

**MENGURANGKAN JURANG DIGITAL MELALUI PROGRAM
PENGATURCARAAN ROBOTIK BERKONSEPKAN
PEMIKIRAN KOMPUTASIONAL UNTUK PELAJAR DAN
GURU SEKOLAH LUAR BANDAR**

*(Bridging the Digital Divide through Robotic Programming Program based on
Computational Thinking among Students and Teachers in Rural Schools)*

^{1,2}NAZRUL ANUAR NAYAN
²UMAR MUSLIM AHMAD KAMAL
³NOR ASYIKIN HASAN ADALI
²NUR ATHIRAH ZUL

¹Institut Islam Hadhari, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor,
Malaysia

²Fakulti Kejuruteraan & Alam Bina, Universiti Kebangsaan Malaysia,
43600 Bangi, Selangor, Malaysia

³Fakulti Bahasa Moden dan Komunikasi, Universiti Putra Malaysia,
43400 Serdang, Selangor, Malaysia

ABSTRAK

Pendidikan dalam bidang Sains, Teknologi, Kejuruteraan, Seni dan Matematik (STEAM) dan peningkatan kemahiran pemikiran komputasional (CT) merupakan faktor penting dalam mempercepatkan kemajuan dalam pelbagai sektor untuk mencapai Matlamat Pembangunan Mampan (SDG). Oleh itu, pelajar perlu didedahkan dengan kemahiran ini sebagai persediaan menghadapi cabaran masa hadapan bagi mengurangkan jurang digital dan ekonomi di antara kawasan, selaras dengan SDG 11, iaitu Bandar dan Komuniti Lestari. Jurang digital menyebabkan pelajar luar bandar terpinggir dan kehilangan minat dalam bidang STEAM, yang

memburukkan lagi ketidaksamaan sosial dan ekonomi. Sekiranya program amali dan aktiviti STEAM dapat dijalankan secara berterusan, dengan lebih proaktif melibatkan lebih ramai peserta, ia akan meningkatkan minat dan kecenderungan pelajar luar bandar untuk menyambung pengajian dalam bidang ini. Kajian ini bertujuan untuk mengukur kemahiran menyelesaikan masalah menggunakan konsep pemikiran komputasional serta minat dan kecenderungan pelajar dalam STEAM selepas mengikuti kursus pengaturcaraan robotik, yang dijalankan di Sebuyau, Sarawak dengan kerjasama Yayasan Bank Rakyat. Seramai 116 orang pelajar dan 25 orang guru terlibat dalam program ini yang berlangsung selama 12 hari. Pelajar dan guru dibahagikan kepada tiga kumpulan, dan setiap kumpulan dilatih selama empat hari berturut-turut. Empat modul pengajaran yang digunakan ialah konsep CT, pengaturcaraan Scratch, pengoperasian mikropengawal Arduino dan pengaturcaraan robot mBot2. Di akhir program, pertandingan robotik diadakan untuk menggalakkan pembelajaran kompetitif. Hasil daripada keputusan ujian darjah kecerdasan pra dan pasca pelajar, terdapat peningkatan dalam purata sebanyak 9.72% dalam kemahiran penyelesaian masalah selepas program dilaksanakan. Selain itu, hasil tinjauan menunjukkan perubahan yang positif dalam kecenderungan pelajar untuk belajar dalam bidang STEAM selepas mengaplikasikan konsep pemikiran komputasional dalam pengaturcaraan. Pembelajaran kompetitif melalui pertandingan pula mendedahkan pelajar dengan persaingan yang bakal mereka tempuhi di alam pekerjaan. Kesimpulannya, program sebegini mampu memberi motivasi kepada pelajar dan seterusnya merapatkan jurang digital yang semakin ketara. Kemahiran heuristik yang dibangunkan membantu pelajar menjadi kreatif, analitikal, dan berfokus pada penyelesaian, memacu kemajuan dan mampu meningkatkan kualiti hidup masyarakat.

Kata kunci: Pemikiran komputasional; pengaturcaraan robotik; jurang digital; luar bandar; Scratch; Arduino; Mbot

ABSTRACT

Education in the fields of Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) and enhancing computational thinking (CT) skills are important factors in accelerating progress in various sectors to achieve the Sustainable Development Goals (SDG). Therefore, it is important for students to be exposed to these skills in preparation for future challenges as well as improving social and economic injustice in society, in line with SDG 11, which is Sustainable Cities and Communities. A significant digital divide leaves many students in rural areas marginalized and unable to learn and move forward. These limitations can cause them to lose interest in STEAM fields and exacerbate social and economic inequality. If hands-on programs and STEAM activities can be carried out continuously, proactively involving more

participants, this may increase the interest and tendency of more rural students to continue their studies in the field. This research aims to measure problem-solving skills using the concept of computational thinking, as well as students' interests and tendencies in STEAM after following a robotic programming course. The study was carried out in Sebuyau, Sarawak in collaboration with Yayasan Bank Rakyat. A total of 116 students and 25 teachers were involved in this program, which lasted for 12 days. The students and teachers were divided into three groups, and each group was trained for four consecutive days. The four teaching modules used are CT concepts, Scratch programming, Arduino microcontroller, and mBot2 robot programming. Then, a final competition held to encourage competitive learnings. As the result of the pre- and post-student psychometric test, there are 9.72% increase in mean value for problem-solving skills after applying the computational thinking module. In addition, the survey results indicated a positive change in the level of students' inclination to learn in the STEAM field, after applying computational thinking in their programming. The competitive learning through robotic competition exposes students to the competition which they shall encounter in the future. In conclusion, such a program is able to motivate students and further bridge the digital gap that is becoming more and more apparent. The developed heuristic skills help students become creative, analytical, and solution-oriented, driving progress and improving the quality of life for everyone.

Keywords: *Robotic programming; computational thinking; digital divide; rural area; Scratch; Arduino; Mbot*

PENGENALAN

Kementerian Pendidikan Malaysia telah menerapkan konsep pemikiran komputasional (CT) untuk meningkatkan usaha menambah baik sistem pembelajaran STEAM. Pendekatan CT merupakan salah satu kemahiran yang wajar dipelajari oleh pelajar untuk mendalami teknologi maklumat dan komunikasi (ICT). Namun, kajian mendapati pelajar yang berkebolehan dalam pelajaran matematik dan sains tidak berminat dengan bidang ICT sebagai profesion masa hadapan, dengan hanya 3% daripada mereka memilih untuk bekerja dalam bidang ini.

