

Mengkaji pentaksiran pengaturcaraan komputer berdasarkan penyelesaian masalah kreatif menggunakan pendekatan "grounded theory" (*Assessment study computer programming based on creative problem-solving approach of "grounded theory"*)

Open
Access

N. Talib ^{1,2,*}, S.F.M Yassin ², M.K.M. Nasir ²

¹ Pusat Teknologi Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi Selangor, Malaysia

² Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Selangor, Malaysia

ARTICLE INFO

Article history:

Received 18 October 2016

Received in revised form 1 December 2016

Accepted 3 December 2016

Available online 4 December 2016

ABSTRACT

Creative problem solving (CPS) has been identified as an indispensable element in the teaching and learning (T&L) computer programming. This is because many programming students do not master the skills of CPS causes them ultimately did not perform well in programming. To overcome this problem, CPS need to be integrated into T&L programming. However, these skills require a detailed and reliable assessment form to determine student's mastery. Since most of the T&L programming modules did not assess CPS skills of students, the research towards it needs to be done. A case study has been carried out to explore the creative processes occurred in the minds of expert programmers. The creative process is the creative activities that explored through the experience of expert programmers when they are doing application development by the time they unskilled until they achieved expert level. A total of 30 experts were interviewed and the data collected was analysed using Grounded Theory (GT). The finding is the documentation of creative activities that have been sorted and conceptualised as CPS assessment rubrics that can be used to assess CPS skills among programming students. Assessment rubrics that successfully generated contribute in improving T&L programming by integrating CPS into T&L programming module in future research.

Penyelesaian masalah kreatif (PMK) telah dikenal pasti sebagai elemen yang amat diperlukan dalam pengajaran dan pembelajaran (PdP) pengaturcaraan komputer. Hal ini disebabkan ramai pelajar pengaturcaraan tidak menguasai kemahiran PMK yang menyebabkan mereka akhirnya tidak mencapai prestasi yang baik dalam pengaturcaraan. Bagi mengatasi masalah ini, PMK perlu diintegrasikan dalam PdP pengaturcaraan. Namun begitu, bagaimana menentukan pelajar menguasai kemahiran ini memerlukan satu bentuk pentaksiran yang terperinci dan boleh dipercayai. Oleh kerana kebanyakan modul PdP pengaturcaraan tidak menilai kemahiran PMK pelajar, maka kajian terhadapnya perlu dilakukan. Strategi yang

* Corresponding author.

E-mail address: nt@ukm.edu.my (N. Talib)

dilakukan ialah dengan melakukan kajian kes iaitu meneroka proses-proses kreatif yang berlaku dalam pemikiran pakar pengatur cara. Proses-proses kreatif tersebut adalah aktiviti-aktiviti kreatif yang diteroka daripada pengalaman pakar pengatur cara membangunkan aplikasi bermula daripada tidak mahir sehingga sampai ke tahap pakar. Seramai 30 orang pakar telah di temu bual dan data yang dikumpulkan telah dianalisis menggunakan teknik Grounded Theory (GT). Dapatan kajian adalah dokumentasi aktiviti-aktiviti kreatif yang telah disusun dan diberikan konsep sehingga terhasilnya rubrik-rubrik pentaksiran yang boleh digunakan untuk menilai kemahiran PMK pelajar semasa mempelajari pengaturcaraan. Rubrik-rubrik yang berjaya dihasilkan menyumbang kepada penambahbaikan PdP pengaturcaraan dan boleh digunakan untuk kajian-kajian pembinaan modul pengaturcaraan di masa depan.

Keywords:

Creative problem solving, Computer programming, Teaching and learning, Grounded Theory

*Penyelesaian masalah kreatif,
Pengaturcaraan komputer, Pengajaran
dan pembelajaran, Grounded Theory*

Copyright © 2016 PENERBIT AKADEMIA BARU - All rights reserved

1. Pengenalan

Perkembangan pesat teknologi komputer telah meningkatkan keperluan terhadap penggunaan aplikasi dan perisian canggih dalam kalangan pengguna. Berikutan itu, kepakaran dalam pengaturcaraan menjadi elemen penting bagi membangunkan aplikasi dan perisian moden yang semakin kompleks [1]. Tambahan pula, pengetahuan dan kepakaran pengaturcaraan moden diperlukan bagi memenuhi permintaan pengguna yang semakin tinggi terhadap aplikasi komputer yang bersifat dinamik merentasi kepelbagaian platform dan peranti [2, 3]. Justeru, justifikasi kepakaran yang diperlukan di sektor industri perlu disesuaikan dengan pendidikan pengaturcaraan agar dapat melahirkan ramai pakar dalam pengaturcaraan komputer.

Sehubungan itu, Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) telah menyediakan pelbagai usaha bagi memenuhi keperluan sumber tenaga kerja dalam bidang pengkomputeran melalui pelbagai peringkat sistem pendidikan. Hal ini dapat dilihat melalui perancangan dan pelaksanaan program-program Sains Komputer dan Teknologi Maklumat di Institusi Pengajian Tinggi serta kolej-kolej komuniti [4]. Walau bagaimanapun, pencapaian pelajar dalam pengaturcaraan masih di tahap rendah dan tidak memberangsangkan [5, 6]. Namun, pihak kerajaan melalui KPM Malaysia tetap meneruskan usaha dengan memasukkan modul kemahiran pemikiran komputasional di peringkat sekolah rendah dan Asas Sains Komputer (ASK) di peringkat sekolah menengah mulai tahun 2017 bagi memperkenalkan pengaturcaraan dan penyelesaian masalah kepada pelajar-pelajar sekolah [7]. Oleh yang demikian, kajian terhadap kelemahan PdP pengaturcaraan dan bagaimana mengatasinya amat perlu dijalankan bagi memastikan ilham dan rancangan kerajaan dapat direalisasikan.

Berikutan itu, di antara cabaran yang dikenal pasti dalam konteks pengajian tinggi di Malaysia adalah hasil pembelajaran pengaturcaraan dalam kalangan pelajar tidak menepati kehendak kepakaran dalam industri. Hal ini jelas apabila graduan dalam bidang pengkomputeran tidak berupaya melakukan pembangunan aplikasi seperti yang dikehendaki oleh keperluan kerjaya [8]. Malah, pelajar-pelajar di luar negara juga menghadapi masalah yang sama apabila tidak dapat mengaplikasikan hasil pembelajaran pengaturcaraan untuk menyelesaikan masalah pengaturcaraan sebenar [2]. Di antara punca kepada masalah ini adalah kerana kegagalan pelajar mengaitkan teori pengaturcaraan dengan pembangunan aplikasi moden yang terlalu kompleks [9]. Kelemahan ini juga telah menurunkan minat dan motivasi pelajar terhadap pengaturcaraan di samping menukar hala tuju kerjaya kepada industri bukan pengkomputeran [10, 11]. Justeru, amat perlu untuk meneroka

penyelesaian kepada masalah ini agar para graduan dalam bidang pengkomputeran dapat mengisi kekosongan tenaga pakar dalam pengaturcaraan.

