

## Pendekatan Penyelidikan Reka Bentuk dan Pembangunan (DDR) Dalam Pembangunan Model Pemikiran Inventif Pelajar Mata Pelajaran Reka Cipta

Radha T. Gandhi, Mohd. Ridzwan Che Rus & Suriani Mohamed  
Universiti Pendidikan Sultan Idris

### Article Info

**Received:**  
10 December 2020

**Accepted:**  
19 February 2021

**Publish**  
01 April 2021

**E-mail address:**

\*Corresponding Author:  
radhagandi@yahoo.com

e-ISSN 2682-759X

### Abstrak

*Pemikiran inventif merupakan satu set sikap minda (habits of mind) yang kompleks yang disenaraikan dalam enGauge Skills for 21st Century Learners dan juga adalah salah satu elemen kerangka kemahiran Abad ke 21 dalam Kurikulum Standard Sekolah Menengah. Mata pelajaran Reka Cipta merupakan Mata Pelajaran Elektif Ikhtisas (MPEI) dalam bidang STEM yang memerlukan pemikiran, imaginasi, intuisi dan elemen kerja berpasukan yang kreatif dalam penyelesaian masalah. Guru memainkan peranan asas dalam mengembangkan pemikiran, sifat dan nilai pelajar semasa aktiviti pengajaran dan pembelajaran. Terdapat kebimbangan yang semakin meningkat bahawa pelajar tidak digalakkan untuk berfikir dan menyelesaikan masalah secara kreatif dan kritis. Ramai pelajar sukar berfikir secara logik dan kritis untuk mendapatkan penyelesaian yang diinginkan. Tujuan kajian ini adalah untuk membangunkan model pemikiran inventif bagi mata pelajaran Reka Cipta menggunakan pendekatan penyelidikan reka bentuk dan pembangunan (Design and Development Research) sebagai satu panduan dalam menerapkan pemikiran inventif dalam kalangan pelajar.*

**Kata kunci:** Pemikiran inventif, kemahiran abad ke 21, mata pelajaran Reka Cipta, kreatif, penyelidikan reka bentuk dan pembangunan (*Design and Development Research*)

### Pengenalan

Globalisasi ekonomi telah menyuntik pasaran pekerjaan dengan persaingan pekerjaan yang sengit, sehingga menyebabkan peningkatan pengangguran (Lini & Sasana, 2019). Pendapatan dan kekayaan dalam dunia ekonomi baru bergantung pada aplikasi teknologi dan idea baru untuk membuat, mengubah, mengganti, dan memperbaiki produk dan proses yang ada. Sebagai bakal tenaga kerja, graduan dijangka menambah nilai kepada produk, proses dan organisasi atau syarikat untuk merangsang pertumbuhan ekonomi. Menurut Nace Job Look (Sai'en et al., 2017),

majikan menilai kemahiran membuat keputusan dan menyelesaikan masalah sebagai kualiti paling tinggi yang mereka cari dalam calon yang berpotensi.

Sejajar itu, dalam konteks Malaysia, dalam tempoh Rancangan Malaysia kesepuluh (2011-2015), kerajaan menambah baik pasaran buruh dan mengubah sistem pendidikan. 'Meningkatkan pembangunan modal insan untuk negara maju' adalah unsur Rancangan Malaysia Kesebelas (2016-2020) yang merupakan faktor kritikal dalam menjana dan mengekalkan pertumbuhan ekonomi Malaysia. Dokumen strategik utama seperti Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia dan Talent Roadmap 2020 telah menjelaskan transformasi ekosistem modal insan. Manakala sebagai kesinambungan, Wawasan Kemakmuran Bersama 2030 telah dilancarkan supaya Malaysia menjadi sebuah negara yang terus membangun secara mampan seiring dengan pengagihan ekonomi yang adil, saksama dan inklusif dengan menyediakan taraf hidup yang wajar kepada semua rakyat pada 2030. Salah satu strategi yang digariskan adalah peningkatan tenaga kerja berkemahiran dan berpendidikan tinggi, masyarakat peribelaajar dan pendidikan berasaskan keberhasilan (Kementerian hal Ehwal Ekonomi & Jabatan Perangkaan Malaysia). Gagasan ini juga untuk memastikan transformasi sumber manusia negara bagi menghasilkan tenaga kerja efektif dan bernilai tinggi serta memastikan pusat pembangunan kemahiran dan TVET negara memenuhi kehendak industri. Salah satu aspirasi utama adalah untuk menghasilkan modal insan berkemahiran bertaraf dunia yang diperlukan pada fasa terakhir menjadi negara maju.

Dalam proses transformasi ke arah matlamat tersebut, Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah (KBSM), yang bermula pada tahun 1989, telah digantikan dengan Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) secara berperingkat mulai tahun 2017. KSSM memfokuskan pada kemahiran berfikir aras tinggi, kemahiran hidup dan kerjaya berdasarkan amalan nilai murni. Ia dibina berdasarkan enam tonggak iaitu Komunikasi, Kerohanian, Sikap dan Nilai, Kemanusiaan, Harga Diri, Pembangunan Fizikal dan Estetika serta Sains dan Teknologi. Enam bidang ini adalah domain utama yang saling menyokong dan berintegrasi dengan pemikiran kritis, kreatif dan inovatif. Integrasi ini bertujuan untuk mengembangkan modal insan dengan nilai dan kemahiran pemikiran yang tinggi. Kemahiran pemikiran tinggi perlu diterapkan dan guru harus memastikan bahawa pelajar dapat menerapkannya dalam membuat penaaakulan dan refleksi untuk menyelesaikan masalah, berinovasi dan membuat keputusan. Pendapat umum bahawa hanya pelajar yang mahir matematik dapat melanjutkan pelajaran ke universiti telah merencatkan potensi pelajar dalam pelbagai bidang (Turkmen & Sertkahya, 2015). Dalam abad ke-21, pelajar bukan sahaja sebagai pengguna yang berpengetahuan tetapi juga adalah pencipta produk dan pencetus idea baru. Mereka memerlukan pelbagai kemahiran mental atau kognitif (Ural, 2016). Pembelajaran cara menghafal, berbatas dan tidak berkontekstual harus disingkir daripada sistem pendidikan untuk membantu pelajar menganalisis dan mensintesis pengetahuan, supaya dapat menggalakkan pelajar untuk berfikir secara kritis dan menyelesaikan masalah yang kompleks (Othman et al, 2009; Shakir, 2009).