Berikutan pandemik COVID-19 yang berlaku pada tahun 2020, gangguan yang meluas untuk sistem pendidikan terjadi, yang mengakibatkan sekolah, kolej dan universiti ditutup sebagai salah satu inisiatif memutuskan rantaian penularan virus pernafasan berjangkit ini (Belay 2020; Jackman et al. 2020; Kaden 2020). Namun begitu, langkah mendadak kepada pembelajaran dalam talian merupakan cabaran besar kepada golongan berpendapatan rendah yang tidak mampu untuk anak-anak

mereka terutamanya mereka yang tinggal kawasan luar bandar (Setiawan & Iasha 2020), (Tadesse & Muluye 2020), (Tkachuk et al.2020), (Tremmel et al. 2020).

Aktiviti pembelajaran jarak jauh juga memberi kesan jangka panjang kepada kumpulan berpendapatan rendah yang tidak mampu memiliki alat peranti bagi pembelajaran digital, membawa kepada peningkatan jurang digital di antara pelajar di bandar dan luar bandar. Di Malaysia, beberapa daerah di Semenanjung dan Sabah, Sarawak bukan sahaja menghadapi masalah capaian internet dan lokasi yang tidak boleh diakses, tetapi kadar celik teknologi juga rendah (Ating 2020; Zainol et al. 2021). Berdasarkan data Jabatan Perangkaan Malaysia, literasi teknologi di bandar adalah sebanyak 92.2% berbanding 81.5% di luar bandar (DOSM 2019). Para pendidik di sekolah dalam bidang sains komputer juga didapati masih kurang berkemahiran dalam mengajar bahasa pengaturcaraan menggunakan perkakasan. Ini menyebabkan proses pengajaran dan pembelajaran tidak begitu efektif.

CT merupakan salah satu kemahiran yang boleh dipelajari oleh pelajar (Rosali & Suryadi 2021). CT tidak lagi terhad kepada pelajar kejuruteraan dan sains komputer di pendidikan tinggi, sebaliknya ia adalah satu keperluan untuk pelajar dalam pendidikan menengah, rendah, dan juga awal kanak-kanak (Farah et al. 2020; Sezer & Namukasa 2021). Ia diperlukan bagi meningkatkan kemahiran menganalisis, membaca, mengira, dan menulis kanak-kanak (Hadi & Atiqoh 2021). CT juga merupakan kaedah menyelesaikan masalah yang boleh digunapakai bagi pembelajaran bebas, aktif dan pedagogi yang menumpukan pada meleraikan masalah kepada bahagian yang lebih kecil dan menghasilkan penyelesaian yang boleh diguna semula. Dengan menggunakan CT, pelajar dilatih tentang cara berfikir secara sistematik dalam menyelesaikan masalah seperti yang dilakukan oleh saintis komputer. Hasilnya, celik teknologi akan ditingkatkan dalam kalangan pelajar dan mempermudah proses pembelajaran dalam talian bagi memperolehi pengetahuan baharu.

Salah satu kemahiran kritikal yang amat diperlukan dalam keperluan pekerjaan masa hadapan ialah CT (World Economic Forum 2020). Namun begitu, banyak kajian mendapati tahap kemahiran berfikir komputasi masih berada pada tahap sederhana dan tidak memuaskan (Günbatır 2020; Durak et al. 2019). Ini disebabkan oleh batasan dan kekangan yang dihadapi oleh pelajar dalam pembelajaran CT seperti kebergantungan kepada perkakasan komputer dan sambungan internet untuk sekolah luar bandar dan pedalaman, serta bahasa pengaturcaraan berasaskan teks yang agak pasif menyebabkan kurangnya motivasi dalam kalangan pelajar (Threekunprapa & Yasri 2020).

Bagi mengekalkan kemahiran CT dalam kalangan pelajar di peringkat sekolah, pengetahuan dan kemahiran guru sebagai fasilitator adalah faktor terpenting. Namun begitu, didapati terdapat kekurangan guru yang mahir dan terlatih dalam CT dan sains komputer (Ung et al. 2018). Guru sains komputer sedia ada didapati mempunyai tahap pemikiran dalam pengaturcaraan yang rendah (Alfayez & Lambert 2019; Fessakis & Prantsoudi 2019; Bower et al. 2015). Guru sains komputer memerlukan lebih banyak bengkel latihan dan kursus yang berkaitan dengan CT serta strategi dan pendekatan pengajaran yang boleh digunakan untuk menjadi pengajaran dan pembelajaran yang berkesan. Menurut Monjelat dan Lantz-Andersson (2020), guru sains komputer menyatakan kebimbangan tentang kesukaran dalam aktiviti pengaturcaraan dan penciptaan menggunakan perisian Scratch.

Kemahiran CT akan mempengaruhi pelajar untuk cepat memperoleh konsep matematik awal menggunakan alat perisian simbolik dan berangka. Selanjutnya, mereka akan melibatkan diri dalam pemahaman yang lebih mendalam tentang pengaturcaraan dan kejuruteraan sistem. Ini meningkatkan keupayaan pembelajaran mereka untuk berfikir secara bebas, menyiasat dan meneroka persekitaran, serta menggunakan alat yang digunakan oleh jurutera terlatih. Penyelidikan ini memfokuskan kepada pembangunan dan pelaksanaan modul dalam mengintegrasikan CT dalam POPBL kepada pelajar luar bandar dengan mengaplikasikan konsep reka bentuk kejuruteraan (ED). Pendekatan secara praktikal yang dilaksanakan dalam ED menyediakan minda pelajar yang selama ini hanya menggunakan penggunaan prinsip saintifik kepada masalah teknologi.

Kajian sebelumnya telah dilakukan oleh ketua projek pada 2019 dengan menggunakan pengaturcaraan robotik, untuk 75 murid sekolah berumur 10 hingga 13 tahun, dan 25 guru sekolah rendah dan menengah di Sebuyau, Sarawak. Objektif program ini adalah untuk membangunkan modul yang menggabungkan CT dan pendekatan pembelajaran berasaskan masalah berorientasikan projek (POPBL) melalui penggunaan alat pembelajaran digital. Seterusnya, program ini juga akan melakukan penilaian pra dan pasca intervensi untuk mengukur pengetahuan, sikap, dan amalan pelajar sebelum dan selepas program.

