iaitu fasa ujian pra, mediasi dan ujian pasca. Format ini juga dinamakan sebagai ujian-latih-ujian (Doftler et al. 2009). Model pengukuran potensi pembelajaran Budoff menggunakan format ini di mana fasa ujian dipisahkan dengan mediasi. Namun begitu, satu ciri penting dalam pendekatan *interventionist*, walaupun mirip kepada reka bentuk kajian eksperimental, ialah tiada kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan. Ini adalah kerana ZPD diukur dan dibandingkan ke atas individu itu sendiri dan bukan antara individu. Semua pelajar yang terlibat dalam kajian menerima bentuk dan jenis mediasi yang sama. Fokus utama format sandwic adalah untuk melihat keberhasilan yang merujuk kepada perkembangan pembelajaran yang berlaku kepada pelajar secara individu dengan melihat kepada perubahan yang berlaku sebelum dan selepas mediasi ditawarkan kepada pelajar. Model ini direka sebagai alternatif kepada bentuk pengujian statik kerana model ini menganggap pencapaian pelajar yang rendah dalam ujian statik bukanlah disebabkan oleh ketidakmampuan kognitif semata-mata, tetapi juga disebabkan ketiadaan peluang untuk pelajar menutup kekurangan yang dimiliki (Poehner, 2008), atau erti kata yang lain, menguasai pembelajaran melalui mediasi yang diberikan. Oleh yang demikian, model ini membenarkan pelajar diberi penilaian semula setelah mediasi diberikan kepada mereka kerana yang ditekankan ialah potensi pelajar untuk menguasai pembelajaran (Poehner, 2008). Oleh itu, kajian ini mengadaptasi model pengukuran potensi pembelajaran Budoff dengan membahagikan prosedur pelaksanaannya kepada lima fasa iaitu fasa ujian pra, mediasi bersemuka individu, ujian pasca 1, mediasi bersemuka berkumpulan, serta ujian pasca 2 supaya pelajar mempunyai peluang yang lebih terbuka untuk mencapai potensi pembelajaran mereka.

Pentaksiran dinamik yang menggunakan model pengukuran potensi pembelajaran Budoff berpotensi digunakan untuk membantu pelajar menguasai topik seperti elektrokimia. Namun begitu, disebabkan pentaksiran dinamik menggunakan medium bahasa sebagai alat yang membantu perkembangan kognitif pelajar, maka kebanyakan kajian terdahulu mengkaji keberkesannya dalam bidang bahasa Inggeris (Abdolrezapour & Ghanbari, 2021; Ahmed Abdel-Al Ibrahim et al., 2023; Ashar Mauludin, 2021; Fadda et al., 2020; Hosseini & Ghonsooly, 2017; Kamali et al., 2018; Li et al., 2022; Qin & van Compernelle, 2021; Rashidi & Bahadori Nejad, 2018; Rezapour, 2023; Sarabi Asl et al., 2024; Siwathaworn & Wudthayagorn, 2018; Xu, 2022; Yang & Qian, 2017). Walau bagaimanapun, kajian berkaitan pelaksanaan pentaksiran dinamik belum dikaji dengan lebih meluas dalam bidang STEM seperti kimia. Oleh itu, kajian ini dilaksanakan bertujuan untuk meneroka proses perkembangan potensi pembelajaran pelajar-pelajar berprestasi rendah melalui pentaksiran dinamik dalam topik elektrokimia.

METODOLOGI KAJIAN

Kajian ini merupakan satu kajian kes untuk membolehkan penyelidik meneliti secara menyeluruh perkembangan potensi pembelajaran pelajar-pelajar berprestasi rendah setelah diberikan mediasi secara bersemuka secara individu dan juga berkumpulan dalam topik elektrokimia.

Profil Peserta Kajian

Kajian ini melibatkan seramai empat orang pelajar berumur sekitar 18 tahun. Mereka terdiri daripada dua orang pelajar lelaki dan dua orang pelajar perempuan. Dua orang pelajar lelaki diberikan nama samaran sebagai SY dan HF manakala dua orang pelajar perempuan pula diberikan nama samaran sebagai ZB dan DY. Mereka adalah pelajar-pelajar yang dikategorikan sebagai berprestasi rendah kerana mendapat gred E dalam peperiksaan Sijil Pelajaran Malaysia (SPM) subjek kimia. Mereka juga secara konsisten mendapat markah yang rendah dalam ujian topikal topik-topik terdahulu yang diajar dalam semester satu seperti topik jirim dan struktur atom.

Instrumen Kajian

Kajian ini menggunakan tiga set soalan yang digunakan sebagai instrumen dalam ujian pra, pasca 1 dan pasca 2. Ketiga-tiga set ini disediakan oleh penyelidik dan diverifikasikan isi kandungan dan aras kesukaran pensyarah oleh dua orang pensyarah pakar yang mempunyai pengalaman mengajar subjek kimia program matrikulasi lebih daripada dua puluh tahun. Skor persetujuan yang dipakai semasa menilai isi kandungan dan aras kesukaran adalah melebihi 80%. Ini menunjukkan bahawa soalan-soalan yang disediakan ini boleh digunakan sebagai instrumen pengujian dalam kajian ini. Ketiga-soalan mempunyai aras kesukaran yang sama, di mana soalan yang dibina menguji konsep yang sama. Contohnya, dalam ketiga-tiga set soalan tersebut, penyelidik menggunakan jenis elektrod dan elektrolit yang berlainan untuk membina sel galvanik.

Selain itu, dalam kajian ini, penyelidik bukan sekadar memerhati tetapi juga menjadi sebahagian daripada peserta kajian yang berperanan sebagai guru dan mempunyai pengetahuan untuk menjalankan pentaksiran dinamik serta memahami latar belakang dan budaya pelajar. Oleh itu, secara tidak langsung, penyelidik merupakan juga merupakan instrumen yang aktif dalam kajian ini (Yoon & Uliassi, 2022). Penglibatan penyelidik secara aktif ini boleh mempengaruhi aktiviti pengumpulan data, interpretasi, dan pelaporan kajian disebabkan bias. Bagi mengurangkan bias, penyelidik melakukan refleksi yang berterusan terhadap interpretasi dan pelaporan kajian dan melakukan triangulasi data dengan skor yang diperolehi dalam ujian pra dan ujian pasca.