Bukan sahaja Falsafah Pendidikan Sains Kebangsaan, tetapi kajian tinjauan juga mendapati bahawa proses pembelajaran mesti menekankan pada aktiviti yang mendorong pembelajaran konsep, merangsang pemikiran dan diikuti dengan pengaplikasian (Maria & Kamisah, 2010). Pengkaji Ngaewkoodrua dan Yuenyong (2018) mencadangkan supaya satu panduan perlu dibangunkan untuk memantau pemahaman terhadap pengetahuan, kepercayaan dan tindakan guru dalam memupuk pemikiran inventif pelajar. Salah satu strategi untuk mendorong sistem pengajaran-pembelajaran kearah itu adalah untuk memupuk kreativiti dan kemahiran berfikir kritis pelajar, yang kemudiannya akan diterjemahkan ke arah menghasilkan sumber daya intelektual yang inovatif dan fleksibel dengan kemahiran menyelesaikan masalah yang tidak sesuai. Penerapan pemikiran inventif dalam pembelajaran bukan sahaja bertujuan untuk

mengukur tahap dan kebolehan murid berfikir secara kritis, menganalisis masalah dan mengumpulkan maklumat, berkomunikasi dan berkolaborasi, kreativiti dan inovasi, malah dapat memupuk nilai-nilai murni dalam kalangan murid melalui enam subdimensi yang terkandung di dalamnya (Faiza & Zamri, 2017).

Selari dengan matlamat tersebut, Reka Cipta merupakan Mata Pelajaran Elektif Ikhtisas(MPEI) dalam kumpulan Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) yang dirumuskan untuk memberi tumpuan kepada keperluan perubahan kurikulum dan penilaian berdasarkan kecekapan yang merujuk kepada standard industri, badan profesional dan badan perakuan nasional dan antarabangsa (Dokumen Standard Kurikulum & Pentaksiran (DSKP), 2015). Subjek Reka Cipta adalah berasaskan kepada teknologi dan menekankan kreativiti pelajar. Ini bertujuan untuk mendidik pelajar untuk melengkapkan diri dengan pengetahuan, kemahiran, nilai dan pemikiran kreatif, kritis, inovatif dan inventif serta berpotensi memupuk diri mereka dengan amalan lestari dengan transformasi pembangunan dan pengembangan industri negara. Mata pelajaran Reka Cipta memberi peluang kepada pelajar untuk menggabungkan kemahiran reka bentuk dan teknologi dengan kemahiran berfikir secara kritis dan kreatif untuk menghasilkan produk untuk memenuhi keperluan manusia. Perkataan inventif atau reka cipta berasal dari bahasa Latin 'invenire' yang bermaksud 'penemuan'. Penemuan adalah hasil akhir kreativiti yang melibatkan berfikir, menerbitkan idea dan menyelesaikan masalah. Oleh yang demikian, penerapan pemikiran inventif sangat penting dalam kalangan pelajar subjek Reka Cipta supaya matlamat dan objektif ke arah menghasilkan tenaga kerja yang kompetitif dapat dicapai. Kemahiran pemikiran inventif dalam P&P guru adalah amat penting bagi membantu pelajar mempertingkatkan pengajaran mereka dan dapat bersaing dalam mencapai pekerjaan yang lebih baik (Johari, 2018).

## Tinjauan Literatur

Globalisasi yang menunjukkan kadar perkembangan teknologi yang sangat pantas yang menyediakan banyak peluang baru untuk kemajuan manusia, juga menyebabkan banyak negara menghadapi cabaran sosial, ekonomi dan persekitaran. Ketidakpastian masa depan, akses kepada maklumat tanpa had dan kemajuan teknologi yang semakin meningkat memerlukan umat manusia bangkit untuk menghadapi cabaran tersebut. Selain daripada pencapaian akademik dan kemahiran teknikal yang tinggi, tenaga kerja abad ke-21 adalah diharapkan memiliki kemahiran sains dan matematik berserta dengan kemahiran pemikiran inventif yang merupakan penyatuan kreativiti, keupayaan untuk memproses dan menganalisis maklumat dengan kritis dan kemahiran menyelesaikan masalah (Maria & Kamisah, 2010).

Tuntasnya, kemahiran berfikir inventif bukanlah perkataan baru dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Walau bagaimanapun, ianya tidak diajar secara eksplisit kepada pelajar (Maria & Kamisah, 2010). Maria & Kamisah berpendapat bahawa pendedahan semata-mata terhadap tugas yang memerlukan pemikiran (inventif) tidak memberi kesan yang signifikan terhadap kemampuan pelajar. Secara idealnya, disarankan agar para pelajar bukan sahaja dibekalkan dengan persekitaran yang memupuk kemahiran pemikiran inventif mereka, tetapi juga diajar secara eksplisit melalui pemodelan, amalan berpanduan dan latihan untuk mengembangkan dan menerapkan kemahiran pemikiran inventif ini. Dalam mendidik pelajar ke arah kemajuan teknologi dan kemahiran minda, banyak program telah dibangunkan untuk mengajar kemahiran berfikir inventif menggunakan pelbagai kaedah, teknik, dan heuristik untuk menyelesaikan masalah dalam pelbagai bidang seperti sains, kejuruteraan, pengurusan, dan pemasaran. Antara program ini termasuklah The Cognitive Research Trust Program (De Bono 1990, 1992), Model Creative Problem Solving (Isaksen et al. 1994); The Eight-Dimensional Methodology (Berne and

Raviv 2004; Raviv and Raviv 2011); dan SCAMPER, oleh Eberle (1996) (Warren et al., 2014). Walau bagaimanapun, percambahan rangka kerja, konstruk dan program kemahiran berfikir boleh menyebabkan kekeliruan tentang aspek yang berpotensi utama dalam melatih minda muda untuk membentuk kemahiran berfikir inventif secara berkesan. Untuk menggambarkan senario tersebut, penyelidik bukan sahaja mengintegrasikan latihan kemahiran berfikir ke dalam subjek, tetapi juga membangunkan modul khusus untuk membentuk kemahiran berfikir sebagai satu subjek tersendiri. Sebagai contoh, Feuerstein's Enrichment Instrumental oleh (1990), Bono's CORT Lessons (Bono, 1973-1975), Lipman's Philosophy for Children (2003) dan Blagg's Somerset Thinking Skills Course (1993) adalah alat inkuiri yang dihasilkan untuk tujuan tersebut. Oleh itu, pengkaji berpendapat, teori dan model sangat penting dalam konteks mendidik pelajar sekolah menengah dalam subjek seperti Reka Cipta yang memerlukan pelajar menerapkan dan mengaplikasikan kemahiran berfikir inventif dalam menyelesaikan masalah berdasarkan sukatan matapelajaran.

