

Penggunaan Robotik sebagai Alat dalam Pengajaran dan Pembelajaran Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik

Hafzan Ibrahim¹, Mohamad Bilal Ali², Fatin Aliah Phang Abdullah³, Norazrena Abu Samah⁴

^{1,2,3,4} Department of Educational Sciences, Mathematics and Multimedia Creative
Faculty of Education, Universiti Teknologi Malaysia, 81300 Johor Bahru, Johor, Malaysia

¹ [i_hafzan@yahoo.com](mailto:hafzan@yahoo.com), ² mba@utm.my, ³ p-fatin@utm.my, ⁴ norazrena@utm.my

Abstract

Media dan teknologi pembelajaran telah banyak mempengaruhi corak pendidikan di seluruh dunia. Ini dapat dilihat menerusi pengevolusian dalam kaedah pendidikan di China menekankan keperluan pendekatan pengajaran yang terbaru dalam menggantikan pembelajaran tradisional bagi menyediakan lebih ramai pelajar untuk berjaya dalam abad ke-21. Maka, penggunaan robotik dijadikan sebagai langkah inovasi dalam pengajaran dan pembelajaran diperingkat dunia. Pembelajaran menerusi robotik dilihat sebagai salah satu cara untuk menarik minat bagi pelajar yang bergelut melalui pembelajaran secara konvensional di sekolah. Kajian ini juga tidak terhad kepada mana-mana pendekatan pembelajaran. Hal ini disebabkan sifat robotik itu sendiri yang boleh fleksibel dan amat inklusif bagi pelajar yang berbakat dan pelajar yang mempunyai masalah pembelajaran. Justeru, kertas kerja ini akan membentangkan meta analisis tentang (a) mengenalpasti jenis robotik yang digunakan di peringkat sekolah (b) mengenal pasti kajian berkenaan mengaplikasi robotik sebagai alat pendidikan dalam bidang STEM (c) membentangkan sintesis bukti empirikal pada keberkesanan pendidikan robotik menerusi kaedah kajian kuantitatif yang dipilih.

[KATA KUNCI: Robotik; STEM, Alat Bantu Mengajar]

1.0 Pendahuluan

Teknologi robotik baru-baru ini telah menjadi satu alat yang bergaya untuk menyokong proses pendidikan di peringkat sekolah menengah dan tinggi. Penggunaan robot dalam menyokong pengajaran dan pembelajaran daripada peringkat sekolah menengah hingga ke peringkat universiti menjadi tajuk kajian yang popular kini (Klassner & Anderon, 2003; Ryu, Kwak & Kim 2008). Penggunaan robot tidak terhad kepada bidang kejuruteraan tradisional tetapi di luaskan kepada bidang sains, dan juga sastera di seluruh dunia. Oleh kerana itu, penggunaan robotik oleh bukan ahli kejuruteraan dan juga ahli bukan teknikal telah menyebabkan berlakunya revolusi robot (Hendler, 2000).

Aspek yang diperhatikan menerusi sorotan kajian lepas adalah kebanyakan aplikasi robotik dalam pendidikan memberi tumpuan kepada menyokong pengajaran mata pelajaran yang berkait rapat dengan bidang robotik, seperti Pengaturcaraan Robot, Pembinaan Robot atau Mekatronik. Benitti (2012), menyatakan robot bertindak sebagai platform untuk mengajar mata pelajaran yang berkait rapat seperti pembinaan robot (termasuk mekatronik dan elektronik) dan pengaturcaraan. Selain itu, sebahagian besar guru juga telah menggunakan robot sebagai alat pasif dalam aktiviti pembelajaran, di mana robot telah dibina atau diprogramkan (Mitnik, Nussbaum & Soto, 2008).

Berdasarkan kajian oleh Rusk, Resnick, Berg, dan Pezalla-Granlund (2008) mereka mendapati bahawa cara pengendalian robotik dalam pendidikan terlalu sempit. Pandangan mereka adalah pelajar seharusnya diberi peluang meneroka pelbagai rangkaian aplikasi yang berkaitan agar dapat menambahkan lagi daya tarikan, terutamanya anak-anak muda. Anak-anak muda yang tidak berminat dalam pendekatan tradisional menjadi bermotivasi apabila aktiviti robotik diperkenalkan dalam bidang-bidang berkaitan dengan mereka (Resnick, 1991; Rusk et al, 2008).