Sebagai hasil yang dijangka, pelajar diharapkan dapat memperoleh pengetahuan baru tentang modul CT-POPBL yang telah dikembangkan melalui penggunaan alat pembelajaran digital yang diperbarui dan perisian pengaturcaraan robotik. Akhirnya, melalui penilaian pra dan pasca intervensi mengenai masalah teknologi, diharapkan pelajar dapat menunjukkan pemahaman yang lebih baik dan meningkatkan kemahiran CT mereka.

Namun begitu, dalam pelaksanaan program ini terdapat juga beberapa risiko yang perlu diambil kira. Kemahiran kognitif pelajar dalam memahami dan bertindak balas terhadap pengaturcaraan robotik mungkin berbeza untuk setiap individu dan ini mungkin melambatkan kemajuan bengkel. Kemahiran psikomotor yang melibatkan gerakan fizikal dalam pengaturcaraan robot mBot2 juga mungkin berbeza untuk setiap individu. Seterusnya, minat terhadap pengaturcaraan mungkin berbeza bagi setiap individu pada akhir bengkel dan ini dapat mempengaruhi keberkesanan program ini.

KAEDAH KAJIAN

Pembangunan Modul

Jeannette M. Wing, Professor Sains Komputer di Universiti Columbia dan mantan Pengarah Avaneessians, Institute Data Sains telah membentangkan konsep Pemikiran Komputasional pada seminar antarabangsa pada tahun 2006. Kajian beliau terkini ialah kebolehpercayaan (*trustworthy*) kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence, AI*). CT diiktiraf sebagai suatu kaedah penyelesaian masalah berteraskan sains komputer, yang boleh digunapakai untuk cadang bidang yang lain. Empat konsep utama dalam CT ialah leraian, pengecaman corak, peniskalan dan algoritma. Melalui konsep ini, pengarang telah merangka modul 1 iaitu pengenalan kepada konsep-konsep ini dan seterusnya membina aktiviti untuk aplikasinya secara *unplugged*, iaitu tanpa menggunakan komputer dan *plugged-in*, iaitu menggunakan komputer. Modul 1 ini amat penting kerana ia adalah asas dan objektif utama dalam program ini iaitu menerapkan asas kemahiran berfikir dan menyelesaikan masalah dalam mencipta sesuatu yang baharu. Setelah modul ini berjaya diterapkan, pengarang membina modul 2 iaitu peserta diminta untuk mempelajari bahasa Scratch dan merekacipta permainan komputer yang setanding dengan pereka amat. Beberapa komponen diterapkan dalam modul ini seperti bagaimana markah dimasukkan di skrin, cara menekan butang papan kekunci untuk menggerakkan *sprite* dan memasukkan muzik dan menukar latar belakang skrin.

Untuk pembangunan modul 3, pengarang mengambil aplikasi sistem litar elektronik yang biasa digunakan dalam kehidupan. Mikropengawal Arduino dijadikan sebagai tunjang atau otak kepada sistem tersebut. Modul 3 bermula dengan pengenalan kepada perkakasan dan sambungan kepada perisian mBlock. Kemudian pengarang menerangkan cara membuat sambungan dan muatnaik program. LED memerlukan pembahagi voltan yang mana perintang 220 Ohm digunakan dalam proses pembahagian ini. Seterusnya *light dependent resistor (LDR)* digunakan untuk menukar nilai perintang yang dapat dibaca secara analog oleh mikropengawal.

Dengan menukar nilai perintang melalui mendedahkan atau menutup cahaya daripada sampai ke penderia LDR, operasi berbeza boleh dilakukan oleh aktuator, iaitu LED, *buzzer* dan *servo motor*. Seterusnya sistem lampu isyarat berpenderia dijalankan di mana, lampu isyarat ini hanya berfungsi apabila ada kenderaan berada di jalan raya. Kombinasi LED bermula Hijau-Kuning-Merah dan Merah-Hijau juga dijadikan suatu syarat, yang mana ini adalah kombinasi sebenar di jalan raya Malaysia. Untuk modul 4, pengaturcaraan mblok ditambahkan dengan sensor penjejak garisan, *ultrasonic* dan warna. Aplikasi untuk mBot2 ini ialah; satu pengaturcaraan lengkap bagi melepaskan diri secara automatik dari rumah sesat di samping mengeluarkan melodi, menuruti garisan sehingga tamat, kecuali apabila bertembung dengan halangan. Akhirnya kesemua penderia ini digabungkan dalam pertandingan akhir. Halangan yang dimasukkan juga adalah berdasarkan kajian tentang pergerakan robot, setelah mengambil kira kemampuan robot.

Pelaksanaan Modul

Program ini menggunakan modul yang dibangunkan dan telah dilaksanakan kepada 141 orang peserta, (25 guru dan 116 pelajar). Pelaksanaan dijalankan bermula dengan pengenalan empat konsep asas CT iaitu peleraian, pengecaman corak, peniskalan dan algoritma. Untuk memberikan lebih pemahaman kepada konsep CT, aktiviti secara *unplugged* iaitu menyelesaikan masalah turutan nombor, interaksi *programmer* dan komputer dalam melukis corak secara manual berdasarkan arahan lengkap diperkenalkan. Seterusnya, untuk Modul 2, peserta perlu memuat turun aplikasi Scratch untuk menjalankan aktiviti CT secara *plugged-in*. Setelah memahami bahasa pengaturcaraan berbentuk blok ini, peserta membangunkan permainan komputer. Penilaian secara pembentangan kumpulan dan kritik dijalankan. Untuk modul 3, pelajar meneruskan proses pengaturcaraan, kali ini dengan menyambung komputer ke perkakasan mikropengawal Arduino. Peserta memuatnaik program (*coding*) dan menggerakkan penderia dan aktuator. Operasi ini dijalankan secara automatik. Penderia yang digunakan ialah penderia cahaya. Peserta perlu mengawal nilai cahaya untuk menjadikannya sebagai nilai anjal, yang bertindak sebagai suis bagi aktuator. Aktuator yang digunakan adalah LED, *buzzer* dan motor. Peserta diberikan markah untuk pembangunan perkakasan dan pengaturcaraan bagi sistem lampu isyarat berkembar dan sistem penggera rumah. Untuk Modul 4, peserta diberikan robot mbot2, di mana pengaturcaraan masih menggunakan *mblock*. Penderia baharu yang digunakan untuk modul ini ialah penderia warna dan penjejak garisan. Peserta juga diminta untuk memuatnaik *coding* untuk melodi yang akan keluar melalui pembesar suara mbot2, digabungkan dengan nyalaan LED. Aktiviti pertama menggunakan mbot2 ialah rumah sesat atau *maze*. Peserta menggunakan penderia *ultrasonic* dan penjejak garisan untuk melepaskan