Sehubungan dengan itu, pembelajaran yang berteraskan kepada pembangunan dan pementapan pemikiran inventif harus diterap dalam sistem pendidikan untuk membantu pelajar menganalisis dan mensintesis pengetahuan supaya pelajar berfikir secara kritis dan berupaya menyelesaikan masalah yang kompleks (Othman et al, 2009; Shakir, 2009). Penerapan kemahiran pemikiran inventif juga dilihat selari dengan Falsafah Pendidikan Sains Kebangsaan. Kemahiran pemikiran inventif ini memberikan peluang kepada pelajar untuk menggabungkan kemahiran mereka cipta dan teknologi dengan kemahiran berfikir kritis dan kreatif untuk menghasilkan produk yang dapat memenuhi keperluan masyarakat moden. Kemahiran berfikir aras tinggi yang digunakan dalam kurikulum mempunyai empat tahap pemikiran di mana guru perlu memastikan pelajar dapat mengaplikasikan kemahiran tersebut dalam membuat penaaakulan dan refleksi untuk menyelesaikan masalah membuat keputusan, berinovasi dan mencipta. Oleh itu, penerapan pemikiran inventif adalah penting dalam kalangan pelajar supaya matlamat dan objektif untuk menghasilkan tenaga kerja yang kompetitif dapat dicapai. Secara umumnya, kemahiran pemikiran inventif seperti mana yang disarankan oleh Masyuniza (2015), Tang (2018) dan Tuan Mastura et al. (2010) adalah keupayaan individu menggunakan kemahiran kognitif secara bersistematik untuk menyelesaikan masalah bagi menghadapi cabaran dalam persekitaran pendidikan, industri dan ekonomi global. Majoriti sarjana dalam bidang pendidikan bersetuju mengenai kepentingan kemahiran pemikiran inventif kepada individu. Contohnya, kajian dalam bidang pendidikan membuktikan bahawa penerapan kemahiran pemikiran inventif ke dalam aktiviti pembelajaran berupaya meningkatkan pencapaian pelajar sama ada dalam bidang akademik dan juga pendidikan teknik dan vokasional (Aliamat, 2015; Ashraf, 2018; El Soufi & See, 2019; Greenberg, 2015; Salleh & Saifullizam, 2017).

Selain itu, penelitian yang mendalam terhadap kajian literatur menunjukkan bahawa kemahiran pemikiran inventif adalah kombinasi dua elemen penting. Pertama, ianya adalah satu keupayaan mental (strategi kognitif dan sikap mental yang bersistematik dan bersifat deduktif) dan kedua, ianya adalah sikap (lakuan dan kelakonan luaran) yang menjadi elemen pemangkin utama seseorang untuk melihat sesuatu masalah atau cabaran dari perspektif yang positif iaitu sesuatu yang boleh diselesaikan atau diatasi. Dengan kata lain, seseorang yang mempunyai pemikiran inventif berupaya menempuh setiap cabaran atau masalah yang dihadapi secara berstruktur atau bersistem. Oleh itu, kedua-dua kualiti ini, iaitu keupayaan mental dan sikap dilihat sebagai pelengkap antara satu sama lain dan amat diperlukan oleh setiap pelajar sebagai persediaan menghadapi cabaran dalam Abad Ke-21 (NCREL, 2003).

## Kemahiran Pemikiran Inventif

Kemahiran berfikir dan kreativiti bukan aspek baru dalam proses pengajaran-pembelajaran. Namun, dalam sistem pendidikan masakini, pendekatan yang berpusat pada peperiksaan dan penekanan yang tinggi terhadap kecemerlangan akademik untuk memenuhi syarat kemasukan institusi pendidikan tinggi dan pasaran pekerjaan telah merencatkan kepentingan kemahiran ini. Mitos dan tanggapan bahawa kreativiti adalah bakat semula jadi yang tidak dapat dipelajari telah menjadi halangan bagi kebanyakan individu untuk memandang serius tentang perkara ini. Tambahan pula, tanggapan kreativiti sebagai kemahiran yang menarik tetapi tidak perlu untuk bidang analitik atau sains telah mengurangkan penekanan dan perhatian untuk mempelajari kemahiran ini di dalam kelas. Pada kenyataannya, terdapat bukti yang mengejutkan yang menunjukkan situasi sebaliknya iaitu kreativiti dan kemahiran menyelesaikan masalah meningkatkan proses kognitif biasa yang menghasilkan output yang luar biasa (Robinson, 2010; Weisberg, 1993; Nickerson, 1999; Simonton, 2000; Barak, 2013). Disamping itu, pemikiran kritis pula merujuk kepada kemampuan untuk menganalisis maklumat, menentukan kesesuaian maklumat yang dikumpulkan dan menafsirkannya dalam menyelesaikan masalah (Gagné, 1988). Pemikiran kritis memerlukan pemikiran peringkat tinggi yang melibatkan proses analisis, penilaian, kewajaran dan refleksi (Jeevanantham, 2005).