Prosedur Pelaksanaan Kajian

Kajian ini mengadaptasi model pengukuran Potensi Pembelajaran Budoff (Poehner, 2008). Oleh itu, prosedur bermula dengan fasa ujian pra, mediasi secara bersemuka secara individu, dan ujian pasca. Walau bagaimanapun, pelaksanaan kajian ini dikembangkan kepada dua lagi fasa iaitu fasa mediasi bersemuka secara berkumpulan dan ujian pasca dua yang bertujuan untuk melihat perkembangan potensi pembelajaran pelajar sekiranya mediasi berterusan diberikan kepada pelajar. Kajian ini mengambil masa selama empat minggu pelaksanaannya. Ringkasan kepada prosedur seperti dinyatakan dalam Rajah 1:

Rajah 1

Kronologi Pelaksanaan Kajian

Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4
Ujian pra → Ujian pasca 2	→ Mediasi 1	→ Ujian pasca 1	→ Mediasi 2

Rajah 1 menunjukkan kronologi pelaksanaan kajian. Berdasarkan rajah ini, semua pelajar diberikan ujian pra pada minggu pertama. Ujian ini bertujuan untuk menentukan tahap perkembangan sebenar pelajar. Pelajar-pelajar ini telah pun diajar topik elektrokimia semasa sesi pembelajaran di dalam kelas. Oleh itu, mereka mempunyai pengetahuan tentang topik ini. Skor dalam ujian pra memberi gambaran tentang tahap perkembangan sebenar mereka. Setelah itu, mereka diberikan satu mediasi secara bersemuka secara individu bagi setiap pelajar. Penyelidik menggunakan satu set soalan yang serupa sebagai instrumen perbincangan kepada semua pelajar. Interaksi yang berlaku antara penyelidik dan pelajar semasa sesi mediasi bersemuka secara individu direkodkan dengan menggunakan alat rakaman audio secara digital. Mediasi yang diberikan adalah tidak seragam dan bergantung kepada respon yang dipamerkan oleh pelajar. Setelah itu, semua pelajar diberikan ujian pasca 1 secara serentak.

Setelah itu, semua pelajar berprestasi rendah dipilih untuk terlibat dalam program kecemerlangan akademik anjuran unit kimia, di mana penyelidik bertugas sebagai pensyarah. Pemilihan mereka ini disebabkan mereka belum mencapai hasil pembelajaran yang ditetapkan dan memberikan respon yang menunjukkan mereka belum betul-betul memahami topik elektrokimia semasa sesi mediasi secara bersemuka berlangsung. Pelajar-pelajar ini kemudiannya diberikan mediasi secara bersemuka namun kali ini secara berkumpulan. Setelah itu mereka semua diberikan ujian pasca 2.

Prosedur Mengurus dan Menganalisis Data Kajian

Kajian ini menggunakan dua set data iaitu data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif ialah data dalam bentuk skor yang dikumpulkan melalui ujian pra, pasca 1 dan pasca 2. Skor-skor ini digunakan untuk menentukan LPS 1 dan LPS 2 untuk mengukur perkembangan pembelajaran yang berlaku bagi setiap pelajar. Satu lagi set data ialah data kualitatif iaitu rakaman interaksi yang direkodkan menggunakan alat rakaman audio secara digital. Rakaman ini kemudiannya disalin secara verbatim menjadi transkripsi dan dilabelkan bagi setiap pelajar (contohnya ZB EK 1). Data interaksi ini digunakan dalam analisis mikrogenesis untuk meneliti perkembangan pembelajaran yang berlaku kepada pelajar dan juga dalam analisis tematik untuk memahami bagaimana perkembangan pembelajaran boleh berlaku.

Analisis Perkembangan Potensi Pelajar

Bagi mengukur perkembangan potensi pembelajaran yang berlaku kepada pelajar, kajian ini menggunakan skor potensi pembelajaran, LPS, dan juga melihat perubahan melalui analisis mikrogenesis. LPS ialah singkatan daripada *learning potential score* yang merupakan satu formula yang diterbitkan oleh Kozulin dan Garb (2002) dan bertujuan untuk mengukur potensi pembelajaran yang diperolehi bagi setiap pelajar selepas mediasi diberikan. Formula tersebut adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2:

Rajah 2

Formula Untuk Mengira LPS

$$LPS = \frac{2S_{post} - S_{pre}}{S_{max}}$$

S_{post} = Skor ujian pasca, S_{pre} = Skor ujian pra, S_{max} = Skor maksimum

Berdasarkan nilai LPS yang diperolehi, pelajar-pelajar akan dikategorikan kepada tiga kumpulan iaitu *high scorer* ($LPS \geq 1.0$), *mid-range scorer* ($0.72 \leq LPS \leq 0.99$), dan *low scorer* ($LPS \leq 0.71$). *High scorer* merupakan kumpulan pelajar yang mendapat manfaat yang signifikan daripada mediasi yang diberikan. Manakala *mid-range scorer* mendapat manfaat secara sederhana, dan *low scorer* tidak mendapat manfaat secara signifikan. Walau bagaimanapun, LPS yang bernilai positif menunjukkan perkembangan pembelajaran telah berlaku.

Dalam kajian ini, terdapat dua nilai LPS yang ditentukan iaitu LPS 1 iaitu selepas pelajar diberi mediasi bersemuka secara individu dan juga LPS 2 yang ditentukan selepas pelajar diberikan mediasi bersemuka secara berkumpulan.

Analisis mikrogenesis merupakan kaedah analisis yang sesuai digunakan untuk meneliti perkembangan yang berlaku dalam masa singkat dengan memberi fokus kepada interaksi dan transformasi pemikiran pelajar secara terperinci (Calais, 2008; Vygotsky, 1978). Kaedah ini amat sesuai digunakan dalam kajian ini kerana membolehkan penyelidik meneliti secara mendalam bagaimana mediasi dapat membantu pelajar mengembangkan pemahaman mereka dalam sesi pentaksiran dinamik (Birjandi & Ebadi, 2012). Dalam kajian ini, analisis mikrogenetik dilakukan kepada transkripsi interaksi penyelidik dengan pelajar untuk meneliti sebarang perubahan tahap perkembangan pelajar yang berlaku secara *real-time* iaitu dalam sesi mediasi bersemuka berlangsung dan bukan hanya berdasarkan ujian pra dan pasca yang dilaksanakan sebelum dan selepas sesi mediasi. Analisis ini membolehkan sebarang sebarang perubahan kognitif yang berlaku dapat dikesan. Jenis dan bentuk mediasi yang menyebabkan perubahan kognitif tersebut juga dapat diteliti pada masa yang sama (Poehner, 2008).