2. Kajian literatur

Beberapa sebab telah dikenal pasti yang menjadikan pelajar sukar menyelesaikan masalah pengaturcaraan yang diberi. Selain keliru dengan sintaks yang terlalu banyak serta tidak menguasai fungsi bagi setiap satunya [12, 13], pelajar juga mengakui bahawa mereka tidak dapat mengaplikasikan teori yang dipelajari ketika menyelesaikan masalah pengaturcaraan [14, 15]. Seterusnya, kegagalan pelajar-pelajar untuk menyelesaikan masalah pengaturcaraan menjadi penyebab mereka tidak dapat melakukan pengaturcaraan dengan baik dan memperoleh prestasi yang rendah bagi modul pengaturcaraan [16]. Kesan daripada itu, kebanyakan graduan menghadapi masalah dalam mendapatkan kerjaya kerana kemahiran pengaturcaraan sangat diperlukan dalam industri pengkomputeran [12, 17]. Oleh yang demikian, cadangan untuk menyelesaikan masalah PdP pengaturcaraan dengan meningkatkan kemahiran penyelesaian masalah kreatif (PMK) pelajar yang mempelajari pengaturcaraan adalah amat perlu dan relevan dalam konteks pendidikan dan pasaran kerja masa kini.

2.1 Penyelesaian masalah kreatif (PMK) sebagai elemen pentaksiran

PMK adalah elemen penting dalam memahami konsep pengaturcaraan dan pembangunan aplikasi komputer. Hal ini demikian kerana atur cara komputer dibangunkan bertujuan menyelesaikan sesuatu masalah dengan menggunakan komputer sebagai alat untuk menyelesaikan masalah tersebut [18]. Sehubungan itu, proses membangunkan atur cara sehingga terhasilnya sebuah aplikasi komputer merangkumi proses-proses kreatif iaitu mengenal pasti masalah, merancang idea penyelesaian dan menyelesaikan masalah sebenar [19, 20, 21]. Fasa akhir dalam pengaturcaraan komputer adalah menguji aplikasi komputer yang terhasil agar dapat diterima oleh pengguna sepenuhnya [17, 22]. Keseluruhan proses tersebut juga dikenali sebagai proses membina algoritma pengaturcaraan yang memerlukan idea-idea kreatif di sepanjang melaksanakannya [23, 24, 25]. Justeru, modul PdP pengaturcaraan yang berkesan seharusnya boleh meningkatkan kemahiran PMK dalam kalangan pelajar.

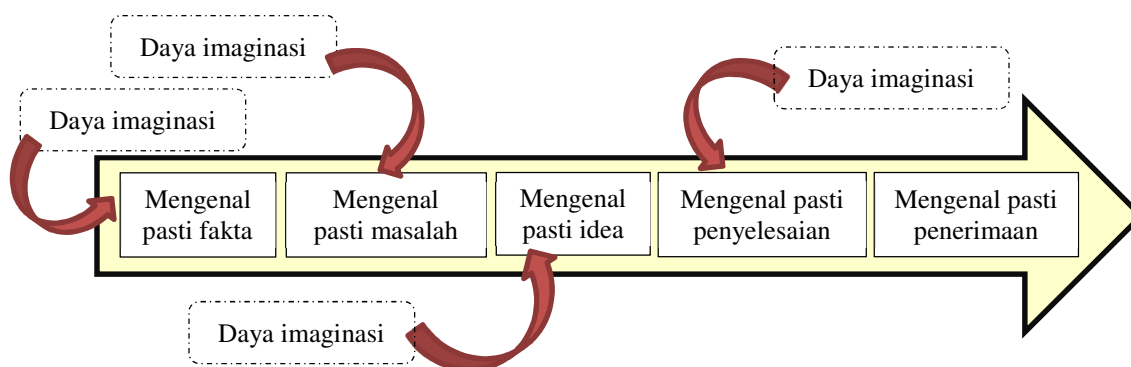
Seterusnya, untuk meningkatkan kemahiran PMK dalam kalangan pelajar, proses PdP pengaturcaraan perlulah diintegrasikan dengan elemen-elemen PMK. Walau bagaimanapun, pengintegrasian elemen-elemen PMK dalam sesuatu modul pengajaran memerlukan kaedah dan garis panduan pentaksiran dalam bentuk aktiviti-aktiviti PMK yang terperinci mengikut konteks pendidikan yang ingin disampaikan [26, 27]. Aktiviti-aktiviti tersebut melibatkan proses-proses kreatif yang boleh dikenal pasti melalui pemikiran seseorang yang mempunyai tahap PMK yang tinggi [28, 29]. Sehubungan itu, kemahiran PMK yang dimiliki oleh pakar-pakar pengatur cara juga menggambarkan corak perlakuan dan aktiviti pengaturcaraan mahir yang dimiliki oleh mereka [30]. Justeru, meneroka kemahiran PMK yang dimiliki oleh pakar-pakar pengatur cara amat perlu bagi mengenal pasti aktiviti-aktiviti penyelesaian masalah yang dilakukan secara kreatif agar dapat dijadikan panduan kepada pentaksiran pengaturcaraan yang mengintegrasikan PMK.

2.2 Revolusi model PMK

Terdapat banyak model yang mencadangkan proses-proses PMK, namun penggunaan dalam bidang pendidikan memerlukan spesifikasi model yang sesuai dengan keperluan pembelajaran.

Walau bagaimanapun, asas kepada proses PMK yang dicadangkan oleh kebanyakan model adalah hasil revolusi model yang pernah diasaskan oleh Alex Osborn pada tahun 1940 [31]. Beliau juga telah mengasaskan Creative Education Foundation yang sehingga kini masih meneruskan penyelidikan berkaitan penyelesaian masalah kreatif oleh SUNY Buffalo State [26]. Berikutan itu, telah berlaku beberapa pemurnian ke atas model PMK secara berperingkat bermula dari v1.0 hingga ke v6.0 yang membolehkan model PMK digunakan secara meluas untuk tujuan individu, pendidikan dan organisasi [26]. Umumnya, setiap pemurnian yang berlaku pastinya menghasilkan evolusi ke atas model PMK. Seterusnya, model PMK yang dimurnikan oleh Sid Parnes pada tahun 1950 dikenali sebagai model PMK (v2.0) atau model Osborn-Parnes. Model Osborn-Parnes dibina bagi menyesuaikan proses-proses PMK untuk digunakan dalam program-program pengajaran [26, 29]. Walau bagaimanapun, model Osborn-Parnes hanya terdiri daripada lima proses kreatif iaitu mengenal pasti fakta, mengenal pasti masalah, mengenal pasti idea, mengenal pasti penyelesaian dan mengenal pasti penerimaan [26]. Oleh kerana model Osborn-Parnes mengintegrasikan keinginan imaginasi di sepanjang proses kreatif yang dicadangkan, maka model Osborn-Parnes mempunyai kelebihan tersendiri yang membolehkan kemahiran untuk melihat masalah secara visual [27, 32]. Disebabkan pengaturcaraan memerlukan kemahiran menghuraikan masalah abstrak melalui pemikiran visual [33, 34], maka model Osborn-Parnes amat sesuai untuk dijadikan asas kepada kajian ini. Rajah 1 menunjukkan elemen-elemen dalam model Osborn-Parnes.