Kemahiran berfikir inventif adalah gabungan kedua-dua kreativiti dan kemahiran berfikir kritis yang berpuncak pada penyelesaian inovatif untuk masalah tersebut. Teori Penyelesaian Masalah Inventif (TRIZ) oleh Genrich Altshuller dan rakan-rakannya (Altshuller & Shapiro, 1956) yang pada awalnya dirumuskan sebagai teknik penemuan, kemudiannya berkembang menjadi algoritma untuk menyelesaikan masalah inventif (dikenali sebagai ARIZ) dan akhirnya berkembang menjadi teori saintifik untuk penemuan, kreativiti dan inovasi. TRIZ Altshuller berdasarkan tiga prinsip iaitu (a) undang-undang objektif yang merujuk kepada undang-undang sistem yang ada; (b) percanggahan yang merujuk kepada masalah yang menghalang evolusi sistem; dan (c) situasi atau keadaan tertentu, yang merujuk kepada masalah tertentu yang berkaitan dengan senario tersebut. Ini diterapkan dalam model asas yang membawa kepada pengembangan instrumen khusus untuk menilai dan menerima TRIZ (Khomeenko & Ashtiani, 2007). Perkembangan TRIZ menjadi kerangka untuk mendorong kemahiran berfikir kritis, reka cipta, kreativiti dan inovasi telah diakui sekurang-kurangnya dua dekad (Moseley et al., 2004; Barak & Mesika, 2007; Sokol et al., 2008).

EnGauge memetik kemahiran pemikiran inventif sebagai salah satu komponen penting dalam kemahiran abad ke 21 untuk membolehkan pelajar menilai masalah secara kritis, mengumpul maklumat, berkolaborasi dalam komunikasi dan mencadangkan pelbagai penyelesaian. Menurut enGauge, definisi kemahiran berfikir inventif terdiri daripada enam elemen berikut; (Abdullah & Osman, 2010; Abdullah & Osman, 2010b)

- a) Untuk **menyesuai dan mengurus kerumitan** dengan memahami aliran perubahan persekitaran yang berterusan dan bertindak balas terhadapnya dengan mengubah proses pemikiran, sikap atau tingkah laku seseorang secara positif untuk menampung persekitaran baru;
- b) Untuk memiliki **pengarahan sendiri** dengan memupuk kemampuan untuk menetapkan tujuan, merancang untuk mencapai tujuan tersebut, melabur masa dan usaha untuk menyelesaikan tujuan, dan menilai kualiti hasil dari pencapaian dan pengalaman pembelajaran secara bebas;
- c) Untuk mempunyai **rasa ingin tahu**, keinginan untuk terus belajar sesuatu yang baru dan meningkatkan pemahaman tentang subjek yang diketahui;

- d) Memuncak dan menggabungkan **kreativiti** dengan menambahkan keaslian dan daya cipta pada karya seseorang, meningkatkan kepentingan peribadi atau budayanya
- e) Untuk **mengambil risiko** dengan melampaui zon selamat dan selesa dan membiarkan seseorang berpeluang melakukan kesilapan dalam menangani cabaran
- f) Untuk melibatkan diri dalam **pemikiran yang lebih tinggi dan penaakulan yang bernas** dengan mengambil bahagian dalam beberapa proses analisis, perbandingan, inferensi dan interpretasi, penilaian dan sintesis kognitif dalam konteks bukan sahaja domain akademik, tetapi juga konteks penyelesaian masalah.

Berdasarkan enam elemen tersebut, institusi sekolah menengah atau pengajian tinggi berada pada kedudukan yang ideal untuk melatih pelajar dalam kemahiran pemikiran inventif memandangkan pelajar mula mengembangkan pengetahuan mereka melangkaui kemahiran asas membaca, menulis dan mengira. Mereka mula mengembangkan minat dan fokus berdasarkan potensi mereka dan menganalisis maklumat relevan yang dipelajari secara kritis dan mengelompokkannya mengikut kegunaan (Warren et al., 2014). Walaupun pengenalan kepada pemikiran inventif harus dilakukan di sekolah rendah, manakala sekolah menengah adalah institusi yang ideal untuk melatih pelajar dalam mengamal dan mempraktik dengan cara yang berkesan selaras dengan perkembangan akademik dan kognitif mereka. Tambahan pula, para pelajar berpotensi mengamalkan dan menggunakan pendekatan inovatif dan kreatif mereka secara aktif untuk memenuhi keperluan sosial dan persekitaran dan meneruskan idea-idea pembangunan lestari, yang bukan hanya dapat dilaksanakan untuk kemajuan ekonomi, tetapi juga untuk menyumbang ke arah kepentingan alam sekitar dan sosial. Oleh itu, institusi pendidikan menengah digalakkan untuk memainkan peranan utama dalam mengekalkan pembangunan lestari, terutama dengan menggalakkan pemikiran berasaskan inovasi dan penyelesaian masalah kreatif ke arah menyelesaikan cabaran sosial dan persekitaran.

## Tujuan Kajian

Tujuan kajian ini adalah untuk membangunkan satu model pendidikan yang sesuai dalam menerapkan pemikiran inventif dalam kalangan pelajar mata pelajaran Reka Cipta. Model yang disyorkan ini dijangka boleh menjadi pendorong inovasi dan satu pendekatan penyelesaian masalah kreatif dalam menyesuaikan diri terhadap strategi saintifik, sosial dan ekonomi yang berkaitan dengan pembangunan mampan. Kajian yang berfokuskan pemikiran inventif ini dapat menyumbang secara langsung dalam melahirkan pelajar berkemahiran tinggi, kreatif, inovatif dan mempunyai kelestarian yang tinggi sejajar dengan keperluan alam pekerjaan abad ke-21. Model ini juga dihasratkan menjadi satu rujukan yang signifikan bagi guru dalam melahirkan pelajar yang kompeten yang dapat mengaplikasikan elemen pemikiran inventif dengan lebih berkesan.

## Metodologi

Kajian ini menggunakan pendekatan Penyelidikan Reka Bentuk dan Pembangunan (DDR) yang dipelopori oleh Richey dan Klein (2007). Richey & Klien (2007) menyatakan bahawa penggunaan pendekatan DDR adalah sangat sistematik yang melibatkan proses reka bentuk, pembangunan dan penilaian berdasarkan kajian empirikal. Menurut Richey (2004) terdapat dua jenis kajian dalam kajian pembangunan iaitu jenis satu, mengenai proses reka bentuk, pembangunan dan penilaian produk yang spesifik dan jenis dua adalah mengenai proses reka bentuk, pembangunan dan penilaian model. Ellis & Levy (2010) juga menyatakan bahawa pendekatan DDR dapat dijadikan panduan dalam penyelidikan berikut: -

- i. Menghasilkan teori baru dalam menyelesaikan masalah
- ii. Reka bentuk dan pengembangan model baru di setiap bidang pengajian.
- iii. Pengembangan kaedah dan proses baru dalam model pelaksanaan atau peralatan yang ada.

