

Kesan Penggunaan CAD3D Sebagai Medium Penjanaan Idea Inovasi Berbanding Lakaran Tangan.

Muhamad Sani Buang
Politeknik Banting
msani879428@gmail.com

Anwar Hamid @ Pa
Kolej Komuniti Kepala Batas,
anwarkbatas@gmail.com

Abstract

The use of 3D CAD software in product design engineering field is widely used due to its functionality and features are ease to user compare to traditional 2D CAD software for designing process. Unfortunately, the use of 3D CAD as a medium of idea generation technique at conceptual design stage is still under debating among the scholars where the method of hand sketch dominated longer as a medium of effective idea generation at the conceptual level. In this study, the effectiveness of using 3D CAD software versus hand sketch in generating an innovative ideas at the conceptual design process has been experimentally analysed. A quasi-experimental study using pre-test and post-test control group design method was conducted on manufacturing technology programme students, at Community Colleges, Ministry of Education Malaysia that took product design course by using 3D CAD software. The population consists of 106 students at four Community Colleges offered Manufacturing Technology Certificates where the samples consisted with 41 students for the treatment group and 34 students for the comparison group. The treatment group generated ideas using 3D CAD software while the comparison group used the traditional hand sketch method for ideas generation. ANOVA tests were used to determine a significant effect on the generation of novelty ideas, variety ideas and quality ideas. The findings showed that there is a significant difference in the ability to generate ideas using 3D CAD compared to traditional methods among mechanical engineering students. As a conclusion, the use of 3D CAD software as an idea-generation medium is much better in enhancing student's achievement to produce innovative designed product compared to the traditional hand sketch method.

Keywords: 3D CAD, product innovation, hand sketch

Abstrak

Penggunaan perisian CAD3D dalam bidang reka bentuk produk kejuruteraan adalah amat meluas kerana fungsi dan sifatnya lebih mudah serta pantas digunakan berbanding menggunakan perisian CAD2D tradisional diperingkat akhir proses rekabentuk produk. Namun begitu, penggunaan CAD3D sebagai medium penjanaan idea diperingkat konseptual masih menjadi perdebatan di kalangan sarjana kerana kaedah lakaran tangan telah lama mendominasi sebagai medium penjanaan idea inovasi berkesan diperingkat konsep. Dalam kajian ini, keberkesanan penggunaan perisian CAD3D berbanding kaedah lakaran tangan semasa menjana idea inovasi diperingkat awal proses rekabentuk produk telah dianalisis secara eksperimental. Kajian eksperimen kuasi dengan kaedah reka bentuk kelompok kawalan praujian-pascaujian telah dijalankan terhadap pelajar kejuruteraan mekanikal pembuatan di Kolej Komuniti Kementerian Pendidikan Malaysia yang mengambil matapelajaran rekabentuk produk dengan menggunakan perisian CAD3D. Populasi terdiri daripada 106 orang pelajar di empat buah Kolej Komuniti yang menawarkan Sijil Mekanikal Pembuatan di mana sampel-sampel kajian terdiri dari 41 pelajar untuk kumpulan rawatan manakala 34 orang pelajar untuk kumpulan bandingan. Kumpulan rawatan menjana idea menggunakan perisian CAD3D manakala kumpulan bandingan menggunakan kaedah

penjanaan idea secara tradisional iaitu lakaran tangan. Ujian ANOVA digunakan untuk menentukan kesan signifikan ujian terhadap penjanaan idea baharu, idea pelbagai dan idea kualiti. Dapatan kajian menunjukkan terdapatnya perbezaan yang signifikan bagi keupayaan menjana idea-idea tersebut dengan menggunakan CAD3D berbanding kaedah tradisional di kalangan pelajar kejuruteraan mekanikal. Kesimpulannya, penggunaan perisian CAD3D sebagai medium penjanaan idea berbanding kaedah lakaran tangan adalah lebih baik bagi meningkatkan pencapaian pelajar dalam reka bentuk produk yang lebih inovatif.

Kata kunci: CAD3D, produk inovasi, lakaran tangan.