Penyelidik dan Etika Penyelidikan

Kajian ini melibatkan perubahan peranan penyelidik daripada guru yang hanya mengajar kepada guru yang menjalankan penyelidikan, kerana kajian ini melibatkan pelajar-pelajar yang diajar sendiri oleh penyelidik. Oleh yang demikian, keberadaan penyelidik sebagai sebahagian daripada kajian akan menyebabkan berlakunya konflik kepentingan dan ketidakseimbangan kuasa antara penyelidik sebagai pensyarah dan juga pelajar yang terlibat sebagai peserta kajian (Mc-Ginn, 2018). Isu kuasa yang tidak simetri ini boleh menyebabkan pelajar rasa terpaksa untuk terlibat dalam kajian kerana bimbang akan memberi kesan kepada hubungan yang sedia ada (Tulyakul & Meepring, 2020). Bagi mengatasi kebimbangan ini, pelajar yang dipilih diberikan taklimat yang jelas tentang objektif kajian, metodologi yang digunakan, risiko, dan manfaat yang mungkin diperolehi serta diberikan hak-hak untuk menarik diri daripada kajian pada mana-mana peringkat tanpa dikenakan sebarang syarat. Semua peserta kajian diberikan borang persetujuan untuk terlibat dalam kajian ini tanpa sebarang paksaan dan tekanan. Setiap pelajar juga diberikan identiti palsu (ZB, SY, DY, HFF) untuk menjaga kerahsiaan.

DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Kajian ini mendapati bahawa prosedur pentaksiran dinamik berjaya membantu semua pelajar berprestasi rendah mengembangkan potensi pembelajaran mereka dalam topik elektrokimia sebagaimana yang ditunjukkan dalam Jadual 1. Jadual 1 menunjukkan nilai LPS 1 dan LPS2 yang diperolehi pelajar-pelajar berprestasi rendah berdasarkan skor ujian pra, pasca 1, dan pasca 2 dalam topik elektrokimia.

Jadual 1

Nilai LPS 1 dan LPS2 Yang Diperolehi Pelajar-Pelajar Berprestasi Rendah Berdasarkan Skor Ujian Pra, Ujian Pasca 1 dan Ujian Pasca 2

Pelajar	SY	ZB	DY	HF
Skor ujian pra	20	28	36	36
Skor ujian pasca 1	40	40	56	60
Skor ujian pasca 2	56	52	76	80
LPS 1	0.60	0.52	0.76	0.84
LPS 2	0.72	0.62	0.96	1.00

* LPS 1 diperolehi selepas ujian pasca 1 diberikan

* LPS 2 diperolehi selepas ujian pasca 2 diberikan

Berdasarkan jadual tersebut, didapati bahawa semua pelajar berprestasi rendah menunjukkan peningkatan nilai LPS 2 berbanding nilai LPS 1. Nilai LPS 1 ditentukan berdasarkan kepada ujian pra dan pasca 1. Manakala nilai LPS 2 ditentukan menggunakan skor yang diperolehi dalam ujian pasca 1 dan pasca 2. Berdasarkan kepada dua nilai LPS yang diperolehi, didapati terdapat dua orang pelajar yang berjaya mengembangkan potensi pembelajaran menjadi lebih besar daripada sebelumnya iaitu HF dan SY. Potensi pembelajaran HF berubah daripada bersaiz sederhana ($0.72 \leq \text{LPS} \leq 0.99$) kepada bersaiz besar ($\text{LPS} \geq 1.0$). Manakala potensi pembelajaran SY berubah daripada bersaiz kecil ($\text{LPS} \leq 0.71$) kepada bersaiz sederhana ($0.72 \leq \text{LPS} \leq 0.99$). Manakala saiz potensi pembelajaran DY dan ZB tidak berubah. Bezanya potensi pembelajaran Dayana kekal bersaiz sederhana ($0.72 \leq \text{LPS} \leq 0.99$) dan potensi pembelajaran ZB kekal bersaiz kecil ($\text{LPS} \leq 0.71$). Namun begitu, nilai LPS DY dan ZB masih menunjukkan peningkatan. Peningkatan ini menunjukkan berlakunya perkembangan potensi pembelajaran pelajar. Oleh itu, kajian ini berjaya membuktikan bahawa prosedur pentaksiran dinamik berjaya membantu pelajar mengembangkan potensi pembelajaran pelajar dalam topik elektrokimia. Peningkatan nilai LPS juga membuktikan bahawa potensi pembelajaran pelajar tidak bersifat statik dan berkeupayaan untuk berkembang sekiranya mediasi yang bersesuaian dan berterusan ditawarkan kepada mereka.

Dapatan kajian ini membuktikan bahawa prosedur pentaksiran dinamik bukan sahaja sesuai digunakan untuk membantu pelajar-pelajar mengembangkan potensi pembelajaran mereka dalam subjek Bahasa Inggeris seperti dalam kajian-kajian terdahulu (Ashar Mauludin, 2021; Fadda et al., 2020; Kamali et al., 2018; Siwathaworn & Wudthayagorn, 2018), tetapi juga dalam subjek STEM seperti kimia. Malahan, pentaksiran dinamik juga memberi kesan yang positif untuk membantu pelajar-pelajar berprestasi rendah yang selama ini menyumbangkan kepada peratusan pelajar yang gagal menguasai subjek kimia. Selain itu, dapatan kajian ini juga membuktikan bahawa prosedur pentaksiran dinamik berjaya memberi gambaran sebenar tentang tahap keupayaan pelajar untuk mengembangkan potensi pembelajaran mereka.