Daripada huraian di atas, kaedah dan garis panduan pentaksiran pengaturcaraan berdasarkan PMK boleh dikenal pasti dengan meneroka bagaimana proses pemikiran yang dilalui oleh pakar pengatur cara dari mula mereka diberikan masalah pengaturcaraan sehinggalah masalah tersebut berjaya diselesaikan. Hal ini kerana proses-proses kreatif yang dilalui dalam pemikiran seorang pengatur cara juga menggambarkan proses berfikir yang strategik ketika mereka melakukan pengaturcaraan [35]. Berikutan itu, keenam-enam proses kreatif yang dicadangkan oleh model Osborn-Parnes perlu difahami secara khusus sebelum elemen-elemen pentaksiran dibina [36]. Oleh kerana kaedah dan garis panduan pentaksiran juga merupakan kriteria dan penanda aras bagi pencapaian pelajar dalam sesuatu proses pengajaran, maka dokumentasi akhir dalam bentuk skor pelajar perlu dibina [37]. Justeru, skor pelajar dibina dengan perincian tentang aktiviti-aktiviti kreatif yang diteroka dan seterusnya mewakili tingkah laku pelajar terhadap pembelajaran pengaturcaraan berdasarkan proses PMK. Jadual 1 adalah keterangan khusus mengenai elemen-elemen dalam model PMK Osborn-Parnes.



Rajah 1. Model Osborn-Parnes Sumber: The Creative Problem Solving Group Inc [26]

2.3 Domain-domain Pembelajaran

Selain PMK, domain-domain pembelajaran juga diperlukan sebagai panduan bagi menentukan hasil pembelajaran pengaturcaraan. Hal ini merujuk kepada rubrik-rubrik pentaksiran yang dibina

secara setara dengan pembinaan kandungan pengajaran yang disandarkan kepada domain-domain pembelajaran [38, 39]. Tambahan pula, taksonomi Bloom yang diasaskan oleh Benjamin Bloom pada tahun 1956 adalah teori yang banyak digunakan untuk menerangkan tentang aras penguasaan pembelajaran kognitif dan digunakan di pelbagai bidang pendidikan [40]. Namun begitu, taksonomi Bloom mengalami revolusi pada era 1990-an apabila versi asalnya dirombak secara berperingkat. Elemen-elemen yang terangkum dalam taksonomi Bloom (versi semakan) yang juga dikenali sebagai domain kognitif adalah mengetahui, memahami, mengaplikasikan, menganalisis dan mencipta.

Jadual 1

Elemen-elemen dalam model PMK Osborn-Parnes. Sumber: Goldenberg dan Wiley [36]

Elemen-elemen PMK Osborn-Parnes	Keterangan
Keinginan imaginasi	Bagaimana sesuatu masalah itu dikenal pasti melalui pemikiran visual atau lebih dikenali sebagai imaginasi yang akan menjadi objektif kepada penyelesaian masalah.
Mengenal pasti fakta	Bagaimana masalah yang telah difikirkan secara visual dikenal pasti sebagai fakta.
Mengenal pasti masalah	Bagaimana masalah yang dikenal pasti diberikan definisi agar teknik yang sesuai dapat dikenal pasti untuk menyelesaikan masalah tersebut.
Mengenal pasti idea	Bagaimana menilai kriteria dan strategi apabila menentukan teknik-teknik yang telah dikenal pasti bagi menyelesaikan masalah.
Mengenal pasti penyelesaian	Bagaimana memastikan penyelesaian masalah yang dilakukan adalah yang terbaik dan paling optimum dari segi penjimatan masa, sumber dan kos.
Mengenal pasti penerimaan	Bagaimana menentukan penyelesaian masalah yang dilakukan adalah paling efektif dan diterima dalam semua keadaan.

Selain domain kognitif, domain psikomotor dan afektif juga diperlukan sebagai sandaran kepada pentaksiran pembelajaran dari sudut tingkah laku dan sikap. Walau bagaimanapun, Benjamin Bloom dan ahli-ahli kumpulannya tidak mengkaji secara mendalam teori pembelajaran berdasarkan kepada domain psikomotor atas alasan kurangnya pengalaman mengajar dalam bidang tersebut sebaliknya domain psikomotor diperkenalkan oleh R.H. Dave (1967) dan elemen-elemen di dalamnya terdiri daripada imitasi, manipulasi, ketepatan, artikulasi dan naturalisasi [41]. Manakala domain afektif adalah kombinasi terbaik dijadikan sandaran bagi pentaksiran pembelajaran bersama domain kognitif dan domain psikomotor yang akan melengkapinya aras pembelajaran dari sudut emosi, sikap, perasaan dan ilham [41]. Selain itu, domain afektif juga menggambarkan perbuatan, kepercayaan, cita rasa, penghargaan dan kecenderungan. Lima elemen yang terangkum dalam domain afektif terdiri daripada menerima, memberi tindak balas, menghargai, mengorganisasikan dan generalisasi [42]. Justeru, dapatlah dirumuskan bahawa kombinasi ketiga-tiganya dalam membina pentaksiran pembelajaran bakal melahirkan pelajar yang seimbang dari sudut intelek, jasmani dan rohani.

3. Metodologi

Bagi menyelesaikan masalah PdP pengaturcaraan yang dikenal pasti melibatkan kemahiran PMK dalam kalangan pelajar, kaedah pentaksiran pengaturcaraan yang disandarkan kepada dua dimensi iaitu PMK dan domain-domain pembelajaran dibina. Strategi yang digunakan oleh kajian ini adalah dengan meneroka proses-proses kreatif yang berlaku dalam pemikiran pakar pengatur cara berdasarkan model PMK Osborn-Parnes dan domain-domain pembelajaran iaitu domain kognitif,

psikomotor dan afektif. Justeru, tujuan kajian ini adalah untuk mengenal pasti bagaimana pentaksiran pengaturcaraan komputer dibina berdasarkan elemen-elemen PMK dan domain-domain pembelajaran. Objektif kajian adalah seperti berikut.

Objektif kajian 1: Mengenal pasti apakah aktiviti-aktiviti kreatif yang berlaku semasa pengatur cara melakukan pengaturcaraan.

Objektif kajian 2: Bagaimana tingkah laku pengatur cara ketika melakukan penyelesaian masalah kreatif dari sudut kognitif, psikomotor dan afektif.

3.1 Reka bentuk Kajian

Pentaksiran pengaturcaraan adalah salah satu elemen penting untuk diteroka bagi menentukan kriteria dan penanda aras kepada pencapaian pelajar. Berikutan itu, kajian kes yang ditriangulasikan dengan teknik *Grounded Theory* (GT) telah dilaksanakan untuk meneroka proses-proses kreatif yang berlaku dalam pemikiran pakar pengatur cara. Proses-proses kreatif tersebut adalah aktiviti yang dilakukan oleh pengatur cara berdasarkan pengalaman mereka melakukan pengaturcaraan bermula daripada tidak mahir sehingga sampai ke tahap pakar [9, 43]. Oleh yang demikian, hasil kajian yang didokumentasikan menjadi pentaksiran pengaturcaraan yang boleh digunakan bagi menentukan tahap pencapaian pelajar dan seterusnya membantu mengukuhkan proses PdP pengaturcaraan.