Kini, robotik telah mula diserap dalam mata pelajaran Sains dan Matematik. Alat robotik dalam mata pelajaran ini bertindak sebagai alat membantu memudahkan proses pengajaran. Hal ini bertujuan membantu membangunkan atau meningkatkan penyelesaian masalah, logik, penyelidikan saintifik dan motivasi pelajar. Selain itu, robot disahkan dapat menjadi alat bantuan yang berguna untuk pengajaran matematik dan fizik (Cooper, Keating, Harwin & Dautenhahn, 1999).

Robotik dalam pendidikan dilihat seolah-olah alat yang dapat meningkatkan kualiti pembelajaran. Walau bagaimanapun, dakwaan ini perlu disokong melalui penggunaan pengalaman dan melalui bukti empirikal. Persoalan utama kajian ini ialah cuba menjawab sama ada robotik dalam pendidikan, digunakan sebagai alat mengajar dalam bidang Robotik sendiri atau mata pelajaran lain. Persoalan lain adalah robotik dalam pendidikan boleh meningkatkan prestasi pelajar di sekolah. Justeru, tujuan menjalankan kajian perpustakaan mengenai penggunaan robotik pendidikan, untuk mencapai objektif yang berikut:

- (a) mengenalpasti jenis robotik yang digunakan di peringkat sekolah
- (b) mengenal pasti kajian berkenaan mengaplikasi robotik sebagai alat pendidikan dalam bidang STEM
- (c) membentangkan sintesis bukti empirikal pada keberkesanan pendidikan robotik menerusi kaedah kajian kuantitatif yang dipilih

2.0 Kaedah

Satu ulasan yang sistematik adalah satu kaedah yang membolehkan penilaian dan tafsiran terhadap penyelidikan yang dicapai bagi menjawab persoalan kajian, permasalahan dan juga peristiwa (Kitchenham, 2004). Untuk menjalankan kajian ini, penyelidik mengikuti proses yang ditetapkan meliputi peringkat berikut:

Peringkat 1: Perancangan semakan

Peringkat 2: Menjalankan kajian semula

Peringkat 3: Laporan kajian semula

3.0 Perancangan dan Cara Menjalankan Ulasan (Peringkat 1 dan Peringkat 2)

Bagi tujuan kajian ini, kajian semula sistematik telah dijalankan pada bulan September dan Oktober 2015, di pangkalan data antarabangsa yang berikut bibliografi:

- (a) IEEE XPLORE
- (b) SpringerLink

Carian terhad kepada artikel yang ditulis dalam bahasa Inggeris, dan diterbitkan antara tahun 2000 dan 2015 (penyelidikan lebih sepuluh tahun yang lalu). Rentetan carian yang digunakan adalah *teaching or learning and robotic or robot and school*. **Jadual 1** menunjukkan protokol dilaksanakan untuk setiap pangkalan data. Kriteria berikut digunakan untuk menentukan artikel yang akan dimasukkan ke dalam kajian ulasan itu:

1. Artikel ini melaporkan penggunaan robotik sebagai alat mengajar, dalam erti kata lain, bukan objektifnya untuk mengajar robotik semata (seperti dalam kursus robotik).
2. Artikel ini membentangkan penggunaan robotik di sekolah rendah dan menengah.

3. Artikel dimasukkan hanya jika mereka memberikan satu penilaian kuantitatif pembelajaran, memerhati garis panduan yang dicadangkan oleh Kirkpatrick (2006) dalam mengesyorkan melakukan ujian sebelum dan selepas untuk menilai pembelajaran.
4. Ia harus melibatkan penggunaan robot secara fizikal.