HF merupakan merupakan seorang pelajar berprestasi rendah yang menunjukkan perkembangan potensi pembelajaran yang ketara dalam topik elektrokimia hasil daripada pelaksanaan prosedur pentaksiran dinamik. Berdasarkan Jadual 1, didapati bahawa berlaku peningkatan skor ujian pasca 1 berbanding skor ujian pra dan juga peningkatan skor ujian pasca 2 berbanding skor ujian pasca 1. Begitu juga halnya dengan peningkatan LPS 2 berbanding LPS 1. Hal ini menunjukkan HF berjaya mendapat manfaat yang banyak hasil daripada pelaksanaan prosedur pentaksiran dinamik dalam topik elektrokimia. LPS HF berkembang pada julat yang lebih besar apabila mediasi secara berterusan diberikan kepadanya iaitu mediasi secara individu dan juga mediasi secara

berkumpulan. Kajian ini tidak membandingkan keberkesanan mediasi secara individu berbanding mediasi secara kumpulan sebaliknya berpendapatan perubahan saiz LPS pelajar ialah hasil daripada kombinasi kedua-dua jenis mediasi. Hal ini disebabkan mediasi secara bersemuka terlebih dahulu membantu HF mencapai tahap perkembangan potensi yang baharu walaupun pada ketika itu belum mencapai perkembangan potensi yang disasarkan. Apabila mediasi secara kumpulan pula diberikan, tahap perkembangan potensi HF dianggap sebagai tahap perkembangan sebenar. Pencapaian HF yang selepas mediasi secara kumpulan menunjukkan HF mencapai perkembangan potensi yang baharu yang pada ketika ini telah pun mencapai tahap perkembangan potensi yang disasarkan. Ini bermakna, pentaksiran dinamik dengan menggunakan model pengukuran potensi pembelajaran Budoff yang membenarkan pelajar diberikan mediasi semula dan diuji berkali-kali membolehkan pelajar mencapai tahap perkembangan potensi mereka.

Hasil analisis terhadap transkrip interaksi antara penyelidik dan pelajar HF dalam sesi mediasi secara bersemuka menunjukkan bahawa perkembangan potensi pembelajaran pelajar dipengaruhi oleh beberapa mediasi yang diberikan secara langsung semasa proses pentaksiran dinamik dijalankan. Empat bentuk mediasi tersebut ialah mediasi metakognitif, kognitif, persekitaran, dan afektif, sama seperti yang dicadangkan oleh Abdul Rahim et al. (2009) di mana dalam kajian terdahulu menyatakan bahawa model ECAM (*Environmental, Cognitive, Affective, and Metacognitive*) membantu perkembangan potensi pembelajaran pelajar. Sebagai contoh, lihat interaksi berikut yang berlaku penyelidik dan HF:

- L23 Penyelidik: Ya pandai pun. Ok dalam kes antara stanum dan nikel ni sapa yang jadi anod sapa yang jadi katod? [penyelidik memberi soalan lisan untuk menilai tahap pemahaman sebenar pelajar]
- L24 HF: Erm stanum jadi katod
- L25 Penyelidik: Sebab? [meminta pelajar memberikan justifikasi - mediasi metakognitif]
- L26 HF: Erm...
- L27 Penyelidik: Pasal apa hang kata stanum tu jadi katod? [penyelidik mengubahsuai soalan supaya lebih jelas]
- L28 HF: Sebab nilai SRP Stanum positif [miskonsepsi dikesan untuk menentukan peranan elektrod]
- L29 Penyelidik: Betul ka nilai SRP stanum positif? Macam dua-dua negatif ja kalau tengok kat soalan? [prompt untuk meminta pelajar membuat penilaian semula - mediasi metakognitif]
- L30 HF: Erm dua-dua negatif no... dah tu macam mana tuan? [menyedari kesilapan yang dilakukan]
- L31 Penyelidik: Sebenarnya untuk jadi positif kena tgk nilai yang lebih positif. Bukan yang positif. [memberi penerangan - mediasi kognitif]
- L32 HF: Tak faham
- L33 Penyelidik: Nilai SRP boleh ja dua-dua negatif tapi kita kena amik yang lebih positif. Macam ada dua benda yang jahat. Tapi antara dua-dua tu sapa yang lebih baik. [memberi penerangan dengan menggunakan analogi - mediasi kognitif]
- L34 HF: Oh, kalau macam tu betul la tuan stanum tu katod sebab dia lebih positif berbanding nikel. [HF membuat kesimpulan yang tepat - perkembangan pembelajaran berlaku]
- L35 Penyelidik: Ya betul. So faham sekarang? Kalau nak pilih elektrod kena cari ni lai SRP yang lebih positif [mengulang penerangan sebagai penegasan terhadap konsep penentuan perana elektrod - mediasi kognitif]
- L36 HF: Oh.Ok ok

Transkrip interaksi di atas menunjukkan HF mempamerkan kesalahan konsep untuk menentukan elektrod anod dan katod walaupun telah memilih elektrod yang tepat sebagai anod dan katod. Ini disebabkan kedua-dua nilai *standard reduction potential* (SRP) bagi stanum dan nikel yang diberikan dalam soalan bernilai negatif. Miskonsepsi ini dikesan melalui soalan lisan yang bertujuan untuk mengetahui justifikasi jawapan yang ditulis. Berdasarkan respon yang diberikan pada L28, ia menunjukkan sebenarnya HF tidak memahami kaedah yang betul untuk menentukan anod dan katod kerana beranggapan sekiranya nilai SRP adalah positif, maka elektrod tersebut bertindak sebagai katod. Anggapan ini tepat sekiranya SRP salah satu elektrod bernilai positif dan satu lagi bernilai negatif. Namun begitu, dalam kes ini, kedua-dua elektrod mempunyai SRP yang bernilai negatif. Maka untuk membetulkan miskonsepsi tersebut, penyelidik menerangkan kaedah yang tepat untuk penentuan tersebut seperti pada L31. Namun begitu, pada L31, HF mengatakan tidak memahami penerangan yang diberikan oleh penyelidik. Penyelidik sekali lagi memberikan penerangan, namun kali ini dengan menggunakan analogi bagi membantu HF memahami kaedah yang tepat untuk memilih elektrod anod dan katod. Selepas itu, HF dapat membuat kesimpulan

yang tepat. Pada ketika ini, perkembangan pembelajaran telah berlaku. Berdasarkan transkrip interaksi didapati model mediasi ECAM digunakan untuk dapat membantu mengembangkan potensi pembelajaran pelajar dalam topik elektrokimia.