3.2 Peserta Kajian

Penentuan peserta-peserta kajian dilakukan dengan mengadaptasi teknik pensampelan bertujuan dan juga *snowball*. Teknik pensampelan bertujuan digunakan sebagai pemula kepada proses kajian apabila hanya beberapa orang sahaja peserta kajian yang dikenal pasti mempunyai tahap kepakaran yang tinggi dalam pengaturcaraan komputer. Melalui peserta-peserta kajian terawal yang ditemu bual, maklumat peserta-peserta kajian seterusnya diperoleh dan temu bual dijalankan sehingga menemui konstruk-konstruk kajian yang boleh dijadikan asas kepada pembinaan kandungan pengajaran dan instrumen-instrumen pentaksiran pembelajaran. Berikutan itu, seramai 30 orang peserta kajian telah ditemu bual dan taburan serta latar belakang peserta kajian yang telah ditemu bual ditunjukkan dalam Jadual 2.

Jadual 2
Demografi Peserta Kajian

Bil. Peserta Kajian	Pengalaman	Latar belakang pendidikan	Pekerjaan
15 orang	> 10 tahun	Sarjana Muda Sains Komputer.	Eksekutif di Syarikat Swasta
2 orang	20 tahun	Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik.	Jurulatih di Pusat Latihan Swasta.
3 orang	10 tahun	Diploma Sains Komputer.	Pengatur cara di organisasi kerajaan
1 orang	10 tahun	Sarjana Muda Teknologi Maklumat.	Pengatur cara di organisasi swasta.
9 orang	10 tahun	Sarjana Teknologi Maklumat.	Pengatur cara bebas.

3.3 Instrumen Kajian dan pengumpulan data

Instrumen yang dibina dan digunakan dalam kajian ini ialah protokol temu bual PMK manakala pengumpulan data dilakukan menggunakan kaedah temu bual separa berstruktur. Protokol temu bual PMK telah dibina berdasarkan tujuh konstruk daripada model Osborn-Parnes iaitu keinginan

imajinasi, mengenal pasti fakta, mengenal pasti masalah, mengenal pasti idea, mengenal pasti penyelesaian dan mengenal pasti penerimaan. Temu bual separa berstruktur yang digunakan dalam konteks kajian ini bermaksud soalan-soalan temu bual telah dibina terlebih dahulu sebagai panduan. Kemudian, pelbagai soalan penyiasatan ditambah semasa menemu bual berdasarkan kepada jawapan yang diterima bagi menghasilkan data-data tepu. Seterusnya, teknik “analisis awal serentak” telah digunakan bagi menghasilkan data-data terbuka (*open code*) yang telah disahkan oleh responden.

Jadual 3

Contoh Semakan Kesahan Data Temu Bual

Responden #1	Tarikh Temu Bual: 14 Mac 2016	Tempat Temu Bual: UKM
Transkrip Jawapan	Analisis Interpretasi Awal	Open Code
Teknologi kepintaran buatan penting agar proses pembelajaran lebih <i>update</i> teknologi; Gunakan <i>web base coding editor</i> . Maka, tak perlu pasang perisian; Aplikasi berasaskan objek dan lebih <i>visualised</i> kepada pelajar;	...menggunakan kemudahan aplikasi berasaskan internet yang dibangunkan menggunakan teknologi kepintaran buatan untuk kegunaan pengajaran dan pembelajaran. Tahap kesahan: Analisis telah disahkan oleh responden.	PdP berasaskan aplikasi internet dengan teknologi kepintaran buatan
Perlu tetapkan projek agar pelajar nampak keperluan mengatur cara dalam dunia sebenar; Aplikasi berasaskan objek dan lebih <i>visualised</i> kepada pelajar; Penyelesaian masalah mesti berbentuk projek supaya pelajar tahu hala tuju;	... pembelajaran berasaskan projek adalah sesuai untuk pelajar pengaturcaraan. Tahap kesahan: Analisis telah disahkan oleh responden.	Pembelajaran berasaskan projek

3.4 Kesahan dan Kebolehpercayaan

Kesahan dan kebolehpercayaan kajian bermula dengan prosedur pembinaan protokol temu bual iaitu penentuan konstruk-konstruk kajian, pembinaan soalan-soalan temu bual berasaskan konstruk, pandangan pakar terhadap soalan-soalan tersebut dan kesahan hasil analisis data yang diinterpretasikan oleh penyelidik. Bagi kesahan hasil analisis data yang diinterpretasikan oleh penyelidik melalui teknik “analisis awal serentak”, kesahan daripada responden diperlukan semasa temu bual dijalankan dan senarai semak dilakukan bagi memastikan setiap analisis (*open code*) telah mendapat kesahan daripada responden (rujuk Jadual 3) sebelum pengkategorian tema seterusnya dilakukan.

4. Dapatan dan perbincangan

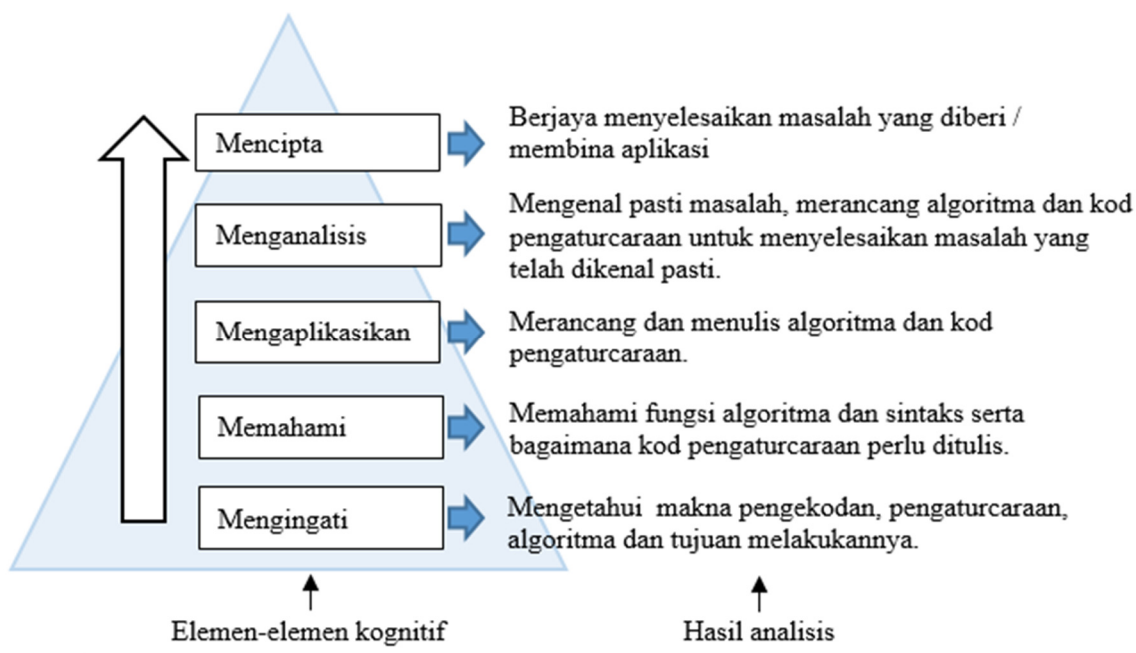
Dapatan kajian ini berjaya memperincikan setiap aktiviti ketika pengatur cara melalui proses-proses kreatif yang akhirnya menghasilkan kriteria-kriteria pentaksiran pengaturcaraan yang terperinci seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 4. Seterusnya, dapatan bagi objektif 2 pula menemui kriteria-kriteria pentaksiran berdasarkan domain-domain pembelajaran iaitu domain kognitif, psikomotor dan afektif seperti yang digambarkan dalam Rajah 2, 3 dan 4.