robot keluar secara automatik dari rumah sesat. Seterusnya, pertandingan akhir yang memerlukan pelajar menggunakan ketiga-tiga penderia, dijalankan. Arena berbentuk pelbagai rintangan, menguji kemahiran dan teknik setiap kumpulan bagi robot berlumba dan sampai ke garisan penamat dengan masa terpantas. Pertandingan ini akan melihat kerjasama dan motivasi pelajar selepas diberi pembelajaran amali untuk memasang perkakasan dan membangunkan pengaturcaraan mBlock. Penilaian dibuat berdasarkan penilaian Rubrik.

Penilaian Program





Penilaian bagi sikap, amalan dan pengetahuan peserta program ini dilakukan melalui penggunaan soal selidik pra dan pasca intervensi, serta soalan-soalan berbentuk darjah kecerdasan (IQ) yang memerlukan peserta untuk berfikir secara komputasional dalam menjawabnya. Rajah 1 menunjukkan contoh soalan yang diberikan kepada peserta sebelum dan setelah intervensi. Manakala, contoh soalan soal selidik yang digunakan sebelum dan setelah program dilampirkan di dalam bahagian dapatan dan perbincangan kajian. Maklumat ini seterusnya akan dianalisis menggunakan perisian SPSS versi 26 bagi proses mendapatkan data penilaian.

Arahan: Pilih jawapan yang betul berdasarkan soalan.

1. Gelang Siti telah putus. Bahagian yang putus tersebut kelihatan seperti gambar di bawah:



Soalan: Manakah antara empat gelang di bawah menggambarkan gelang Siti sebelum ia putus.

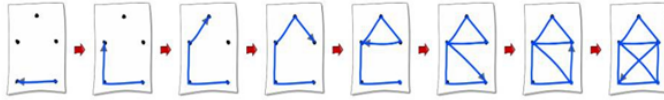
- A. 
- B. 
- C. 
- D. 

bersambung...

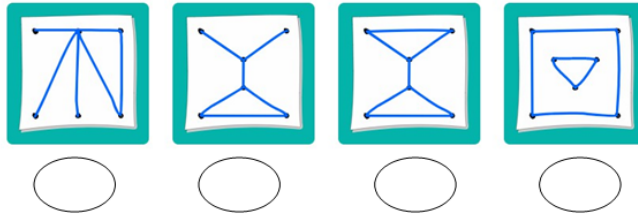
...sambungan

2. Anda boleh melukis gambar tanpa mengangkat pen. Caranya, anda hendaklah melukis garisan dari satu titik ke titik seterusnya hingga akhir. Anda tidak dibenarkan untuk melukis garisan atas garisan yang lain.

Contohnya:



Soalan: Tandakan ✓ pada gambar di bawah yang boleh dilukis dengan cara ini?



RAJAH 1 Contoh soalan darjah kecerdasan pra (atas) dan pasca (bawah) program

PERBINCANGAN DAN DAPATAN KAJIAN

Analisis Deskriptif

i. Demografi Responden

Analisis demografi dalam bahagian 1 set soal selidik melibatkan jantina, umur, bangsa, jarak ke sekolah, pekerjaan ibu dan bapa, dan bilangan adik-beradik. Seramai 70 orang pelajar terlibat dalam kajian ini. Maklumat dari data demografi bertujuan untuk mendapatkan latar belakang pelajar atau subjek.

JADUAL 1 Demografi pelajar

Perkara	Kekerapan	Peratus
Jantina		
Lelaki	28	40.0
Perempuan	42	60.0
Jumlah	70	100.0

bersambung...

...sambungan

Kaum		
Melayu	54	77.1
Iban	16	22.9
Jumlah	70	100.0
Umur		
11 tahun	7	10.0
12 tahun	3	4.3
13 tahun	23	32.9
14 tahun	18	25.7
15 tahun	19	27.1
Jumlah	70	100.0
Bilangan adik-beradik		
1 hingga 4 orang	49	70.0
5 hingga 8 orang	20	28.6
9 hingga 12 orang	1	1.4
Jumlah	70	100.0
Jarak ke sekolah		
≤ 10 km	57	81.4
11 km hingga 20 km	7	10.0
21 km hingga 30 km	6	8.6
Jumlah	70	100.0
Pekerjaan Bapa		
Nelayan	9	12.9
Petani	13	18.6
Buruh, Peniaga/Sendiri	23	32.9
Guru	11	15.7
Kerani	5	7.1
Lain-lain	9	12.9
Jumlah	70	100.0
Pekerjaan Ibu		
Suri rumah	47	67.1
Guru	12	17.1
Lain-lain	11	15.7
Jumlah	70	100.0

Dapatan dalam jadual 1 menunjukkan bilangan responden pelajar perempuan lebih ramai iaitu seramai 42 orang (60%) berbanding pelajar lelaki 28 orang

(40%). Majoriti responden adalah kaum Melayu iaitu 77.1%, manakala kaum Iban mewakili 22.9% dari keseluruhan jumlah pelajar. Dari segi umur, pelajar yang terlibat dalam kajian terdiri daripada pelajar sekolah rendah dan menengah. Pelajar sekolah rendah yang mengambil bahagian berumur lingkungan 11 hingga 12 tahun yang mewakili 14.3% dan pelajar sekolah menengah berumur 13 hingga 15 tahun yang mewakili 85.7% iaitu seramai 60 orang telah menjadi peserta kajian. Bagi kategori bilangan adik-beradik, rata-rata pelajar iaitu seramai 49 orang (70%) memiliki 1 hingga 4 orang adik-beradik atau digambarkan memiliki keluarga kecil. Hanya seorang pelajar yang memiliki bilangan adik-beradik yang ramai iaitu 9 hingga 12 orang. Selain itu, data demografi responden menunjukkan sebilangan besar para pelajar iaitu 57 orang (81.4%) tinggal di kawasan berdekatan sekolah dengan radius 10 kilometer. Selebihnya, 7 orang pelajar (10%) tinggal di lingkungan 11 hingga 20 kilometer dan 6 orang pelajar (8.6%) tinggal antara 20 hingga 30 kilometer. Dari sudut pekerjaan bapa pelajar, majoritinya bekerja sebagai buruh atau bekerja sendiri yang mewakili 32.9% di samping bekerja sebagai petani (18.6%), guru (15.7%) dan nelayan (12.9%). Akhir sekali, dari sudut pekerjaan ibu, sebahagian besar merupakan suri rumah yang mewakili 67.1% dan guru yang mewakili 17.1%.

ii. Tahap kecenderungan pemikiran komputasional pelajar sebelum dan selepas modul dilaksanakan.