Kajian ini mendapati bahawa antara teknik mediasi kognitif yang digunakan oleh penyelidik untuk membantu perkembangan potensi pembelajaran pelajar berprestasi rendah adalah melalui penerangan menggunakan analogi, memecahkan prosedur yang kompleks kepada bahagian-bahagian yang ringkas, penggunaan mnemonik, maklum balas secara spesifik, pengubahsuaian, dan mengulang penerangan. Mediasi kognitif memainkan peranan besar dalam membantu perkembangan potensi pembelajaran HF yang merupakan seorang pelajar kategori berprestasi lemah, terutamanya untuk membantu HF memahami konsep elektrokimia yang kompleks dan abstrak. Transkrip interaksi yang dianalisis menunjukkan bahawa apabila HF menunjukkan kekeliruan untuk menentukan peranan elektrod sebagai anod atau katod, HF cenderung mempunyai mempunyai miskonsepsi terhadap penentuan elektrod sebagai anod dan katod berdasarkan nilai SRP yang diberikan. Contohnya ialah nilai SRP yang "positif" tidak selalu menentukan pemilihannya sebagai katod, sebaliknya, ia bergantung kepada elektrod yang mempunyai nilai SRP yang lebih positif daripada elektrod lain (L31). Pelajar sering salah tafsir konsep ini kerana mereka cenderung untuk menilai secara literal bahawa tanda positif dan negatif tanpa memahami konteks perbandingan relatif menggunakan nilai SRP bagi kedua-dua elektrod yang diberikan. Bagi membantu HF membetulkan kesalahan konsep tersebut, penyelidik memberi penerangan yang eksplisit dengan menggunakan analogi, "macam dua benda yang jahat, pilih yang lebih baik" (L33) untuk mengukuhkan pemahaman HF. Matlamat utama penggunaan analogi adalah untuk menjadikan idea perbandingan nilai SRP lebih mudah difahami oleh pelajar disebabkan penggunaan laras bahasa yang digunakan dalam kehidupan seharian. Dapatan kajian ini menyokong dapatan kajian yang dijalankan oleh Lin dan Wu (2021) yang mendapati bahawa penggunaan analogi dapat meningkatkan pemahaman pelajar tentang struktur sel elektrokimia, di samping dapat meningkatkan motivasi pelajar untuk mempelajari konsep elektrokimia dengan lebih mendalam. Pembelajaran konsep saintifik seperti yang terdapat dalam subjek kimia memerlukan penggunaan analogi yang merupakan satu jenis mediasi kognitif. Hal ini kerana banyak konsep kimia berkaitan dengan fenomena mikroskopik dan teori abstrak yang tidak dapat dilihat dengan mata kasar secara langsung.

Mediasi metakognitif memainkan peranan yang sangat penting untuk menggalakkan pelajar membuat refleksi, menyemak, dan menilai semula cara mereka berfikir untuk mendapatkan jawapan. Mediasi jenis ini berlaku apabila penyelidik mengemukakan soalan dalam bentuk *prompt* yang mendorong pelajar untuk membuat penilaian semula terhadap jawapan yang diberikan. Jawapan yang diberikan oleh pelajar dapat membuka ruang kepada penyelidik untuk menilai sebarang kesalahan konsep yang berlaku kepada pelajar. Penyelidik dapat mengetahui sama ada pelajar benar-benar tahu mendapatkan jawapan atau sekadar membuat tekaan yang tepat. Berdasarkan interaksi yang berlaku, ia menunjukkan bahawa konsep pemilihan untuk menentukan pemilihan elektrod telah pun berada dalam lingkungan ZPD HF. Namun, mereka mempunyai kesalahan konsep yang perlu dibetulkan. Ketika ini, penyelidik berfungsi sebagai perantara dalam proses pemikiran dan bukannya sekadar memberikan jawapan yang tepat sahaja. Selain itu, melalui mediasi metakognitif, penekanan diberikan kepada proses pemikiran untuk mendapatkan jawapan. Oleh itu, kesilapan yang dilakukan oleh pelajar tidak dianggap sebagai kegagalan sepenuhnya, sebaliknya peluang untuk membuat refleksi dan pembetulan. Ini adalah selaras dengan perspektif pentaksiran dinamik yang lebih memberi penekanan kepada peluang untuk belajar berbanding prestasi sebenar pelajar (Poehner, 2008). Mediasi metakognitif menyedarkan pelajar tentang miskonsepsi yang berlaku dan dapat membantu pelajar membina strategi regulasi sendiri dalam proses pembelajaran mereka. Perkara ini amat penting terutama dalam topik elektrokimia kerana pelajar mesti menguasai proses kognitif yang kompleks untuk menentukan jenis elektrod, kaedah untuk menulis persamaan kimia separa, dan juga menentukan nilai SRP. Hal ini sepertimana yang disarankan oleh Rashidi dan Bahadori Nejad (2018) yang menegaskan bahawa pelajar yang terdedah kepada mediasi metakognitif mempunyai keupayaan yang lebih baik untuk membuat penilaian sendiri terhadap proses pembelajaran, mengenal pasti kelemahan sendiri, dan seterusnya melaksanakan tindakan pembetulan dengan cara yang lebih berkesan. Oleh itu, mediasi metakognitif yang sistematik dan responsif membolehkan pelajar membetulkan kesalahan konsep secara sendiri. Ini akan melahirkan pelajar yang mempunyai kemahiran berfikir yang tinggi dan lebih berdikari. Pelajar yang dibentuk melalui mediasi metakognitif pada akhirnya akan mempunyai kemahiran belajar sepanjang hayat, yang ditakrifkan sebagai keupayaan untuk mengawal, mengurus, dan menilai pembelajaran mereka sendiri sepanjang hayat.