Berdasarkan hasil analisis, dapatan kajian ini bukan sahaja berjaya menghasilkan rujukan kriteria sebagai panduan pentaksiran pencapaian dan kemahiran PMK pelajar, tetapi dapatan juga berjaya membuktikan bahawa model PMK adalah benar dalam memperincikan fasa-fasa penyelesaian

masalah kreatif manakala domain kognitif, psikomotor dan afektif adalah domain-domain yang begitu relevan untuk memperlihatkan proses dan strategi pembelajaran seseorang.

Jadual 4
 Jadual Analisis Hasil Kajian

Tahap	Elemen Kajian	Hasil Analisis
1	Daya Imajinasi	Hasil kajian mendapati daya imajinasi memainkan peranan penting bagi pengatur cara ketika sesi pemerahan idea dan seterusnya apabila mereka melalui proses-proses kreatif ketika menyelesaikan masalah.
2	Pencarian fakta	Menghasilkan kod pengaturcaraan dengan prinsip algoritma tetapi masih belum menyelesaikan masalah.
3	Pencarian masalah	Menghasilkan kod pengaturcaraan yang hampir kepada penyelesaian masalah.
4	Pencarian idea	Menghasilkan kod pengaturcaraan yang berdasarkan idea yang terjana dan semakin hampir kepada penyelesaian masalah.
5	Pencarian penyelesaian	Menghasilkan kod pengaturcaraan yang boleh menyelesaikan masalah tetapi belum dapat diterima oleh pengguna.
6	Pencarian penerimaan	Menghasilkan kod pengaturcaraan yang boleh menyelesaikan masalah dan diterima oleh pengguna.

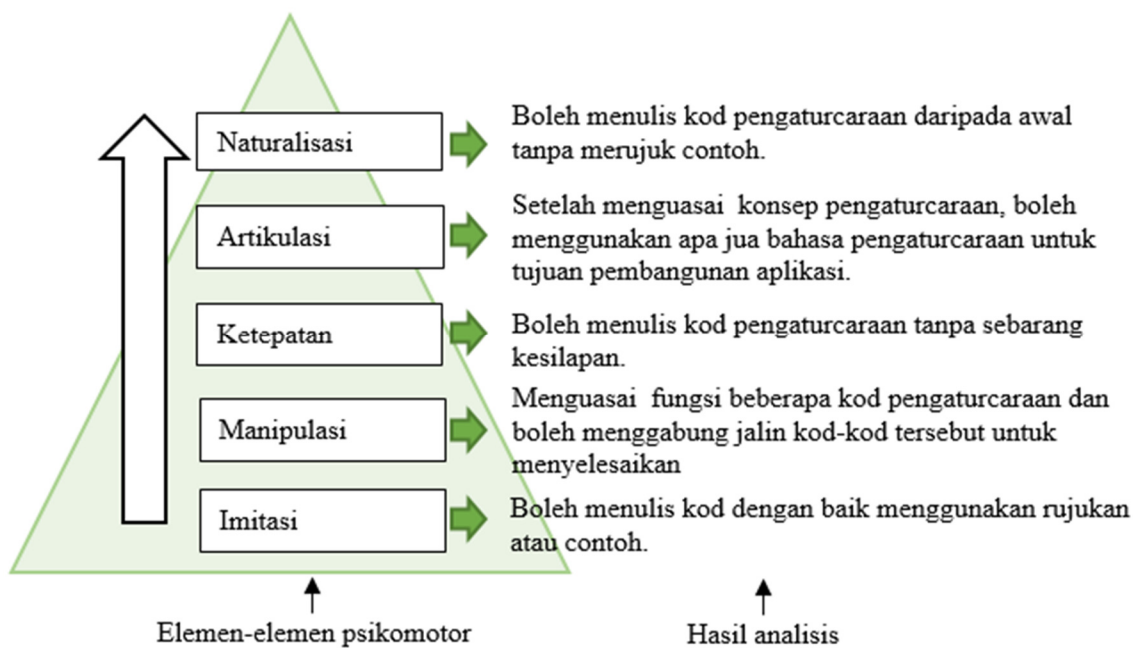


Rajah 1. Hasil Analisis Domain Kognitif

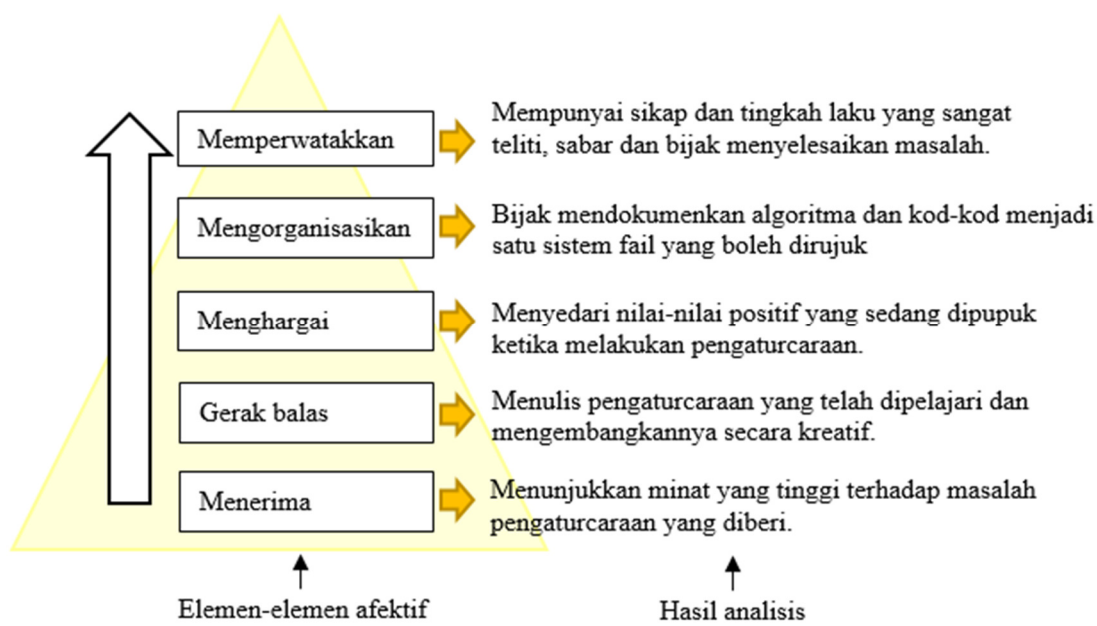
5. Sumbangan terhadap bidang dan metodologi

Inovasi dalam pengadaptasian GT sebagai teknik pengumpulan data telah berjaya menghasilkan dapatan yang sah dan bermakna. Hal ini merupakan sumbangan besar terhadap metodologi penyelidikan dari segi kesahan dan kebolehpercayaan data dalam konteks pendekatan kajian kualitatif. Selain itu, aktiviti-aktiviti kreatif yang berjaya diteroka juga menyumbang kepada kajian dalam bidang pendidikan komputer khususnya pengaturcaraan. Berikut dihuraikan bagaimana teknik

GT diadaptasi dalam kajian ini dan sumbangan kajian terhadap bidang pendidikan komputer seterusnya saranan kepada kajian yang harus dijalankan pada masa depan.