JADUAL 2 Dapatkan soal selidik pra intervensi

Item (Pra)	Kekerapan		Peratus (%)	
	Ya	Tidak	Ya	Tidak
Saya pernah menggunakan komputer.	68	2	97.1	2.9
Saya fikir komputer adalah alat yang menarik.	64	4	91.4	8.6
Saya fikir belajar berkenaan komputer mungkin sukar.	53	17	75.7	24.3
Saya fikir pengetahuan menggunakan komputer boleh menyelesaikan masalah.	52	18	74.3	25.7
Saya gembira jika dapat belajar tentang komputer dan robot.	68	2	97.1	2.9
Saya pernah menggunakan robot dalam pelajaran sebelum ini.	5	65	7.1	92.9
Saya suka belajar tentang robot.	58	12	82.9	17.1
Saya fikir robot memudahkan kehidupan manusia.	50	20	71.4	28.6
Pengetahuan tentang komputer akan membantu saya pada masa hadapan.	66	8	88.6	11.4
	45	25	64.3	35.7

JADUAL 3 Dapatan soal selidik pasca intervensi

Item (Pos)	Kekerapan		Peratus (%)	
	Ya	Tidak	Ya	Tidak
Saya seronok belajar mengenai pengaturcaraan komputer.	70	0	100.0	0
Saya dapati pemikiran komputasional penting dalam kehidupan.	59	11	84.3	15.7
Saya merasakan masalah dapat diselesaikan dengan cepat melalui pemikiran komputasional.	51	19	72.9	27.1
Saya fikir pemikiran komputasional membantu saya berjaya dalam pelajaran.	61	9	87.1	12.9
Saya telah faham bagaimana pengaturcaraan komputer berfungsi.	64	6	91.4	8.6
Saya seronok mengetahui tentang pengaturcaraan komputer dan robot.	68	2	97.1	2.9
Saya mahu pengaturcaraan komputer dan robot turut diajar di dalam kelas.	66	4	94.3	5.7
Sekarang saya merasa lebih bersemangat untuk mempelajari pengaturcaraan komputer dan robot.	63	7	90.0	10.0
Saya rasa pengaturcaraan komputer penting untuk mencipta sesuatu yang baharu.	66	4	94.3	5.7
Saya fikir kemahiran pengaturcaraan komputer membantu mencapai cita-cita saya.	47	23	67.1	32.9

Berdasarkan jadual 2, analisis pra intervensi mendapati 3 item utama yang menjadi indikator tahap kecenderungan minat para pelajar terhadap komputer dan robot iaitu item ‘Saya pernah menggunakan komputer’, ‘Saya gembira jika dapat belajar tentang komputer dan robot’ dan ‘Saya fikir komputer adalah alat yang menarik’ dengan diwakili 97.1%, 97.1% dan 91.4% jumlah pelajar bagi setiap item. Manakala, dapatan daripada pasca intervensi pada jadual 3 menunjukkan tahap kecenderungan minat para pelajar terhadap komputer, robot dan pengaturcaraan komputer meningkat setelah modul dilaksanakan. Hal ini dibuktikan apabila nilai tertinggi kekerapan item mewakili aspek yang diukur iaitu pada item ‘Saya seronok belajar mengenai pengaturcaraan komputer’, ‘Saya seronok mengetahui tentang pengaturcaraan komputer dan robot’ dan ‘Saya telah faham bagaimana pengaturcaraan komputer berfungsi’ dengan diwakili 100%, 97.1% dan 94.3% jumlah pelajar bagi setiap item.

Selain itu, jika merujuk kepada nilai min, tahap kecenderungan para pelajar terhadap aspek komputer, robot dan pengaturcaraan komputer sebelum program

adalah 74.99 telah meningkat kepada 87.85 selepas modul dilaksanakan. Dapatan menunjukkan terdapat perubahan yang positif pada minat pelajar. Dapatan ini seialiran dengan kajian sebelumnya seperti kajian Witherspoon et al. (2018), yang menyelidik aspek pembelajaran dan motivasi dalam kalangan pelajar sekolah menengah melalui pendidikan robotik menggunakan bahasa pengaturcaraan visual telah memperoleh keputusan yang positif berhubung pemerolehan kemahiran serta minat pelajar terhadap pengaturcaraan. Begitu juga dengan kajian Kucuk dan Sisman (2020) yang menganalisis minat pelajar sekolah menengah terhadap robotik dan STEM dari perspektif jantina dan pengalaman robotik menyimpulkan jantina tidak memberi kesan terhadap minat pelajar dalam STEM tetapi memberi kesan kepada keyakinan dan keinginan individu mempelajari robot. Manakala, pengalaman robotik memberi kesan signifikan terhadap keinginan mempelajari robotik dan minat pelajar dalam STEM.

Analisis Dapatan dan Perbincangan Ujian Darjah Kecerdasan Pelajar

Ho1: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara konsep pemikiran komputasional pelajar sebelum dan selepas modul dilaksanakan

JADUAL 4 Min dan sisihan piawai perbezaan pra dan pasca pengetahuan konsep pemikiran komputasional dalam kumpulan pelajar yang dilaksanakan modul

Pengetahuan konsep	Bil	Min	Sisihan piawai
Pra	70	63.71	21.88
Pasca	70	73.43	21.46

Berdasarkan hasil dapatan pada jadual 4 menunjukkan, min bagi pengetahuan konsep pemikiran komputasional pelajar selepas modul dilaksanakan (Min = 73.43) lebih tinggi berbanding sebelum eksperimen dijalankan (Min = 63.71). Ujian t bersandar digunakan untuk menganalisis perbezaan ini secara statistik.