Mediasi persekitaran walaupun tidak disebut secara eksplisit dalam interaksi antara pelajar dan HF yang diberikan melalui reka bentuk prosedur pentaksiran dinamik yang membenarkan pelajar diberikan mediasi semasa proses pentaksiran berlangsung. Pelajar mempunyai peluang untuk membetulkan kesilapan yang dilakukan dengan bantuan daripada penyelidik. Berbeza dengan pentaksiran statik atau konvensional di mana interaksi bagi tujuan membantu atau membimbing pelajar tidak dibenarkan. Selain itu, dalam prosedur pentaksiran konvensional juga, pelajar tidak mempunyai peluang untuk membetulkan kesilapan kerana sebarang kesilapan yang dilakukan hanya dapat dikenal pasti selepas proses pentaksiran selesai. Prosedur pentaksiran dinamik dalam kajian ini membolehkan pelajar menerima mediasi semasa pentaksiran berlangsung. Ini membolehkan sebarang kesilapan yang dilakukan dapat segera dibetulkan dengan menggunakan mediasi yang bersesuaian. Melalui interaksi yang berlaku, pelajar dapat membentuk kefahaman dan membina pengetahuan baharu. Prosedur pentaksiran ini berfungsi sebagai mediasi persekitaran kerana ia mewujudkan persekitaran pembelajaran yang selesa dan fleksibel yang mengambil kira keperluan dan perkembangan unik setiap pelajar. Prosedur pentaksiran dinamik memberi keutamaan kepada proses pembelajaran berbanding pencapaian akhir. Penilaian menjadi aktif dan bermakna apabila pelajar boleh mencuba, melakukan kesilapan, dan mendapat bimbingan. Hal ini selaras dengan prinsip yang dinyatakan oleh Poehner dan Lantolf (2005) mengenai pendekatan *interventionist* dalam pentaksiran dinamik, di mana guru atau penyelidik tidak sekadar melihat atau menilai, tetapi juga membantu dan mendorong perkembangan kognitif pelajar sepanjang proses pentaksiran berlangsung. Menurut Sternberg dan Grigorenko (2002), pentaksiran konvensional yang mengukur prestasi pelajar tanpa dibantu tidak dapat mengukur potensi pembelajaran pelajar. Tidak ada peluang kedua iaitu pengukuran prestasi pelajar setelah diberikan mediasi diberikan dilakukan. Oleh itu, prosedur pentaksiran dinamik melalui pendekatan intervensi yang membenarkan pelajar diberikan ujian semula setelah mediasi diberikan menyediakan mediasi persekitaran apabila pelajar berpeluang untuk memperbaiki jawapan mereka setelah menerima mediasi daripada penyelidik. Kehadiran mediasi persekitaran adalah penting untuk pelajar berprestasi rendah seperti dalam kajian ini kerana ia membolehkan kesilapan menjadi permulaan pembelajaran dan bukannya menunjukkan pelajar telah gagal secara mutlak. Prosedur pentaksiran dinamik yang membolehkan ujian diberikan berulang kali juga membawa mesej penting bahawa pembelajaran ialah proses yang berterusan dan bukannya sesuatu yang statik. Manakala pentaksiran yang membolehkan bimbingan berlaku semasa penilaian, menjadikan persekitaran pembelajaran menjadi lebih adil dan bersifat inklusif disebabkan dapat memberi peluang yang berterusan kepada semua pelajar berprestasi rendah untuk mengembangkan potensi pembelajaran mereka.

Mediasi afektif yang diberikan penyelidik kepada HF melalui ungkapan yang berbentuk sokongan dan galakan seperti "ya pandai pun" dan "so faham sekarang?" Walaupun pujian ini kelihatan sebagai satu tindakan yang ringkas dan bersahaja, namun dapat memberi kesan besar kepada emosi dan keinginan pelajar untuk belajar. Mediasi afektif ialah cara penyelidik membantu pelajar untuk menstabilkan emosi, mengurangkan kebimbangan, dan meningkatkan keyakinan diri. Pentaksiran dinamik adalah penting kerana pengalaman penilaian yang terlalu menekankan atau semata-mata menilai boleh menyebabkan tekanan psikologi, terutamanya untuk pelajar yang selalu menunjukkan prestasi pembelajaran yang rendah. Melalui ungkapan-ungkapan yang bersifat ramah, mesra, dan tidak menghakimi, mediasi afektif boleh mewujudkan persekitaran interaksi yang selamat. Hasilnya, bukan sahaja bimbingan secara kognitif, tetapi juga sokongan terhadap emosi pelajar juga dapat ditawarkan. (Poehner, 2008). Penyelidik tidak sekadar memberikan pujian apabila pelajar dapat memberikan jawapan yang tepat, tetapi juga meraikan usaha pelajar untuk cuba mendapatkan jawapan tersebut walaupun belum memberikan jawapan yang tepat. Tindakan penyelidik ini dapat meningkatkan keyakinan pelajar untuk mencuba lagi dan juga mengurangkan kebimbangan mereka terhadap kesilapan. Pelajar menjadi lebih bersedia untuk menerima kritikan, menyemak semula apa yang mereka faham, dan membuat pembetulan dengan lebih yakin dalam persekitaran yang menyokong secara emosi ini. Menawarkan mediasi afektif dalam prosedur pentaksiran dinamik adalah lebih penting untuk pelajar berprestasi rendah seperti HF untuk mengembangkan potensi pembelajaran mereka. Hal ini kerana mereka biasanya mengalami konflik keyakinan, takut untuk mencuba dan biasanya mempunyai rasa keberkesanan sendiri yang rendah. Vygotsky (1986) menyatakan bahawa interaksi sosial dapat membantu perkembangan kognitif pelajar dan dapat memberikan motivasi kepada pelajar. Ini selaras dengan penyelidikan oleh Adeline dan Lay (2014), yang menunjukkan bahawa pelajar dalam disiplin sains sering mengalami kebimbangan yang melampau tentang kandungan dan pentaksiran mereka, menyebabkan mereka mempunyai pandangan negatif tentang pembelajaran. Oleh itu, pujian dan dorongan guru bukan sahaja membina hubungan sosial yang baik, tetapi juga berfungsi sebagai alat penting untuk membangkitkan semangat pelajar dan mendorong mereka untuk mencapai prestasi pembelajaran yang lebih baik. Oleh itu, mediasi afektif yang berterusan dalam interaksi guru-pelajar harus diambil kira dengan teliti, terutamanya apabila menggunakan pentaksiran formatif

seperti pentaksiran dinamik. Ia adalah penting untuk membina kepercayaan pelajar terhadap kebolehan mereka dan mewujudkan pengalaman pembelajaran lebih bermakna.

KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, dapatan ini menunjukkan bahawa perkembangan potensi pembelajaran pelajar dalam sesi pentaksiran dinamik sangat bergantung kepada kebolehan penyelidik atau guru untuk mengakses tahap sebenar pemahaman pelajar melalui soalan yang bersesuaian, mengenal pasti kesalahan konsep, dan menawarkan pelbagai bentuk mediasi secara bersepadu. Pendekatan ini selaras dengan premis teori ZPD oleh Vygotsky, iaitu potensi pembelajaran pelajar dapat dikembangkan dengan bantuan yang bersesuaian daripada individu yang lebih kompeten. Ini membuktikan bahawa pentaksiran dinamik bukan sahaja berfungsi sebagai alat untuk menilai prestasi semasa, tetapi juga sebagai intervensi pedagogi yang berkesan untuk membantu pelajar berkembang secara kognitif dan afektif (Birjandi & Ebadi, 2012; Poehner, 2008). Analisis interaksi semasa sesi mediasi turut menunjukkan bahawa gabungan mediasi secara kognitif, metakognitif, afektif, dan persekitaran berperanan penting dalam menyokong perkembangan pelajar. Oleh itu, pentaksiran dinamik bukan sahaja berfungsi sebagai alat penilaian, tetapi juga sebagai strategi pengajaran yang berkesan, terutamanya dalam membantu pelajar berprestasi rendah mengatasi kesukaran pembelajaran dan mencapai potensi sebenar mereka. Justeru, pelaksanaan pentaksiran dinamik wajar diperluas dalam subjek-subjek STEM lain untuk memperkukuh pencapaian akademik pelajar serta menyokong agenda pendidikan negara.

RUJUKAN

- Abdolrezaapour, P., & Ghanbari, N. (2021). Enhancing learning potential score in EFL listening comprehension and self-regulation through self-regulated dynamic assessment procedures. *Language Testing in Asia*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s40468-021-00126-5>
- Abdul Malik, M. A., Nazri, A., Ridzwan, D., Azamin, A., Mustapha, M. F., & MD Noor, M. R. (2021). Factors influenced the students' intention to study STEM stream in upper secondary school. *Journal of Advanced Research in Social and Behavioural Sciences*, 22(1), 21–29. <https://doi.org/10.37934/arsbs.22.1.2129>
- Abdul Rahim, F., Hood, P., & Coyle, D. (2009). 'Becoming experts': learning through mediation. *Malaysian Journal of Learning & Instruction*, 6, 1-21.
- Adeline, L., S. Y., & Lay., Y. F. (2014). Sikap dan kebimbangan pelajar dalam aliran Sains: Satu pendekatan pemodelan persamaan struktural (SEM). *Jurnal Pemikir Pendidikan*, 5, 99-117.
- Ahmed Abdel-Al Ibrahim, K., Karimi, A. R., Abdelrasheed, N. S. G., & Shatalebi, V. (2023). Group dynamic assessment vs. computerized dynamic assessment: impacts on L2 listening development, L2 students' perfectionism, foreign language anxiety, and intrinsic motivation. *Language Testing in Asia*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s40468-023-00245-1>
- Akram, M., Surif, J. Bin, & Ali, M. (2014). Conceptual difficulties of secondary school students in electrochemistry. *Asian Social Science*, 10(19), 276–281. <https://doi.org/10.5539/ass.v10n19p276>
- Archer, L., Francis, B., Moote, J., Watson, E., Henderson, M., Holmegaard, H., & MacLeod, E. (2023). Reasons for not/choosing chemistry: Why advanced level chemistry students in England do/not pursue chemistry undergraduate degrees. *Journal of Research in Science Teaching*, 60(5), 978–1013. <https://doi.org/10.1002/tea.21822>
- Ashar Mauludin, L., Maya Ardianti, T., Airlangga, U., Timur, J., Prasetyo, G., & Riski Sefrina, L. (2021). Enhancing students' genre writing skills in an English for specific purposes class: A dynamic assessment approach. *MEXTESOL Journal*, 45(3).
- Birjandi, P., & Ebadi, S. (2012). Microgenesis in dynamic assessment of L2 learners' socio-cognitive development via Web 2.0. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 32, 34–39. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.01.006>
- Fadda, H. Al, Afzaal, M., & Haberman, P. J. (2020). Dynamic assessment in education: A case-study of Chinese-speaking EFL classroom. *Universal Journal of Educational Research*, 8(12), 6967–6977. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081264>
- Hosseini, H., & Ghonsooly, B. (2017). Integrating assessment and instruction: Dynamic assessment and its criticism examined. *Advanced Education*, 3(7), 9–16. <https://doi.org/10.20535/2410-8286.84207>

- Idris, R., & Bacotang, J. (2023). Exploring STEM education trends in Malaysia: Building a talent pool for industrial revolution 4.0 and society 5.0. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 12(2). <https://doi.org/10.6007/ijarped/v12-i2/16825>
- Infante, P., & Poehner, M. E. (2019). Realizing the ZPD in Second Language Education: The complementary contributions of dynamic assessment and mediated development. *Language and Sociocultural Theory*, 6(SpecialIssue1), 63–91. <https://doi.org/10.1558/lst.38916>
- Kamali, M., Abbasi, M., & Sadighi, F. (2018). The effect of dynamic assessment on L2 grammar acquisition by Iranian EFL learners. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 6(1), 72. <https://doi.org/10.7575/aiac.ijels.v.6n.1p.72>
- Kamsi, N. S., Radin Firdaus, R. B., Abdul Razak, F. D., & Ridha Siregar, M. (2019). Realizing industry 4.0 through STEM education: But why STEM is not preferred? *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 506(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/506/1/012005>
- Khalik, M., & Talib, C. A. (2022). Factors influencing the selection of chemistry major among undergraduates. *Sains Humanika*, 14(3-2), 125-135.
- Lay, A.-N., & Osman, K. (2018). Developing 21 st century chemistry learning through designing digital games. *Journal of Education in Science*, 4(1), 81–92. <https://doi.org/10.21891/jeseh.387499>
- Li, B., Li, W., & Wu, J. (2022). Research on the practice of teachers' dynamic assessment based on the theory of the Zone of Proximal Development. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 637, 572-576
- Lidz, C. S. (2009). Dynamic assessment, progress, problems, and prospects: A commentary on Karpov and Tzurriel. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 8(3), 238–241. <https://doi.org/10.1891/1945-8959.8.3.238>
- Lidz, C. S. (2014). Leaning toward a consensus about dynamic assessment: Can we? Do we want to? *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 13(3), 292–307. <https://doi.org/10.1891/1945-8959.13.3.292>
- Lin, C. Y., & Wu, H. K. (2021). Effects of different ways of using visualizations on high school students' electrochemistry conceptual understanding and motivation towards chemistry learning. *Chemistry Education Research and Practice*, 22(3), 786–801. <https://doi.org/10.1039/d0rp00308e>
- Lok, W. F., & Hamzah, M. (2021). Student experience of using mobile devices for learning chemistry. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(3), 893–900. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i3.21420>
- McGinn, M. K. (2018). Teaching and researching ethically: Guidance for instructor-researchers, educational developers, and research ethics personnel. *The Canadian Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 9(1). <https://doi.org/10.5206/cjsotl-rcacea.2018.1.2>
- McNeil, L. (2018). Understanding and addressing the challenges of learning computer-mediated Dynamic Assessment: A teacher education study. *Language Teaching Research*, 22(3), 289–309. <https://doi.org/10.1177/1362168816668675>
- Musengimana, J., Kampire, E., & Ntawihi, P. (2021). Factors affecting secondary schools students' attitudes toward learning chemistry: A review of literature. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(1), 1–12. <https://doi.org/10.29333/ejmste/9379>
- Nawawi, N. M., Sout, N. M., Hassan, K. B., Samah, N. N. A., Kamaruddin, H. H., Khalid, R. M., & Azman, H. H. (2021). The perception of pre-university students on STEM. *Journal of Physics: Conference Series*, 1882(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012155>
- Nawawi, N. M., Sout, N. M., Hassan, K. B., Samah, N. N. A., Kamaruddin, H. H., Khalid, R. M., & Azman, H. H. (2021). The perception of pre-university students on STEM. *Journal of Physics: Conference Series*, 1882(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012155>
- O'Dwyer, A., & Childs, P. E. (2017). Who says organic chemistry is difficult? Exploring perspectives and perceptions. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 3599–3620. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00748a>
- Orhon, Y., & Mirici, I. (2023). A decriptive overview of dynamic assessment. *E-Kafkas Egitim Arastirmalari Dergisi*, 10(1), 156–168. <https://doi.org/10.30900/kafkasegt.1169130>
- Permatasari, M. B., Rahayu, S., & Dasna, I. W. (2022). Chemistry learning using multiple representations: A systematic literature review. *Journal of Science Learning*, 5(2), 334–341. <https://doi.org/10.17509/jsl.v5i2.42656>
- Poehner, M. E. (2008). *Dynamic assessment: A Vygotskian approach to understanding and promoting second language development*. Springer.