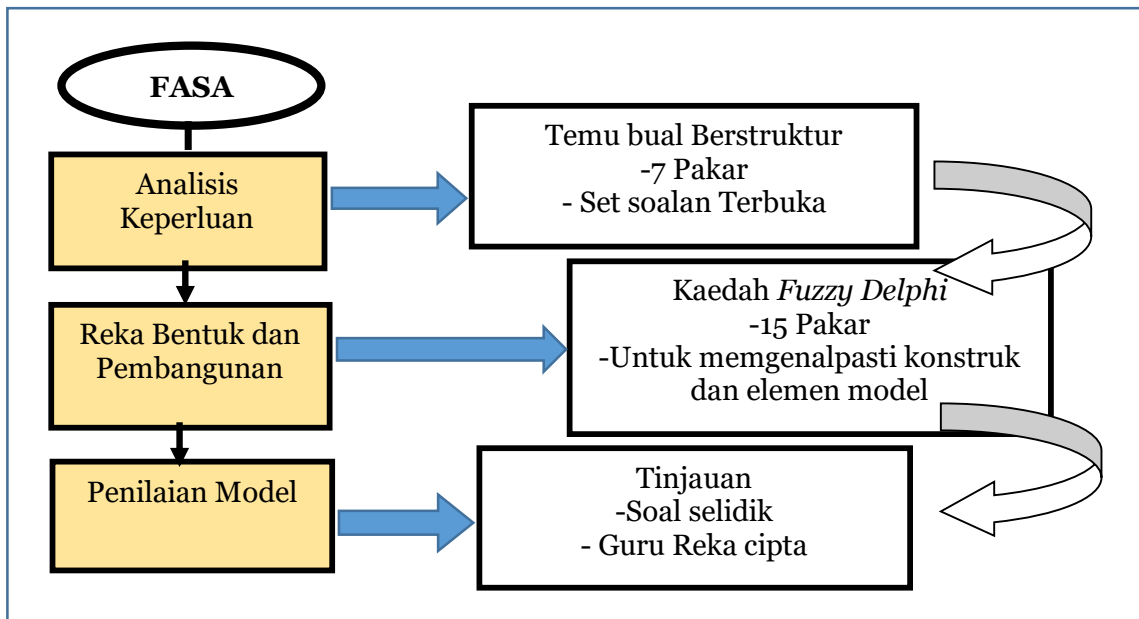
Kajian DDR ini pada dasarnya mengandungi empat fasa komprehensif. Fasa pertama dikenali sebagai fasa analisis keperluan. Fasa kedua dikenali sebagai fasa reka bentuk. Fasa ketiga dikenali sebagai fasa pembangunan dan fasa keempat adalah fasa penilaian. Penggunaan kaedah DDR juga boleh diinovasikan dengan kepelbagaian bentuk kaedah dan instrumen mengikut setiap fasa berdasarkan objektif dan persoalan kajian yang dilaksanakan. Secara tidak langsung, DDR boleh menyelesaikan masalah dalam konteks yang spesifik (Saedah et.al, 2013) dan boleh diimplimentasi menggunakan alat kajian yang terkini seperti FDM, NGT, ISM, AHP dan SEM disamping kaedah kuantitatif atau kualitatif yang sedia ada sama ada menggunakan kumpulan pengguna atau kumpulan pakar sebagai sampel kajian (Shukor, Marinah & Ramlee, 2020). Terdapat pelbagai produk dan hasil yang boleh dihasilkan oleh teknik ini seperti model, modul, borang kaji selidik, kerangka, garis panduan, pelan strategik dan misi berdasarkan keperluan sesuatu kajian. Jadual 1 memperincikan kajian dan kaedah yang boleh diaplikasikan dalam kajian reka bentuk dan pembangunan.

Jadual 1: Kerangka asas kaedah dan metodologi dalam kajian reka bentuk dan pembangunan

Kajian	Projek (pendekatan)	Kaedah yang diaplikasi
Produk dan alat( <i>tool</i> )	Rekabentuk komprehensif dan pembangunan projek	Kajian kes, analisis kandungan, Penilaian, Pemerhatian lapangan, temu bual ( <i>indepth interview</i> )
Produk dan alat( <i>tool</i> )	Fasa reka bentuk dan pembangunan	Kajian kes, analisis kandungan, penilaian pakar, pemerhatian, temu bual, dan soal selidik
Produk dan alat( <i>tool</i> )	Pembangunan alat ( <i>tool</i> ) dan penggunaan	Penilaian, penilaian pakar, temu bual, soal selidik (survey) Model Pembangunan model Kajian kes, Delphi, temu bual, tinjauan literatur, soal selidik, <i>Think Aloud Method</i>
Model	Penilaian Model	Eksperimen, penilaian pakar, temu bual ( <i>in-depth interview</i> )
Model	Kebolegunaan model	Model Kajian kes, analisis kandungan, pemerhatian lapangan, temu bual, soal selidik, <i>Think A Loud Method</i>

Sumber: Richie dan Klein (2007)

Oleh kerana kajian ini bertujuan bagi membangunkan satu model baharu yang memenuhi keperluan sesebuah sistem pendidikan, reka bentuk dan pembangunan jenis dua telah dipilih. Walaubagaimanapun, Fasa 2 dan 3 telah digabungkan menjadikan keseluruhan kajian ini mengandungi 3 fasa seperti yang disyorkan oleh Mohd. Ridhuan et.al (2018) supaya lebih praktikal dan ia tidak menjejaskan prosedur dan fasa kajian (Richey & Klein, 2007). Pembangunan model dalam kajian ini dilakukan seperti aliran di bawah.