Rajah 2. Hasil Analisis Domain Psikomotor



Rajah 3. Hasil Analisis Domain Afektif

5.1 Sumbangan terhadap Bidang Pendidikan Komputer

Berdasarkan kepada analisis interpretasi awal yang dilakukan semasa temu bual sedang dijalankan, analisis GT menjadi semakin mudah dengan adanya kod-kod deduktif yang telah dikumpulkan terlebih dahulu. Dalam konteks kajian ini, temu bual dijalankan bagi meneroka proses-proses kreatif yang berlaku dalam pemikiran pakar pengaturcaraan dari dua dimensi kajian iaitu PMK dan juga domain-domain pembelajaran.

Contoh yang ditunjukkan dalam Jadual 7 adalah analisis kajian yang dilakukan dengan penamaan semula tema-tema yang ditemui. Kemudian, tema-tema tersebut dikategorikan semula berdasarkan kod-kod deduktif yang akhirnya membentuk sebuah konsep. Di akhir analisis, kesimpulan yang dilakukan menunjukkan tema-tema tersebut sebagai aktiviti-aktiviti yang menggambarkan proses-proses kreatif yang berlaku dalam pemikiran pakar pengatur cara bermula daripada awal mereka menimba pengalaman melakukan pengaturcaraan sehinggalah menjadi pakar. Berdasarkan dapatan tersebut, konsep atau teori umum yang dihasilkan boleh digunakan sebagai kriteria penilaian pembelajaran atau rubrik-rubrik pentaksiran pengaturcaraan yang boleh membantu PdP pengaturcaraan menjadi lebih baik dan berkesan.

5.2 Sumbangan terhadap Metodologi

Glaser dan Strauss [44] mencadangkan tiga peringkat pengkodan iaitu *open coding*, *axial coding* dan *selective coding*, manakala kesahan data pula diperoleh melalui penamaan semula tema berdasarkan kutipan data yang tepu. Namun begitu, terlalu banyak perbincangan tentang kesahan data yang memerlukan responden memberikan komentar semula mengenai interpretasi yang telah dilakukan oleh penyelidik [45, 46]. Oleh kerana analisis menggunakan pendekatan GT berakhir dengan menyimpulkan tema-tema yang diperoleh menjadi dapatan berbentuk konsep atau teori umum, maka adalah tidak relevan untuk meminta peserta kajian memberi komentar kepada hasil analisis yang telah dihasilkan kerana dikhuatiri responden tidak dapat memahami teori atau konsep yang dihasilkan oleh penyelidik berdasarkan kategori tema [45]. Justeru, sebagai penambahbaikan terhadap teknik GT, kajian ini menggunakan pendekatan 'analisis interpretasi awal' untuk mendapatkan tahap kesahan yang tinggi terhadap data-data terbuka yang diperoleh semasa temu bual dijalankan.

Konsep 'analisis interpretasi awal' banyak dicadangkan oleh pakar-pakar dalam bidang penyelidikan kualitatif. Yin [46] menyatakan bahawa analisis interpretasi awal adalah konsep apabila penyelidik membuat interpretasi terhadap jawapan responden bagi menyimpulkan fakta berdasarkan huraian panjang atau subjektif sebaik sahaja responden menjawab soalan penyelidik. Malah, Yin turut menyatakan bahawa kaedah ini memerlukan kepakaran dalam membuat interpretasi semasa sesi temu bual dijalankan. Namun begitu, sekiranya penyelidik gagal melakukan analisis interpretasi awal pada masa temu bual dijalankan, sesi temu bual kali ke dua bersama responden perlu dirancang agar hasil interpretasi penulis dapat ditunjukkan semula kepada responden bagi mengelakkan salah faham dan kekeliruan [46, 47, 48]. Justeru, kejayaan kajian ini dalam melakukan analisis interpretasi awal semasa temu bual dijalankan adalah satu sumbangan terhadap kesahan data kualitatif melalui teknik pengumpulan data yang berkesan.

Bagi menjelaskan lebih lanjut bagaimana analisis interpretasi awal dan juga analisis keseluruhan data dilakukan bagi kajian-kajian kes yang dilaksanakan, berikut diuraikan kaedah yang dilakukan dengan turut mengambil kira proses dalam teknik GT iaitu *open coding*, *axial coding* dan *selective coding*. Pada mulanya, tema-tema awal yang diperoleh daripada kenyataan peserta kajian (*open code*) dianalisis pada masa temu bual dijalankan untuk mendapatkan kesahan dari peserta kajian terhadap interpretasi yang telah dilakukan. Analisis tersebut adalah interpretasi awal yang dilakukan bagi mendapatkan kata putus daripada responden agar tidak perlu lagi melakukan sesi temu bual ke dua dengan responden yang sama untuk tujuan kesahan data seperti yang dicadangkan oleh kebanyakan pakar dalam bidang penyelidikan kualitatif. Setelah interpretasi data yang disahkan oleh responden dikumpulkan, analisis seterusnya dilakukan untuk menentukan kategori bagi setiap tema yang berjaya ditemui (*axial code*). Kemudian, tema-tema yang telah dikategorikan diberikan konsep bagi menghasilkan parameter kajian (*selective code*) untuk membuat kesimpulan terhadap tema

utama yang berjaya dilakukan melalui penamaan semula. Proses ini akhirnya dapat membentuk satu konsep atau teori umum bagi keperluan yang boleh digunakan dalam kajian pembinaan modul pengaturcaraan berasaskan PMK-T.

Jadual 5

Contoh Transkrip Temu bual

Transkrip Temu Bual	
Pengkaji: Boleh saudara terangkan bagaimana saudara memulakan aktiviti pengaturcaraan sistem pakar?	Soalan daripada protokol temu bual.
Responden: Peringkat awal perlu tentukan dulu apa yang dimaksudkan dengan sistem pakar yang dikehendaki pengguna.	Jawapan responden.
Pengkaji: Boleh jelaskan lebih lanjut apa yang saudara maksudkan?	Soalan penyiasatan.
Responden: Ada kalanya pengguna sebut sistem pakar, tetapi sebenarnya yang diperlukan ialah sistem biasa-biasa sahaja. Jadi, di sini, kita sebagai pembangun perlu main peranan untuk tentukan masalah apa yang hendak diselesaikan oleh pengguna.	Jawapan responden.
Pengkaji: Maksud saudara, mengenal pasti masalah sebenar bagi masalah yang nak diselesaikan oleh pengguna adalah termasuk dalam proses yang perlu dilalui oleh seorang pembangun?	Interpretasi pengkaji terhadap jawapan responden (Analisis interpretasi awal).
Responden: Ya betul tu. Kita yang tentukan. Bukan majikan atau pengguna.	Interpretasi pengkaji disahkan oleh responden.