- Poehner, M. E., & Lantolf, J. P. (2005). Dynamic assessment in the language classroom. *Language Teaching Research*, 9(3), 233–265. <https://doi.org/10.1191/1362168805lr1660a>
- Poulton, P. (2023). Being a teacher-researcher: Reflections on an insider research project from a virtues-based approach to research ethics. *Educational Action Research*, 31(3), 575–591. <https://doi.org/10.1080/09650792.2021.1962379>
- Qin, T., & Van Compernelle, R. A. (2021). Computerized dynamic assessment of implicature comprehension in L2 Chinese. *Language Learning & Technology ISSN*, 25(2). <http://hdl.handle.net/10125/73433>
- Rahman, N. A., Rosli, R., Rambely, A. S., & Halim, L. (2021). Mathematics teachers' practices of STEM education: A systematic literature review. In *European Journal of Educational Research* (pp. 1541–1559). Eurasian Society of Educational Research. <https://doi.org/10.12973/EU-JER.10.3.1541>
- Ramli, N. A. Mohd., & Awang, M. (2020). Critical factors that contribute to the implementation of the STEM education policy. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 10(1). <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v10-i1/6811>
- Rashidi, N., & Bahadori Nejad, Z. (2018). An investigation into the effect of dynamic assessment on the EFL learners' process writing development. *SAGE Open*, 8(2). <https://doi.org/10.1177/2158244018784643>
- Rezapour, F. (2023). Impact of Dynamic Assessment (DA) on elementary students' motivation. *International Journal of Language and Translation Research*, Winter(4), 55–63. <https://doi.org/10.22034/IJLTR.2023.177151>
- Salame, I. I., Etwaroo, N., Khalil, A., & Koloizian, T. (2022). Examining some of students' challenges and use of algorithmic problem-solving approaches in electrochemical titrations. *International Journal of Instruction*, 15(3), 465–482. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.15326a>
- Sarabi Asl, S., Rashtchi, M., & Rezaie, G. (2024). The effects of interactionist versus interventionist dynamic assessment models on Iranian EFL learners' speaking sub-skills: A mixed-method study. *Asian-Pacific Journal of Second and Foreign Language Education*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40862-023-00237-x>
- Siwathaworn, P., & Wudthayagorn, J. (2018). The impact of dynamic assessment on tertiary EFL students' speaking skills. *The Asian Journal of Applied Linguistics*, 5(1), 142–155. <http://caes.hku.hk/ajal>
- Toulmin, S., John-Steiner, V., Scribner, S., Souberman, E., & Sharpe, C. M. E. (n.d.). *The Mozart of Psychology*.
- Tulyakul, P., & Meepring, S. (2020). Ethical issues of informed consent: Students as participants in faculty research. *Global Journal of Health Science*, 12(3), 86. <https://doi.org/10.5539/gjhs.v12n3p86>
- Valdez, J. E., & Bungihan, M. E. (2019). Problem-based learning approach enhances the problem solving skills in chemistry of high school students. *Journal of Technology and Science Education*, 9(3), 282–294. <https://doi.org/10.3926/JOTSE.631>
- Whatoni, A. S., & Sutrisno, H. (2022). Development of a learning module supported by augmented reality on chemical bonding material to improve interest and motivation of students learning for senior high school. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(4), 2210–2218. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i4.2057>
- Wiyarsi, A., Prodjosantoso, A. K., & Nugraheni, A. R. E. (2020). Students' chemical literacy level: A case on electrochemistry topic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012019>
- Xu, G. (2022). Applying dynamic assessment for EFL writing class. (2022). *Journal of Innovation and Social Science Research*, 9(7). [https://doi.org/10.53469/jissr.2022.09\(07\).25](https://doi.org/10.53469/jissr.2022.09(07).25)
- Yang, Y., & Qian, D. D. (2017). Assessing English reading comprehension by Chinese EFL learners in computerized dynamic assessment. *Language Testing in Asia*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40468-017-0042-3>
- Yoon, B., & Uliassi, C. (2022). “Researcher-As-Instrument” in qualitative research: The complexities of the educational researcher's identities. *Qualitative Report*, 27(4), 1088–1102. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2022.5074>