Rajah 1 Aliran Pembangunan Model Pemikiran Inventif mengikut fasa

Jadual 2 di bawah pula adalah ringkasan huraian bagi setiap fasa yang diaplikasikan dalam pembangunan model pemikiran inventif tersebut.

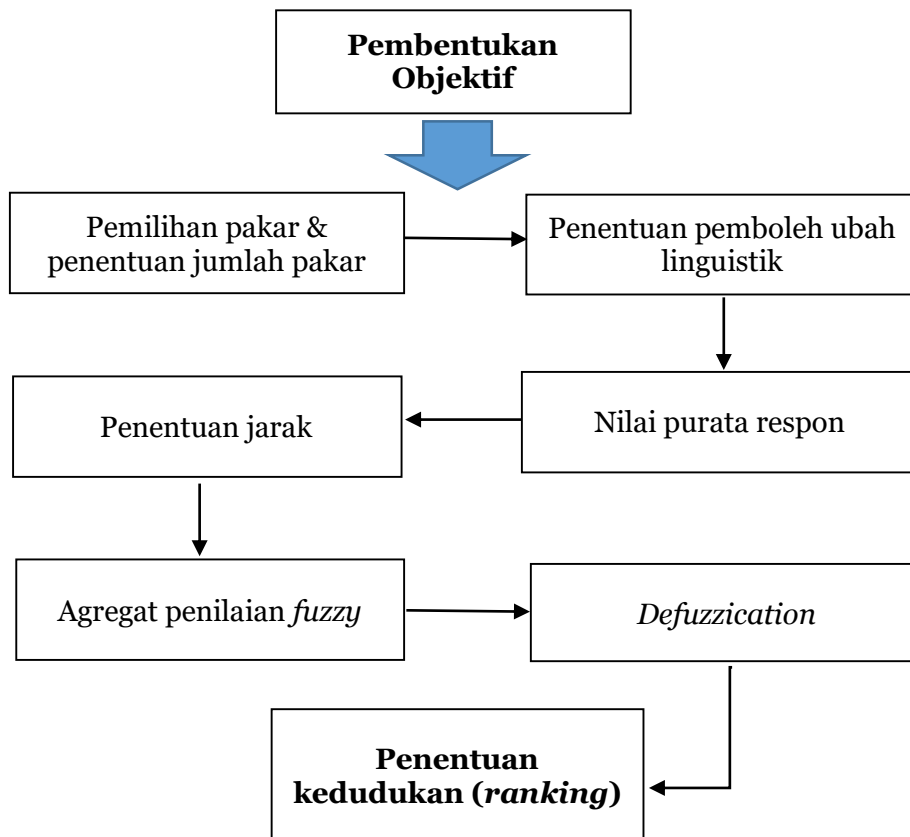
Jadual 2: Fasa pembangunan model kemahiran Pemikiran Inventif mengikut fasa kajian

Fasa pembangunan model Pemikiran Inventif	Perincian Fasa kajian
Fasa 1: Analisis Keperluan	Analisis keperluan Model Pemikiran Inventif Fasa untuk mengenal pasti keperluan untuk pembinaan model kajian ini dan untuk pemetaan model dengan menemubual 7 orang pakar menggunakan temubual separa struktur dengan set soalan terbuka ( <i>open ended questionnaire</i> )
Fasa 2: Reka bentuk dan Pembangunan	Kajian Kaedah <i>Fuzzy Delphi</i> (FDM) untuk mengenalpasti dan menentukan konstruk dan item Fasa ini menggunakan pendekatan pembentukan model berdasarkan Kaedah <i>Fuzzy Delphi</i> ( <i>Fuzzy Delphi Method</i> ) berasaskan kesepakatan dan persetujuan pakar ( <i>Threshold</i> ( $d$ ) $\leq 0.2$ , Peratus kesepakatan pakar $\geq 75\%$ dan $\alpha$ -cut $\geq 0.5$ )
Fasa 3: Penilaian	Kajian tinjauan menggunakan instrumen soal selidik menggunakan guru sebagai sampel untuk menentusahkan model akhir sepadan dengan data di lapangan menggunakan PLS-SEM



Berdasarkan Jadual 2, fasa pertama reka bentuk kajian iaitu fasa analisis keperluan dilaksanakan untuk mengenal pasti keperluan dan pemetaan model kajian iaitu model pemikiran inventif. Kaedah yang digunakan adalah temu bual separa struktur dengan menggunakan instrumen protokol temu bual yang melibatkan tujuh orang pakar yang terdiri daripada tenaga pengajar mata pelajaran Reka Cipta. Transkrip temu bual yang disahkan oleh informan dianalisis mengikut persoalan kajian fasa tersebut.

Bagi fasa reka bentuk dan pembangunan pula, Fuzzy Delphi Method (FDM) dilaksanakan dengan melibatkan 17 orang pakar bidang teknologi dan reka cipta. Fasa kedua ini menggunakan satu instrumen soal selidik yang telah melalui proses kesahan oleh pakar kandungan serta pakar bahasa sebelum ditadbir. Instrumen dibangunkan bagi mengesahkan konstruk dan elemen model berpandukan sorotan literatur, namun panel pakar dibenarkan untuk menambah atau menggugurkan konstruk yang disarankan. Selepas memperoleh kesepakatan pakar dalam menentukan konstruk dan elemen, satu prototaip model dapat dibangunkan sebagai asas model. Kaedah Fuzzy Delphi merupakan kaedah yang efektif dalam mendapatkan kesepakatan pakar dan konsesus pakar dalam sesuatu perkara (Ramlan & Ghazali, 2018). Kaedah ini dilihat lebih efisien dalam kajian yang melibatkan pendapat pakar disamping menjimatkan masa, meningkatkan masa dalam membuat keputusan dan pendapat pakar lebih efisien dan mudah diperolehi. Pakar dirumuskan sebagai seseorang yang dianggap sebagai sumber yang dipercayai berdasarkan bakatnya untuk menilai dan memutuskan sesuatu dengan benar, baik, serta adil, sesuai dengan peraturan dan status dalam bidang khusus tertentu (Ramlan & Ghazali, 2018). Rajah di bawah menunjukkan ringkasan proses pelaksanaan kaedah Fuzzy Delphi.