JADUAL 5 Ujian t bersandar perbezaan pra dan pasca pengetahuan pemikiran komputasional pelajar dalam kumpulan yang diberikan modul

Pembolehubah	Bil	Min	Sisihan piawai	t	Darjah kebebasan	Signifikan
Pasca - Pra	140	-9.71	25.65	-3.17	69	.002

Hasil ujian t bersandar menunjukkan bahawa terdapat perbezaan yang signifikan dalam pengetahuan pemikiran komputasional pelajar sebelum dan selepas menjalani ujian darjah kecerdasan dengan nilai $t(69) = -3.17$, $p < 0.05$. Dari segi min menunjukkan pengetahuan konsep pemikiran komputasioanal selepas modul dijalankan (Min = 73.43) lebih tinggi dari pengetahuan konsep pemikiran komputasional sebelum modul dilaksanakan (Min = 63.71).

Peningkatan min sebanyak 9.72 % mungkin nampak kecil, tetapi sekiranya jumlah subjek bertambah, maka pertambahan yang lebih signifikan akan dihasilkan. Peningkatan pada ujian pasca tersebut adalah didorong oleh beberapa faktor iaitu para pelajar telah mula berfikir dengan struktur serta kaedah yang betul selaras dengan konsep CT. Selain itu, pelajar lebih tenang dalam menjawab soalan-soalan dalam ujian pasca berbanding sebelumnya kerana beberapa siri aktiviti penyelesaian masalah yang dirangka dalam modul telah melatih para pelajar untuk tidak terburu-buru apabila berhadapan dengan soalan yang memerlukan penyelesaian masalah.

Dengan ini dapat disimpulkan bahawa pengetahuan pemikiran komputasional para pelajar selepas modul dijalankan adalah lebih tinggi daripada pengetahuan sebelumnya. Ini menunjukkan hipotesis nol (H_0) adalah ditolak. Dapatan ini memberikan bukti yang menggalakkan bahawa modul yang dibangunkan dan dijalankan tersebut memberi kesan positif dalam meningkatkan pengetahuan pemikiran komputasional pelajar. Dapatan ini selaras dengan kajian lepas seperti kajian Tonbuloğlu dan Tonbuloğlu (2019) serta Brackmann et al. (2017) yang mendapati aktiviti *unplugged* adalah efektif untuk meningkatkan kemampuan CT pelajar di sekolah menengah mahupun rendah. Selain itu, dapatan kajian ini sejajar dengan kajian Chalmers (2018) dan Chiazzese et al. (2019) mendapati melalui integrasi robotik dan pengaturcaraan, kemahiran CT bagi kumpulan pelajar darjah 1 hingga 6 dan pelajar darjah 3 hingga 4 menunjukkan peningkatan positif. Begitu juga selaras dengan Noh dan Lee (2019) yang mendapati pengaplikasian robot dalam pengajaran pengaturcaraan secara signifikan dapat meningkatkan tahap kemahiran CT dan kreativiti para pelajar sekolah menengah. Kajian lain yang turut konsisten dengan dapatan kajian ini wujud hubungan signifikan antara aktiviti robotik dan kemahiran CT pelajar ialah kajian Pou et al. (2022), Fanchamps et al. (2021), Ardito et al. (2020), Yang et al. (2020), Kim & Lee, (2019), Chalmers (2018), Ioannou & Makridou (2018), Chen et al. (2017) serta Atmatzidou dan Demetriadis (2016).

Ho2: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan pengetahuan pemikiran komputasional pelajar berdasarkan jantina sebelum dan selepas modul dilaksanakan

JADUAL 6 Ujian t tidak bersandar perbezaan pengetahuan pemikiran komputasional pelajar antara kumpulan pelajar lelaki dan perempuan sebelum modul dilaksanakan

Pembolehubah	Bil	Min	Sisihan piawai	<i>t</i>	Darjah kebebasan	Signifikan
Lelaki	28	59.29	21.42	-1.392	68	.168
Perempuan	42	66.67	21.94			

Hasil ujian t tidak bersandar menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan dari segi pengetahuan pemikiran komputasional antara kumpulan pelajar lelaki dan kumpulan pelajar perempuan sebelum modul dilaksanakan. Perkara ini dapat dilihat dengan nilai $t(68) = -1.392, p > .05$. Ini menunjukkan hipotesis nol (Ho2) adalah diterima.

JADUAL 7 Ujian t tidak bersandar perbezaan pengetahuan pemikiran komputasional pelajar antara kumpulan pelajar lelaki dan perempuan selepas modul dilaksanakan

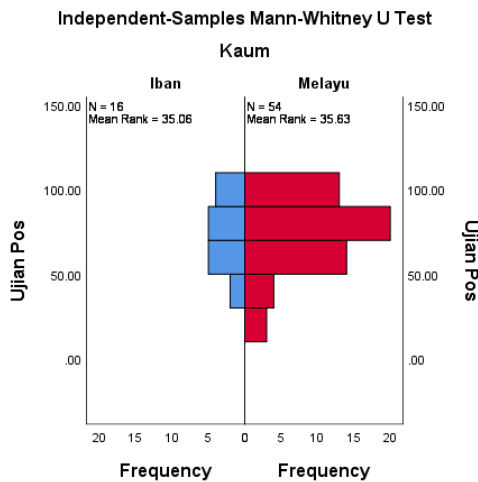
Pembolehubah	Bil	Min	Sisihan piawai	<i>t</i>	Darjah kebebasan	Signifikan
Lelaki	28	69.26	22.76	-1.326	68	.189
Perempuan	42	76.19	20.36			

Hasil ujian t tidak bersandar menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan pada pasca pengetahuan pemikiran komputasional antara kumpulan pelajar lelaki dan kumpulan pelajar perempuan dengan nilai $t(68) = -1.326, p > .05$. Ini menunjukkan hipotesis nol (Ho2) adalah diterima.

Dapatan sebelum dan selepas ujian darjah kecerdasan pelajar memberi petunjuk bahawa modul yang dilaksanakan memberikan kesan pengetahuan pemikiran komputasional pada aras yang sama kepada pelajar lelaki dan perempuan tanpa perbezaan yang signifikan. Dapatan ini selari dengan dapatan beberapa kajian lepas seperti Atmatzidou dan Demetriadis (2016), del Olmo-Muñoz et al. (2020), Tsai et al. (2020), Witherspoon et al. (2017) dan Wu dan Su (2021) yang mendapati tiada hubungan yang signifikan antara jantina dan pemerolehan kemahiran komputasional dalam kalangan pelajar.