1.0 Pengenalan

Pada masakini, penggunaan perisian CAD3D dalam reka bentuk produk telah mengambil alih peranan kaedah konvensional yang menggunakan pen, kertas dan papan lukisan. Selain daripada menjimatkan masa, kualiti reka bentuk produk yang dihasilkan juga adalah sangat baik dan dapat menggambarkan ciri-ciri produk sebenar terutamanya dari segi estetika, kualiti, dan ketepatan produk yang dihasilkan (Hilmi, Pawanchik, Mustapha, & Mahmud, 2012). Perisian CAD3D adalah peralatan yang menggunakan sistem pengaturcaraan berkomputer untuk membantu dalam proses reka bentuk produk dan ianya memerlukan kemahiran pereka bentuk untuk memanipulasi arahan-arahan yang terdapat dalam perisian CAD3D bagi menghasilkan reka bentuk produk yang dikehendaki. Penggunaan perisian CAD3D dalam proses reka bentuk produk dapat membantu dalam penciptaan produk-produk baharu, melakukan pengubahsuaian dengan pantas, menjalankan analisa kejuruteraan, serta mengoptimumkan proses reka bentuk produk (Narayan, 2008). Selaras dengan berkembangnya pendidikan reka bentuk di Malaysia, penggunaan CAD3D telah diperkenalkan dalam kurikulum Pendidikan Teknik dan Vokasional di Malaysia bagi memberi latihan kemahiran tentang penggunaan perisian CAD3D dalam proses reka bentuk produk terutamanya di bidang reka bentuk produk kejuruteraan dan reka bentuk industri (Dzulkifli, 2004). Oleh kerana kelebihan CAD3D yang jauh lebih baik berbanding kaedah konvensional maka, peranannya telah diperluaskan dan tertumpu diperingkat akhir reka bentuk produk iaitu di peringkat perincian, dokumentasi dan persembahan produk (Musta'amal & Fairus, 2012). Namun begitu, di peringkat awal proses reka bentuk iaitu di peringkat penjanaan idea reka bentuk konsep, kaedah lakaran tradisional (LT) masih lagi dominan di kalangan pereka bentuk. Pesepsi di kalangan pereka bentuk ialah perisian CAD3D sedia ada adalah tidak sesuai untuk digunakan di peringkat awal proses reka bentuk kerana tujuan penciptaannya adalah untuk digunakan di peringkat akhir proses reka bentuk sahaja iaitu di peringkat perincian, dokumentasi dan persembahan produk (Musta'amal & Fairus, 2012; B.F. Robertson & Radcliffe, 2009). Oleh itu kajian ini dijalankan untuk mengenalpasti adakah penggunaan CAD3D dapat menghasilkan idea-idea kreatif dan inovatif diperingkat konsep seumpama kaedah konvensional iaitu menggunakan lakaran tangan (LT).

2.0 Pernyataan masalah

Sungguhpun kajian-kajian lepas telah dijalankan berhubung kepentingan CAD3D dalam proses reka bentuk produk inovasi tetapi keberkesanan penggunaannya hanya tertumpu di fasa akhir proses reka bentuk sahaja iaitu di peringkat perincian, dokumentasi dan persembahan produk. Menurut Musta'amal, (2010), di peringkat awal reka bentuk atau reka bentuk konsep, kajian eksperimen penggunaan CAD3D sebagai medium penjanaan idea adalah kurang dijalankan kerana kebanyakan kajian adalah cenderung menggunakan kaedah lakaran tangan (LT) sebagai medium penjanaan idea (Hodgson, 2008) . Terdapat beberapa kajian lepas yang menyokong dan tidak menyokong penggunaan CAD3D sebagai medium penjanaan idea dan hal ini menimbulkan kekeliruan dikalangan penyelidik dari segi tahap keupayaan CAD3D jika ianya digunakan sebagai pengganti terhadap kaedah lakaran tangan. Menurut Wieggers, (2007) kaedah lakaran tangan adalah satu medium yang berkesan untuk menterjemahkan idea-idea inovasi bagi menunjukkan bentuk idea asas sesuatu reka bentuk produk sebelum ianya dimuktamadkan di peringkat akhir. Pernyataan ini disokong oleh kajian-kajian lepas yang menyatakan menggunakan LT untuk menjana idea-idea inovasi di peringkat awal proses reka bentuk produk bagi menyelesaikan masalah reka bentuk produk kejuruteraan adalah sangat berkesan.(Kudrowitz, Te, & Wallace, 2012). Sebaliknya, terdapatnya beberapa kajian dan saranan dari penyelidik-penyelidik lepas yang menyatakan bahawa CAD3D boleh digunakan di peringkat awal proses reka bentuk produk dengan mengintegrasikan CAD3D dalam proses reka bentuk produk, ia dapat meningkatkan idea-idea kreatif dan inovatif pelajar berbanding pelajar yang menggunakan kaedah lakaran tangan dalam reka bentuk (Ismail, Mahmud, & Hassan, 2012).

Justeru itu, hasil kajian ini diharapkan dapat memberi jawapan adakah CAD3D dapat berperanan untuk digunakan di peringkat awal proses reka bentuk dan keberkesanannya sebagai medium penjanaan idea produk inovasi berbanding dengan kaedah LT.

3.0 Objektif kajian

Objektif kajian eksperimen ini adalah untuk menentukan keberkesanan penggunaan CAD3D berbanding menggunakan kaedah tradisional iaitu LT sebagai medium penjanaan idea di peringkat reka bentuk konseptual. Secara khususnya kajian ini ingin mengenalpasti kesan dengan menggunakan perisian CAD3D berbanding kaedah LT terhadap skor pencapaian idea-idea inovasi seperti penghasilan idea baharu (*novelty*), idea pelbagai (*variety*) dan idea kualiti (*quality*) untuk menghasilkan produk inovasi.