Rajah 2 Ringkasan proses pelaksanaan kaedah *Fuzzy Delphi* (Sumber: Ramlan & Ghazali 2018, m/s 58)

Pada fasa 3, proses menentuhkan prototaip model tersebut pula dilaksanakan dengan menggunakan kaedah kajian tinjauan. Instrumen soal selidik yang dibangunkan berdasarkan fasa 2 ditadbir dengan menggunakan guru sebagai sampel kajian. Sebelum itu, kajian rintis dilaksanakan bagi memastikan kesahan dan kebolehpercayaan setiap item dalam soal selidik tersebut. Data dianalisis menggunakan PLS-SEM untuk melihat hubungan setiap konstruk dan elemen.

## Kesimpulan

Dasar Pendidikan Kebangsaan Malaysia bertujuan untuk mengembangkan potensi individu secara holistik - dengan mempertimbangkan aspek intelektual, rohani, emosi dan jasmani untuk meningkatkan kecemerlangan, kecekapan, standard moral yang tinggi, tanggungjawab, kesejahteraan diri dan keupayaan untuk menyumbang kepada keluarga, masyarakat dan negara. Tidak kira sama ada seseorang individu cenderung ke arah bidang ilmiah atau kreatif, Malaysia perlu memupuk lapisan masyarakat yang progresif, berpengetahuan, inovatif, ingin tahu, dan berfikiran terbuka untuk mencapai pertumbuhan yang berterusan berlandaskan produktiviti dan berkemampuan sepenuhnya dalam era ekonomi global di abad ke 21 ini. Sistem pendidikan Malaysia lebih menekankan pada menghafal fakta dan prosedur daripada pemahaman konsep dan penerapan teori kompleks atau penjana idea atau produk baru sebagai lanjutan kepada pengetahuan sedia ada. Disamping kecemerlangan akademik sebagai prasyarat wajib untuk memenuhi syarat untuk memasuki pusat pengajian tinggi, kemajuan teknologi maklumat juga membantutkan pemikiran cerdas pelajar. Dalam ekonomi pengetahuan hari ini dan kecenderungan mengakses maklumat kritikal melalui internet menghalang kemahiran menyelesaikan masalah pelajar kerana internet tersedia dengan penyelesaiannya secara mudah dan cepat. Adalah diterima secara meluas bahawa kemahiran pemikiran inventif harus diperkenalkan ke dalam pelbagai disiplin ilmu melalui pendidikan dan hasil yang lebih baik dapat dicapai jika ini dilakukan pada peringkat umur yang sangat awal. Kerangka teori kemahiran pemikiran inventif yang komprehensif bersama dengan program yang relevan membolehkan penggabungan kemahiran yang berkesan. Dengan membangunkan model baru yang disarankan berdasarkan model rujukan yang sedia ada akan mengatasi jurang pengetahuan yang kritikal. Adalah penting untuk memastikan guru diberikan sokongan yang mencukupi dari segi sokongan pembangunan profesional dan bahan pengajaran yang mencukupi agar usaha untuk menerapkan kemahiran pemikiran inventif dalam pembelajaran pelajar berjaya. Dengan adanya model sebagai rujukan, ianya pasti akan membantu pendidik dalam menggunakan kemahiran ini ke atas setiap pelajar. Guru dapat meningkatkan kecekapan mereka dalam menerapkan kemahiran pemikiran inventif yang berkesan dan sistematik.

## Rujukan

- Altshuller, G. S., & Shapiro, R. B. (1956). Psychology of inventive creativity. *Voprosi Psihologii*, 6, 37-49.
- Barak, M., & Mesika, P. (2007). Teaching methods for inventive problem-solving in junior high school. *Thinking Skills and Creativity*, 2.
- Barak, M. (2013). Impacts of learning inventive problem-solving principles: students transition from systematic searching to heuristic problem solving, *Instr Sci*, 41:657-679.

- Berne, R., & Raviv, D. (2004). Eight-dimensional methodology for innovative thinking about the case and ethics of the mount graham, large binocular telescope project. *Science and Engineering Ethics*, 10(2), 235–242.
- David RK. A revision of bloom's taxonomy: an overview. *Theory Pract.* 2002;41(4):213–8.
- De Bono, E. (1990). *Lateral thinking*. London: Ward Lock Educational.
- De Bono, E. (1992). *Serious creativity: Using the power of lateral thinking to create new ideas*. New York: Harper Collins.
- Eberle, B. (1996). *Scamper: Games for imagination development*. Waco, TX: Prufrock Press.
- Ellis, T. J., & Levy, Y. (2010). A guide for novice researchers: Design and development research methods. *Proceedings of Informing Science & IT Education Conference*, (10), 107–118. <https://doi.org/10.1109/TDEI.2009.5211872>
- Faiza Hasbullah. (2017). Tahap kemahiran inventif murid sekolah rendah dalam pembelajaran Bahasa Melayu. Kertas Projek Sarjana Pendidikan. Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia
- Gagné, R.(1988). Some Reflections on Thinking Skills.*Instructional Science*, 17(4), 387-390.
- Goldenberg, J., & Mazurski, D. (2002). *Creativity in product innovation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Helfman, J. (1992). Analytic inventive thinking model. In J. W. Weber & D. N. Perkins (Eds.), *Inventive minds: Creativity in technology* (pp. 251–270). New York: Oxford University Press.
- Isaksen, S. G., Dorval, K. B., & Treffinger, D. J. (1994). *Creative approaches to problem solving*. Dubuque, IA: Kendall-Hunt.
- Jeevanantham, L. S. (2005). Why Teach Critical Thinking? *Africa Education Review*, 2(1), 118-129.
- Johari, E. (2018). Penyerapan Pemikiran Inventif dalam pengajaran guru Bahasa Melayu sekolah rendah dan sekolah menengah berdasarkan jantina, pengalaman mengajar dan kategori sekolah. *Jurnal pendidikan bahasa melayu*, 8(3), 39-47.
- Kamisah, O. (2013) Scientific Inventive Thinking Skills in Children. In: Carayannis E.G. (eds) *Encyclopedia of Creativity, Invention, Innovation and Entrepreneurship*. Springer, New York, NY
- Khomenko, N., & Ashtiani, M. (2007). Classical TRIZ and OTSM as scientific theoretical background for non-typical problem solving instruments. *ETRIA Future 2007* (Frankfurt, 6–8 November).
- Khomenko, N, Sidorchuk T. *Thoughtivity for kids*. Salem: GOAL/QPC; 2006.