Jadual 6

Open Code dari Analisis Interpretasi Awal

Peserta #1		
Transkrip Jawapan	Analisis Interpretasi Awal	Open Code
Peringkat awal perlu tentukan dulu apa yang dimaksudkan dengan sistem pakar yang dikehendaki pengguna; Ada kalanya pengguna sebut sistem pakar, tetapi sebenarnya yang diperlukan ialah sistem biasa-biasa sahaja. Jadi, di sini, kita sebagai pembangun perlu main peranan untuk tentukan masalah apa yang hendak diselesaikan oleh pengguna.	...mengetahui pasti masalah sebenar bagi masalah yang hendak diselesaikan pengguna adalah termasuk dalam proses yang perlu dilalui oleh seorang pembangun. Tahap kesahan: Analisis telah disahkan oleh responden.	Mengetahui pasti masalah sebenar

Lanjutan daripada huraian di atas, temu bual yang dijalankan dimulakan dengan membuat pertanyaan berdasarkan kepada soalan-soalan yang telah direka dalam protokol temu bual. Kemudian, soalan yang diajukan kepada responden akan diikuti dengan soalan-soalan berbentuk penyiasatan (*scaffolding*) untuk tujuan meneroka lebih mendalam kes yang sedang dikaji. Seterusnya, analisis interpretasi awal dilakukan bagi mendapatkan kesahan daripada responden tentang kesimpulan daripada apa yang cuba dihuraikan oleh responden. Jadual 3 menunjukkan contoh transkrip temu bual yang terdapatnya teknik “analisis interpretasi awal”.

Contoh analisis interpretasi awal seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 5 telah berjaya menjadikan data yang diperolehi adalah jelas maksudnya dan tidak lagi mengelirukan. Malah, data bukan sahaja sah, tetapi aktiviti *open coding* juga menjadi lebih mudah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 6. Berdasarkan kepada tema-tema yang diperolehi daripada aktiviti *open coding*, seterusnya analisis lebih terperinci iaitu *axial coding* dan *selective coding* dilakukan seperti dalam Jadual 7 (contoh data yang lain).

Jadual 7

Analisis lebih terperinci iaitu *axial coding* dan *selective coding*

<i>Open Code</i>	<i>Axial Code</i>	<i>Selective Code</i>	Kod Deduktif (kognitif)	Kod Deduktif (PMK)
Senaraikan <i>sintaks</i> yang biasa digunakan; Penggunaan Github untuk dapatkan <i>sintaks</i> ; <i>copy</i> dan <i>paste</i> sebagai permulaan; Menggunakan apa sahaja sumber.	<i>Sintaks</i> yang biasa digunakan; <i>Sintaks</i> yang selalu dikongsi.	Mengingati <i>sintaks</i> yang umum.	Mengingati	Fakta pengaturcaraan
faham <i>error</i> kod; Membetulkan <i>error</i> kod; faham kod belum tetapi belum boleh bangunkan sistem; kod pengaturcaraan asas sebagai keperluan.	Pembangun boleh memahami <i>sintaks</i> walaupun belum membangunkan sistem	Memahami fungsi <i>sintaks</i>	Memahami	
Memulakan pengaturcaraan untuk hasilkan prototaip; Melakukan pengekodan bagi menguji <i>syntaks</i> ; Cuba menghasilkan reka bentuk antara muka;	Melakukan pengaturcaraan untuk menguji kod dan pemahaman terhadap masalah.	Melakukan pengaturcaraan asas	Mengaplikasikan	
Menghasilkan kod pengaturcaraan baru; Menggabungkan <i>sintaks</i> yang ditemui; Menguji logik masalah; Menghasilkan antara muka dengan kod pengaturcaraan yang ditentukan logik.	Menguji kod-kod pengaturcaraan yang dicipta melalui gabungan <i>sintaks</i> yang dikenal pasti dan logik	Menguji kod-kod pengaturcaraan	Menganalisis	
Menguasai algoritma bagi menentukan logik pengaturcaraan; Boleh mentafsir teori pengaturcaraan. Membentang teori dan logik algoritma kepada pengguna.	Memperoleh fakta yang jelas walau belum dapat menyelesaikan masalah.	Menghasilkan kod pengaturcaraan yang logik.	Mencipta	

Secara keseluruhan, teknik GT yang diadaptasi untuk menganalisis data semasa kajian analisis keperluan berjaya menyumbang kepada perkembangan ilmu metodologi apabila teknik GT diperhalusi tataranya dan penambahbaikan dilakukan kepada nilai kesahan data melalui 'analisis interpretasi awal'. Hal ini merupakan sumbangan besar terhadap pendekatan kajian kualitatif dari segi kesahan dan kebolehpercayaan data.

4. Kesimpulan dan cadangan kajian masa depan

Dapatan kajian yang diperoleh berjaya mencapai objektif kajian dan selari dengan perbahasan literatur bahawa proses-proses PMK merupakan elemen penting yang diperlukan dalam PdP pengaturcaraan apabila perbandingan dapatan objektif 1 dengan model PMK Osborn-Parnes adalah setara. Selain itu, dapatan objektif 2 pula apabila digabungkan dengan dimensi pentaksiran PMK boleh digunakan untuk kajian-kajian di masa depan yang melibatkan pembinaan modul pengaturcaraan dan boleh diluaskan lagi dengan pembuktian PMK sebagai elemen utama dalam PdP pengaturcaraan melalui kajian keberkesanan modul tersebut secara saintifik.