Justifikasi bagi hasil dapatan ini adalah persamaan tahap kognitif antara pelajar lelaki dan perempuan dalam lingkungan umur antara 11 hingga 15 tahun ini adalah dibentuk dari persekitaran dan pengalaman yang sama. Perkara ini boleh dirujuk melalui laporan demografi yang mendapati pelajar lelaki dan perempuan terdiri daripada kumpulan sosio ekonomi yang lebih kurang sama iaitu dalam kategori keluarga B40. Maka, usaha ibu bapa untuk mendapatkan kelas-kelas tambahan yang dapat mengasah kognitif pelajar dari segi pemikiran CT terutamanya adalah agak terhad kerana kekangan kewangan. Selain itu, kajian ini dilakukan terhadap pelajar sekolah rendah bantuan kerajaan luar bandar yang bukan sahaja mempunyai silibus sekolah yang sama malah tahap pendedahan kepada aktiviti-aktiviti inovasi berasaskan CT kepada para pelajar juga adalah sama. Kami menjangkakan sekiranya kajian akan datang dilaksanakan kepada pelajar dalam lingkungan umur yang sama tetapi diambil dari sekolah yang berlainan dari kawasan bandar, misalnya sekolah antarabangsa, keputusan ini dijangkakan akan berubah.

Ho3: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan pengetahuan pemikiran komputasional pelajar berdasarkan kaum.



RAJAH 2 Ujian Mann-Whitney U

Memandangkan bilangan kumpulan antara kaum tidak seimbang, maka ujian bukan parametrik Mann-Whitney U dilakukan. Ujian perbandingan pengetahuan pemikiran komputasional pelajar dibuat di antara dua kaum iaitu Melayu seramai 54 orang dan Iban seramai 16 orang. Hasil kajian mendapati pengetahuan pemikiran komputasional pelajar tidak berkait secara signifikan dengan kaum ($z = -0.102$, $p > 0.05$). Ini menunjukkan hipotesis nol (H_0) adalah diterima.

Dapatan pasca ujian darjah kecerdasan pelajar mendapati modul yang dilaksanakan memberikan kesan pengetahuan pemikiran komputasional pada aras yang sama kepada kedua-dua kaum yang menjadi subjek kajian iaitu kaum Melayu dan Iban. Perkara ini menunjukkan bahawa modul CT yang dirangka bersifat universal iaitu berkaitan kaedah berfikir, maka tiada perbezaan dari segi kaum dilaporkan. Selain itu, keputusan ini membuktikan konsep asas CT mudah difahami oleh segenap lapisan masyarakat kerana membawa konsep kaedah penyelesaian masalah secara sistematik. Keupayaan guru pembimbing juga turut diambil kira dalam menerangkan konsep dan memberi tunjuk ajar kepada para pelajar tanpa mengira latar belakang kaum ketika program dilaksanakan. Sebagaimana yang dinyatakan oleh Catete et al. (2020), pembangunan profesional yang berjaya ialah apabila guru komputer sains bukan sahaja mahir dengan perkara yang diajar malah berkemahiran menyampaikannya kepada pelajar dari etnik, latar belakang sosioekonomi dan jantina yang berbeza.

KESIMPULAN

Kesemua objektif yang telah ditetapkan telah berjaya dicapai sepanjang tempoh program berjalan, termasuk melatih pelajar dalam pengaturcaraan robotik, meningkatkan kemahiran teknologi pelajar, komunikasi, serta memupuk semangat bekerjasama semasa aktiviti berkumpul dalam menyelesaikan masalah. Program pengaturcaraan robotik ini telah berjaya memupuk minat dan keterlibatan yang tinggi di kalangan pelajar luar bandar dan golongan B40 di daerah Sebuyau, Sarawak. Pelaksanaan program seperti CT dan pengaturcaraan robotik ini dilihat amat signifikan dalam era AI seperti sekarang, agar pelajar di luar bandar yang berkebolehan tidak disisihkan dalam kita mencapai SDG.

PERHARGAAN

Kajian ini merupakan hasil daripada geran tajaan Yayasan Bank Rakyat dengan kod AKU378 "Program Peningkatan Kemahiran Teknologi Pengaturcaraan Robotik bagi Pelajar B40 Sarawak 2022".

RUJUKAN

Alfayez, A. A. & Lambert, J. 2019. Exploring Saudi komputer science teachers' conceptual mastery level of computational thinking skills. *Computers in the Schools* 36(3): 143-166.

- Ardito, G., Czerkawski, B. & Scollins, L. 2020. Learning computational thinking together: Effects of gender differences in collaborative middle school robotics program. *TechTrends* 64(3): 373-387.
- Atmatzidou, S. & Demetriadis, S. 2016. Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems* 75: 661-670.
- Belay, D.G. 2020. COVID-19, Distance learning and educational inequality in rural Ethiopia. *Pedagogical Research* 5(4): 1- 11.
- Bower, M., Lister, R., Mason, R., Highfield, K. & Wood, L. 2015. Teacher conceptions of computational thinking - implications for policy and practice. *Australian Journal of Education* 0(0): 1-16. Retrieved from <https://www.google.co.uk/>
- Brackmann, C. P., Román-González, M., Robles, G., Moreno-León, J., Casali, A. & Barone, D. 2017. Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school. Dlm Proceedings of the 12th workshop on primary and secondary computing education, hlm. 65-72.
- Chalmers, C. 2018. Robotics and computational thinking in primary school. *International Journal of Child-Computer Interaction* 17: 93-100.
- Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X. & Eltoukhy, M. 2017. Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education* 109: 162-175.
- Chiazzese, G., Arrigo, M., Chifari, A., Lonati, V. & Tosto, C. 2019. Educational robotics in primary school: Measuring the development of computational thinking skills with the bebras tasks. *Informatics* 6(4): 43.
- del Olmo-Muñoz, J., Cózar-Gutiérrez, R. & González-Calero, J. A. 2020. Computational thinking through unplugged activities in early years of primary education. *Computers & Education* 150(103832): 1-19.
- DOSM 2019. ICT use and access by individuals and households survey report: 2019. <https://newss.statistics.gov.my/newss-portalx/ep/epFreeDownload> Content Search.seam?cid=15517. 14 March 2022.
- Durak, H. Y., Yilmaz, F. G. K. & Bartın, R. Y. 2019. Computational thinking, programming self-efficacy, problem solving and experiences in the programming process conducted with robotic activities. *Contemporary Educational Technology* 10(2): 173-197.