Jadual 1: Protokol yang digunakan bagi Pangkalan Data

Pangkalan Data	Protokol	Maklumat
IEEE xplore	<i>STEM and teaching or learning and robotic or robot and school</i>	<i>Abstract Title Keywords</i>
Springerlink	<i>STEM and teaching or learning and robotic or robot and school</i>	<i>Abstract Title Keywords</i>

Di peringkat awal kertas kerja ini menunjukkan kajian tentang kajian yang dilakukan oleh penyelidik bagi mencari kajian yang sudah ada berkenaan penggunaan robot sebagai alat berkesan dalam proses pembelajaran. Dalam kajian ini, penyelidik menggunakan pendekatan Kitchenhams (2006) sebagai asas dalam mencapai tujuan memeriksa kajian yang sedia ada berkenaan dalam robotik sama ada di dalam ruang kurikulum mahupun ko-kurikulum. Oleh itu, objektif kajian ini akan memberi penumpuan terhadap:

- 1) Mengenalpasti jenis robotik mengikut aras pendidikan seperti sekolah rendah, menengah, vokasional atau kolej.
- 2) Mengenalpasti bilangan penggunaan robotik sebagai alat pengajaran dalam bidang STEM
- 3) Membentangkan sintesis mengenai kajian yang sedia ada mengikut rekabentuk kajian khususnya kuantitatif. Kajian ini hanya melibatkan kajian dari tahun 2000 sehingga 2015.

4.0 Laporan Kajian Semula (Fasa 3)

Pencarian awal menghasilkan 150 kertas. Pada peringkat pertama, tajuk dan ringkasan yang berkenaan dengan kriteria dianalisis. Walau bagaimanapun, disebabkan oleh spesifikasi

kriteria, ia adalah sukar untuk mempunyai hasil abstrak sahaja. Oleh itu, penyelidik mengambil keputusan untuk mendapatkan maklumat yang diperlukan dalam teks penuh. Kemudian membaca pada pengenalan dan kesimpulan. Oleh itu, ia adalah sesuai untuk memilih item tersebut.

4.1 Keputusan Objektif 1

Objektif pertama adalah jenis robotik mengikut aras pendidikan seperti sekolah rendah, menengah, vokasional atau kolej.

Jadual 2: Keputusan Objektif 1

Aras Pendidikan	Jenis Robotik
Sekolah Rendah	<i>Lego WeDo Robotics, Robotics Ollo, Thymio II, BeeBot,</i>
Sekolah Menengah	<i>Robotics Ollo, Lego Mindstorm NXT & EV3, Thymo II Robot, Fischertechnik Computing</i>
Vokasional dan Kolej	<i>Fischertechnik Computing, , Thymio II Robot, Robotics DARwIn-OP.</i>

Berdasarkan keputusan di atas, dapat dirungkaikan bahawa kekerapan jenis robotik yang digunakan adalah Thymio II dan Lego untuk ketiga-tiga peringkat diikuti jenama lain. Berdasarkan kajian yang ditulis Thymio menjadi pilihan kerana lebih murah, mempunyai banyak *sensor* dan peralatan sokongan yang disediakan berbanding Lego.

4.2 Keputusan Objektif 2

Objektif kedua adalah mengenalpasti penggunaan robotik sebagai alat pengajaran dalam bidang sains dan matematik. Bagi menjawab keputusan Objektif 2 ini pencarian kata kunci yang digunakan pada pangkalan data dikhususkan lagi kepada *STEM and teaching or learning and robotic or robot and school and lego*. Pengkhususan kepada jenis robotik Lego ini adalah berdasarkan jumlah penggunaan jenama ini yang lebih kerap dalam kajian di Malaysia berbanding Thymio II. Hal ini juga selari dengan tempat kajian penyelidik yang akan dilakukan di Malaysia.

Jadual 3: Keputusan Objektif 2

Pangkalan Data	Bilangan Kertas		
	2000-2005	2006-2010	2011-2016
IEEE xplore	38	78	196
Springerlink	32	8	74

Berdasarkan keputusan, terdapat peningkatan ketara terhadap kajian penggunaan robotik sebagai alat bantu mengajar dalam subjek STEM dalam lima tahun belakangan ini. Justeru kajian ini perlu dilakukan kerana mengikuti keadaan semasa di mana telah menunjukkan pengaruh positif dalam pengajaran dan pembelajaran STEM.