References

- [1] Vitolo, C., Elkhatib, Y., Reusser, D., Macleod, C.J.A., Buytaert, W. "Web technologies for environmental Big Data." *Environmental Modelling & Software* 63, (2015): 185–198.
- [2] Contreras, G.J., Siu, K.W.M. "Computer Programming for All: A Case-Study in Product Design Education." *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 182, (2015): 388–394.
- [3] Lisa, N.J., Babu, H.M.H. "Design of a Compact Reversible Carry Look-Ahead Adder Using Dynamic Programming." 2015 28th International Conference on VLSI Design, (2015): 238–243.
- [4] Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM). "Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2015-2025 (Pendidikan Tinggi)." 2015.
- [5] Derus, S.R., Ali, A.Z.M. "Development of Hardware-Interfacing Learning Kit for Novice Learning Programming." *International Journal of Information and Education Technology* 6, (2016): 647-651.
- [6] Othman, M., Zain, N.M. "Online Collaboration for Programming: Assessing Students' Cognitive Abilities." *Turkish Online Journal of Distance Education*, 16 (2015): 84–97.
- [7] Mutalib, Z.A. "Pemikiran Komputasional, Sains Komputer di Sekolah Tahun Depan," *Berita Harian*, 11-Aug-2016.
- [8] Hasrol Jono, M.N.H., Hasanordin, R., Salleh, Sh., Ibrahim, M., Abdul Aziz, A., Mohd Asarani, N.A. "Measuring of Effectiveness of Courseware Content Using Learning Theory for a Programming Subject." *Envisioning the Future of Online Learning*, Springer Science, (2016): 193–202.
- [9] Alakeel, A.M. "Investigating Difficulties of Learning Computer Programming in Saudi Arabia." *Universal Journal of Educational Research*, 3 (2015): 567–577.
- [10] Ouahbi, I., Kaddari, F., Darhmaoui, H., Elachqar, A., Lahmine, S. "Learning Basic Programming Concepts by Creating Games with Scratch Programming Environment." *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 191, (2015): 1479–1482.
- [11] Umar, I.N., Jamiat, N. "Pola Penyelidikan ICT Dalam Pendidikan Guru Di Malaysia : Analisis Prosiding Teknologi Pendidikan." *Asia Pacific Journal of Educators and Education* 26 (2011): 1–14.
- [12] Brito, M.A., de Sá-Soares, F. "Assessment frequency in introductory computer programming disciplines." *Computers in Human Behavior* 30, (2014): 623–628.
- [13] Esteves, M., Fonseca, B., Morgado, L., Martins, P. "Improving teaching and learning of computer programming through the use of the Second Life virtual world." *British Journal of Educational Technology* 42, (2011): 624–637.
- [14] Eid, C. "Which Introductory Programming Approach Is Most Suitable for Students: Procedural or Visual Programming?" *American Journal of Business Education* 5, (2012): 173–178.
- [15] Pellas, N., Peroutseas, E. "Gaming in Second Life via Scratch4SL: Engaging High School Students in Programming Courses." *Journal of Educational Computing Research* 54, (2016).
- [16] Kunimune, H., Niimura, M. "Preliminary Evaluation of a Problem-posing Method in Programming Classes." *Procedia Computer Science* 35, (2014): 794–802.
- [17] Milková, E. "Development of Programming Capabilities Inspired by Foreign Language Teaching." *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 171, (2015): 172–177.
- [18] Hassitt, A. *Computer Programming and Computer Systems*. Elsevier Science, 2014.
- [19] Dale, N., Weems, C. *Programming and Problem Solving with C++: Brief Edition*. Jones & Bartlett Learning, 2010.
- [20] S. DiPaola. "Using a Contextual Focus Model for an Automatic Creativity Algorithm to Generate Art Work." *Procedia Computer Science* 41, (2014): 212–219.
- [21] Chiou, A. "Data Visualisation Self-Explanatory Systems in Intelligent Game Inference Engines." *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology* 2 (2016): 1–8.

- [22] Zhang, Y., Surisetty, S., Scaffidi, C. "Assisting comprehension of animation programs through interactive code visualization." *Journal of Visual Languages & Computing* 24, (2013): 313–326.
- [23] Manaf, S.Z.A., Din, R., Hamdan, A., Salleh, N.S.M., Kamsin, I.F., Aziz, J.A., Education, P. "Penggunaan Komputer dan Internet Web 2.0 dalam Kalangan Generasi Y Pelajar Universiti." *Journal of Advanced Research Design* 7, (2015): 10–18.
- [24] Kobsiripat, W. "Effects of the Media to Promote the Scratch Programming Capabilities Creativity of Elementary School Students." *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 174, (2015): 227–232.
- [25] Kori, K., Pedaste, M., Leijen, Ä., Tõnisson, E. "The Role of Programming Experience in ICT Students' Learning Motivation and Academic Achievement." *International Journal of Information and Education Technology* 6, (2016): 331–337.
- [26] The Creative Problem Solving Group Inc. The Evolution of CPSBs Approach. Slaid. The Creative Problem Solving Group Inc, 2003.
- [27] Tseng, K.H., Chang, C.C., Lou, S.J., Hsu, P.S. "Using creative problem solving to promote students' performance of concept mapping." *International Journal of Technology and Design Education* 23, (2013): 1093–1109.
- [28] Karim, A.A., Shah, P.M., Khalid, F., Ahmad, M., Din, R. "The Role of Personal Learning Orientations and Goals in Students' Application of Information Skills in Malaysia." *Creative Education* 6, (2015): 2002–2012.
- [29] Donald, J., Scott, G. "Creative Problem Solving: The History, Development, and Implications for Gifted Education and Talent Development." *Gifted Child Quarterly* 49, (2005): 342–357.
- [30] Aki, O., Güllü, A., Kaplanoğlu, E. "An Application for Fundamental Computer Programming Learning." *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 176, (2015): 291–298.
- [31] Fogler, H.S., Leblanc, S.E., Strategies For Creative Problem Solving. Second Edition. Massachusetts: Pearson Education, 2008.
- [32] Isaksen, S.G., Dorval, K.B., Treffinger, D.J. *Creative Approaches to Problem Solving: A Framework for Innovation and Change*. SAGE Publications, 2010.
- [33] Kazimoglu, C., Kiernan, M., Bacon, L., MacKinnon, L. "Learning Programming at the Computational Thinking Level via Digital Game-Play." *Procedia Computer Science* 9 (2012): 522–531.
- [34] Repenning, A. "Making programming more conversational." *2011 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing*, (2011): 191–194.
- [35] Spraul, V.A. *Think Like a Programmer*. San Francisco: No Starch Press, 2012.
- [36] Goldenberg, O., Wiley, J. "Quality, Conformity, and Conflict: Questioning the Assumptions of Osborn's Brainstorming Technique." *Journal of Problem Solving* 3, (2011): 96–119.
- [37] Shih, C.L., Chuang, H.H. "The development and validation of an instrument for assessing college students' perceptions of faculty knowledge in technology-supported class environments." *Computers and Education* 63, (2013): 109–118.
- [38] Nordin, N., Osman, A.A., Adom, A.H. "A Review on Lean Assessment Models and Performance Measures A Review on Lean Assessment Models and Performance Measures." *Journal of Advanced Review on Scientific Research* 21, (2016): 1–26.
- [39] Bailie, F., Marion, B., Whitfield, D. "How rubrics that measure outcomes can complete the assessment loop." *Journal of Computing Sciences in Colleges* 25 (2010): 15–25.
- [40] Krathwohl, D.R. "A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview." *Theory Into Practice* 41, (2002): 212–218.
- [41] Tomei, L.A. *Taxonomy for the Technology Domain*. Information Science Publication, 2005.
- [42] Hunt, G., Wiseman, D., Touzel, T.J., *Effective Teaching: Preparation and Implementation*. Charles C. Thomas, 2009.
- [43] Karimi, Z., Baraani-Dastjerdi, A., Ghasem-Aghaee, N., Wagner, S. "Links between the personalities, styles and performance in computer programming." *Journal of Systems and Software* 111, (2016): 228–241.
- [44] Glaser, B.G., Strauss, A.L. *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Chicago: Transaction Publishers, 1967.
- [45] Glaser, B.G. "Conceptualization: On Theory and Theorizing Using Grounded Theory." *International Journal of Qualitative Methods* 1, (2002): 1–31.
- [46] Yin, R.K. *Qualitative research from start to finish*. New York: The Guilford Press, 2011.
- [47] Yin, R.K. *Case Study Research: Design and Methods*. SAGE Publications, 2003.
- [48] Flick, U. *An Introduction to Qualitative Research*. SAGE Publications, 2009.