- Lini, Z. Z., & Sasana, H. (2019). Pengaruh Tingkat Globalisasi Terhadap Pengangguran Di Asean. *Jurnal REP (Riset Ekonomi Pembangunan)*, 4(1), 13-26.
- Maria, A. & Kamisah, O (2010). 21st century inventive thinking skills among primary students in Malaysia and Brunei, *Procedia Social and Behavioral Science*, 9:1646-1651.
- Maria, A. & Kamisah, O (2010). Scientific inventive thinking skills among primary students in Brunei. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 7(C), 294–301. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.10.041>
- Marsh D, Waters F, Mann D. Sing TRIZ to resolve educational delivery conflicts inherent to expelled students in Pennsylvania. *The TRIZ J.* 2002, available at <<http://www.trizjournal.com/archives/2002/11/c/03.pdf>>
- Moehrle, M. G. (2005). What is TRIZ? From conceptual basics to a framework for research. *Creativity and Innovation Management*, 14(1), 3–13.
- Moseley, D., Baumfield, V., Higgins, S., Lin, M., Miller, J., & Newton, D., et al. (2004). Thinking skills frameworks for post-16 learners: An evaluation. *A research report for the learning and skills*. Research Centre.
- Moseley, D., Elliott, J., Gregson, M., & Higgins, S. (2005). Thinking skills frameworks for use in education and training, *British Educational Research Journal*, 31:367-390.
- Nakagawa, T. (2011). Education and training of creative problem solving thinking with TRIZ/USIT, *Procedia Engineering*, 9:582-595.
- NCREL: enGauge 21st Century Skills. (2003). Digital Literacies for a Digital Age. <http://www/ncrel.org/engage/skills/skills.htm>.
- Nesterenko A, Belova G. Knowledge workshop: the tools of the problem-centred education based on OTSM-TRIZ (in Russian) [CD-ROM]. Moscow: Effektivniye Obrazovatelnie Technologii; 2010.
- Ngaewkoodrua, N., & Yuenyong, C. (2018). The Teachers' Existing Ideas of Enhancing Students' Inventive Thinking Skills. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 17(2), 169-175.
- Nickerson, R. S. (1999). Enhancing creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 392–430). Cambridge: Cambridge University Press.
- OECD, 2008, *21<sup>st</sup> Century Learning: Research, Innovation and Policy Directions from Recent OECD Analyses*, Paris.
- Pevneva, I., Gavrishina, O., Smirnova, A., Rozhneva, E., & Yakimova, N. (2017). Education within Sustainable Development: Critical Thinking Formation on ESL Class, *E3S Web of Conferences*, 21, 04021.
- Ramlan, M. & Ghazali, D. (2018). *Aplikasi Kaedah Fuzzy Delphi dalam Penyelidikan Sains Sosial*. Kuala Lumpur: Penerbit Universiti Malaya.

- Raviv, D., & Raviv, T. (2011). Everyone loves speed bumps, don't you? A guide to innovative thinking. West Berlin, NJ: Townsend Union Publishers.
- Robinson, K. (2010). Out of our minds: Learning to be creative. Oxford: Capstone.
- Rodzalan, S.A, & Saat, M.M. (2014) The Perception of Critical Thinking and Problem Solving Skill among Malaysian Undergraduate Students, *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 172:725-732.
- Sai'en, S., Tee, T.K., Md. Yunos, J., Lee, M.F., Yee, M.H., & Mohamad, M.M. (2017). The needs analysis of learning Inventive Problem Solving for technical and vocational students, *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 226 012198.
- Savransky, S. D. (2000). Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Sukor, B., Marinah, A. & Ramlee, I.(2020). Pembangunan Model Kompetensi Pemimpin Pertengahan: Satu Kajian Reka Bentuk dan Pembangunan, *Journal of Educational Research and Indigeneous Studies, Volume: 2 (1)*.
- Simonton, D. K. (2000). Creativity: Cognitive, developmental, personal, and social aspects. *American Psychologist*, 55(1), 151–158.
- Sokol, A., Oget, D., Sonntag, M., & Khomenko, N. (2008). The development of inventive thinking skills in the upper secondary language classroom, *Thinking Skills and Creativity*, 3:34-46.
- Sokol A., Lasevich E., Jonina R., Dobrovolska-Stoian M. (2013). Inventive Thinking Skills, Development. In: Carayannis E.G. (eds) Encyclopedia of Creativity, Invention, Innovation and Entrepreneurship. Springer, New York, NY
- Strakova, Z., & Cimermanoa, I. (2018) Critical Thinking Development— A Necessary Step in Higher Education Transformation towards Sustainability, *Sustainability*, 10:3366.
- Treffinger, D. J., Isaken, S. G., & Dorval, K. B. (2000). Creative problem solving: An introduction (Third Edition). Wako, Texas: Prufrock Press.
- Turkmen, H., & Sertkahya, M. (2015). Creative thinking skills analyzes of vocational high school students. *Journal of Educational And Instructional Studies In The World*, 74-84.
- Ural, E. (2016). The Effect of Guided-Inquiry Laboratory Experiments on Science Education Students' Chemistry Laboratory Attitudes, Anxiety and Achievement. *Journal of Education and Training Studies*, 4(4).
- Warren, A., Archambault, L., & Foley, R.W. (2014).Sustainability Education Framework for Teachers: Developing sustainability literacy through futures, values, systems and strategic thinking, *The Journal of Sustainability Education*, available at [http://www.susted.com/wordpress/content/sustainability-education-framework-for-teachers-developing-sustainability-literacy-through-futures-values-systems-and-strategic-thinking\\_2015\\_01/](http://www.susted.com/wordpress/content/sustainability-education-framework-for-teachers-developing-sustainability-literacy-through-futures-values-systems-and-strategic-thinking_2015_01/)
- Weisberg, R. W. (1993). Creativity: Beyond the myth of genius. New York: Freeman.