- Fanchamps, N. L., Slangen, L., Hennissen, P. & Specht, M. 2021. The influence of SRA programming on algorithmic thinking and self-efficacy using Lego robotics in two types of instruction. *International Journal of Technology and Design Education* 31: 203-222.
- Farah, J.C., Moro, A., Bergram, K., Purohit, A.K., Gillet, D. & Holzer, A. 2020. Bringing computational thinking to non-STEM undergraduates through an integrated notebook application. In *15th European Conference on Technology Enhanced Learning* (No. CONF).
- Fessakis, G. & Prantsoudi, S. 2019. Computer science teachers' perceptions, beliefs and attitudes on computational thinking in Greece. *Informatics in Education* 18(2): 227-258.
- Günbatar, M. S. 2020. Computational thinking skills, programming self-efficacies and programming attitudes of the students. *International Journal of Computer Science Education in Schools* 4(2): 24-35.
- Hadi, M.E. & Atiqoh, K.S.N. 2021. Improving Students' Mathematical Computational Thinking Using Scratch Program through Project Based Learning: A Development Research during Pandemic Covid-19. Dlm. *2021 9th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)* IEEE. Hlm. 1-5.
- Ioannou, A. & Makridou, E. 2018. Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work. *Education and Information Technologies* 23: 2531-2544.
- Jackman, D., Konkin, J., Yonge, O., Myrick, F. & Cockell, J. 2020. Crisis and continuity: Rural health care students respond to the COVID-19 outbreak. *Nurse Education in Practice* 48: 102892.
- Kaden, U., 2020. COVID-19 school closure-related changes to the professional life of a K-12 teachers. *Education Sciences* 10(6): 165.
- Kim, S. W., Park, H. & Lee, Y. 2019. Development of project-based robot education program for enhancing interest toward robots and computational thinking of elementary school students. *Journal of the Korea Society of Computer and Information* 24(1): 247-255.
- Kucuk, S. & Sisman, B. 2020. Students' attitudes towards robotics and STEM: Differences based on gender and robotics experience. *International Journal of Child-Computer Interaction* 23(100167): 1-8.

- Ling, U. L., Saibin, T. C., Naharu, N., Labadin, J. & Aziz, N. A. 2018. An evaluation tool to measure computational thinking skills: Pilot investigation. *National Academy of Managerial Staff of Culture and Arts Herald*, 1, 606-614.
- Merino-Armero, J. M., González-Calero, J. A., Cózar-Gutiérrez, R. & Villena-Taranilla, R. 2018. Computational thinking initiation. An experience with robots in primary education. *Journal of Research in Science, Mathematics and Technology Education* 1(2): 181-206.
- Noh, J. & Lee, J. 2020. Effects of robotics programming on the computational thinking and creativity of elementary school students. *Educational Technology Research and Development* 68: 463-484.
- OECD. 2019. Malaysia- Country Note- Pisa 2018 Result. Oecd I-III: 1-10.
- Pou, A. V., Canaleta, X. & Fonseca, D. 2022. Computational thinking and educational robotics integrated into project-based learning. *Sensors* 22(10): 3746.
- Qu, J. R. & Fok, P. K. 2022. Cultivating students' computational thinking through student-robot interactions in robotics education. *International Journal of Technology and Design Education* 32: 1983-2002.
- Rosali, D.F. & Suryadi, D. 2021. An analysis of students' computational thinking skills on the number patterns lesson during the Covid-19 pandemic. *Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA* 11(2).
- Setiawan, B. & Iasha, V. 2020. Covid-19 pandemic: The influence of full-online learning for elementary school in rural areas. *JPsD (Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar)* 6(2): 114-123.
- Sezer, H.B. & Namukasa, I.K. 2021. Real-world problems through computational thinking tools and concepts: The case of coronavirus disease (COVID-19). *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*.
- Tadesse, S. & Muluye, W. 2020. The impact of COVID-19 pandemic on education system in developing countries: a review. *Open Journal of Social Sciences* 8(10): 159-170.
- Threekunprapa, A. & Yasri, P. 2020b. Patterns of computational thinking development while solving unplugged coding activities coupled with the 3s approach for self-directed learning. *European Journal of Educational Research* 9(3): 1025- 1045.

- Tkachuk, V., Yechkalo, Y., Semerikov, S., Kislova, M. & Hladyr, Y. 2020. Using mobile ict for online learning during covid-19 lockdown. In *International Conference on Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications*. Hlm. 46-67: Springer, Cham.
- Tonbuloğlu, B. & Tonbuloğlu, İ. 2019. The effect of unplugged coding activities on computational thinking skills of middle school students. *Informatics in Education*, 18(2): 403-426.
- Tremmel, P., Myers, R., Brunow, D.A. & Hott, B.L. 2020. Educating students with disabilities during the COVID-19 pandemic: Lessons learned from Commerce Independent School District. *Rural Special Education Quarterly* 39(4): 201-210.
- Tsai, M. J., Liang, J. C. & Hsu, C. Y. 2020. The computational thinking scale for computer literacy education. *Journal of Educational Computing Research* 59(4): 579-602.
- Witherspoon, E. B., Higashi, R. M., Schunn, C. D., Baehr, E. C. & Shoop, R. 2017. Developing computational thinking through a virtual robotics programming curriculum. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)* 18(1): 1-20.
- Witherspoon, E. B., Schunn, C. D., Higashi, R. M. & Shoop, R. 2018. Attending to structural programming features predicts differences in learning and motivation. *Journal of Computer Assisted Learning* 34(2): 115-128.
- World Economic Forum. 2020. The Future of Jobs Report 2020. Research Report. Retrieved from <http://www3.weforum.org/docs/>.
- Wu, S. Y. & Su, Y. S. 2021. Visual programming environments and computational thinking performance of fifth-and sixth-grade students. *Journal of Educational Computing Research* 59(6): 1075-1092.
- Yang, K., Liu, X. & Chen, G. 2020. The influence of robots on students' computational thinking: A literature review. *International Journal of Information and Education Technology* 10(8): 627-631.
- Zainol, S.S., Hussin, S.M., Othman, M.S. & Zahari, N.H.M. 2021. Challenges of online learning faced by the B40 income parents in Malaysia. *International Journal of Education and Pedagogy* 3(2): 45-52.