4.3 Keputusan Objektif 3

Objektif ketiga adalah membentangkan sintesis mengenai kajian yang sedia ada mengikut rekabentuk kajian khususnya kuantitatif. Kajian ini hanya melibatkan kajian dari tahun 2000 sehingga 2015. Pemilihan artikel ini adalah berdasarkan keputusan yang menunjukkan terdapat keberkesanan pada penggunaan robotik sebagai alat bantu mengajar.

Jadual 4: Keputusan Objektif 3

Jenis Kajian	Rekabentuk
<i>Non experimental</i>	<i>One shot posttest only</i>
	<i>One shot pretest-posttest</i>
<i>Quasi-experiemntal</i>	<i>Non-equivalent comparison group</i>
	<i>Non-equivalent group pretest-posttest</i>
	<i>Non-equivalent group pretest-postetest control group</i>
<i>Experimental</i>	<i>Randomized posttest only</i>
	<i>Randomized pretest-posttest</i>
	<i>Randomized pretest-posttest control group</i>

Berdasarkan keputusan kajian, ia menunjukkan bahawa keberkesanan kepada kajian penggunaan robotik sebagai alat bantu mengajar adalah menerusi kajian eksperimen dan kuasi eksperimen.

5.0 Perbincangan

Ahli-ahli teori pendidikan seperti Papert (1993) percaya bahawa aktiviti robotik mempunyai potensi yang amat besar untuk meningkatkan keberkesanan pengajaran bilik darjah. Walau bagaimanapun, Williams, Ma, Prejean, Lai, dan Ford (2007) menegaskan bahawa terdapat bukti empirikal terhad untuk membuktikan kesan robotik kepada kurikulum terutamanya. Justeru, pendidik–pendidik telah mula menjana idea dan membangunkan aktiviti-aktiviti untuk menggabungkan robotik ke dalam pengajaran pelbagai subjek, termasuk matematik, sains dan kejuruteraan. Walau bagaimanapun, aktiviti robotik ini bukanlah menggantikan kebolehan guru didalam pengajaran dan pembelajaran, namun bertindak sebagai merangsang, menghubungkan dan mengawal bahan bantu mengajar bagi memaksimumkan kualitinya.

6.0 Rujukan

Cooper, M., Keating, D., Harwin, W., & Dautenhahn, K. (1999). *Robots in the classroom: Tools for accessible education*. In Buhler, C. & Knops, H. (Eds.), *Assistive Technology on the Threshold of the New Millennium* (pp. 448–452). Amsterdam: IOS Press.

Hendler, J. (2000). *Robots for the rest of us: Designing systems out of the box*. In A. Druin & J. Hendler (Eds.), *Robots for kids: Exploring new technologies for learning*, San Mateo, CA: Morgan Kaufmann

Kitchenham, B. (2004). *Procedures for performing systematic reviews*. Joint technical report Software Engineering Group, Keele University, United Kingdom and Empirical Software Engineering, National ICT Australia Ltd, Australia

Klassner, F. (2002). A case study of LEGO MINDSTORMS' suitability for artificial intelligence and robotics courses at the college level, *In Proceedings of the 33rd SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 8–12). New York: ACM Press.

Klassner, F., & Anderson, S. (2003). *LEGO MindStorms: Not just for K–12 anymore*. IEEE Robotics and Automation Magazine.

Mitnik, R., Nussbaum, M., & Soto, A. (2008). An autonomous educational mobile robot mediator. *Autonomous Robots*, 25(4), 367–382.

Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas (2nd ed.)*. New York, NY: Basic Books

Resnick, M. (1991). *Xylophones, hamsters, and fireworks: the role of diversity in constructionist activities*. In I. Harel, & S. Papert (Eds.), *Constructionism*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.

Rusk, N., Resnick, M., Berg, R., & Pezalla-Granlund, M. (2008). New pathways into robotics: strategies for broadening participation. *Journal of Science Education and Technology*, 17(1), 59–69

Ryu, H. J., Kwak, S. S., & Kim, M. S. (2008). Design factors for external form of robots as elementary school teaching assistants. *The Bulletin of Japanese Society for Science of Design (JSSD)*, 54(5).

Williams, D., Ma, Y., Prejean, L., Lai, G., & Ford, M. (2007). Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(2), 201–216.