3.1 Berikut adalah persoalan kajian dalam kajian eksperimen ini:

- a. Adakah terdapat perbezaan yang signifikan dari segi skor skor idea baharu (*novelty*) pelajar yang menggunakan kaedah CAD3D berbanding dengan pelajar yang menggunakan kaedah LT sebagai medium penjanaan idea?
- b. Adakah terdapat perbezaan yang signifikan dari segi skor idea pelbagai (*variety*) pelajar yang menggunakan perisian CAD3D

berbanding dengan pelajar yang menggunakan kaedah LT sebagai medium penjanaan idea?

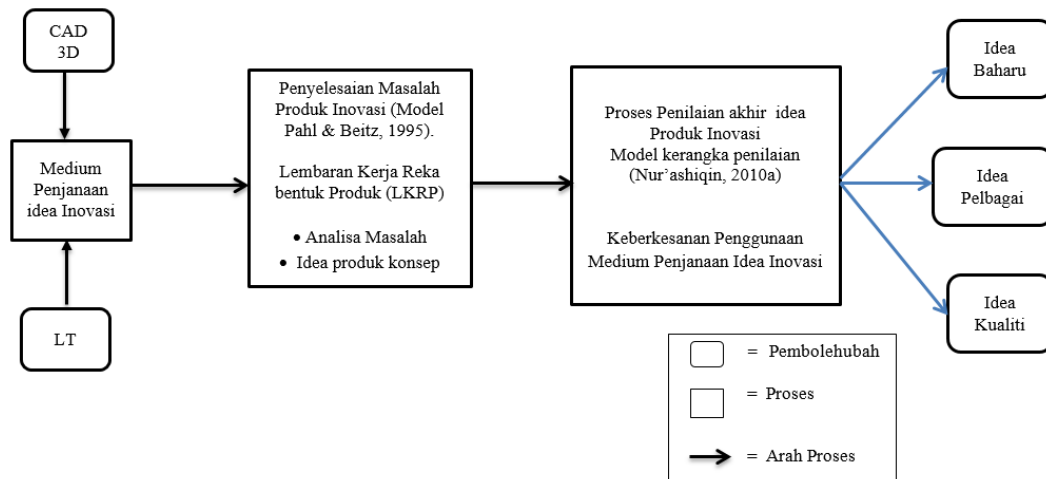
- c. Adakah terdapat perbezaan yang signifikan dari segi skor idea kualiti (*quality*) pelajar yang menggunakan perisian CAD3D berbanding dengan pelajar yang menggunakan kaedah LT sebagai medium penjanaan idea?

3.2 Berdasarkan persoalan kajian, maka hipotesis kajian adalah seperti berikut:

- a. Ho1: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan terhadap skor idea baharu (*novelty*) pelajar yang menggunakan CAD3D berbanding dengan pelajar yang menggunakan kaedah LT.
- b. Ho2: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan terhadap skor idea pelbagai (*variety*) pelajar yang menggunakan CAD3D berbanding dengan pelajar yang menggunakan kaedah LT.
- c. Ho3: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan terhadap skor idea kualiti (*quality*) pelajar yang menggunakan CAD3D berbanding dengan pelajar yang menggunakan kaedah LT.

3.3 Kerangka konseptual kajian

Berdasarkan kerangka konseptual, medium penjanaan idea iaitu kaedah CAD3D dan LT dalam proses reka bentuk produk adalah berperanan sebagai pemboleh ubah tidak bersandar dalam kajian ini. Peranan pemboleh ubah tidak bersandar ini adalah untuk mengenalpasti adakah dengan menggunakan medium penjanaan idea (CAD3D dan LT) dapat memberi kesan yang signifikan terhadap penghasilan idea produk inovasi yang mempunyai kriteria-kriteria seperti idea baharu, pelbagai dan berkualiti apabila dinilai dengan instrumen rubrik idea produk inovasi. Pemboleh ubah idea baharu (*novelty*) dipilih adalah berdasarkan definisinya yang merujuk kepada idea produk yang dihasilkan itu seperti unik serta kreatif dari segi penciptaannya berbanding yang lain. Konstruk idea pelbagai (*variety*) dipilih pula berdasarkan keupayaannya yang mempunyai kriteria-kriteria seperti dapat menilai idea-idea produk inovasi yang telah melalui proses pengubahsuaian bagi menyelesaikan masalah reka bentuk produk bagi tujuan penambahbaikan. Konstruk idea kualiti (*quality*) pula adalah dipilih berdasarkan ciri-ciri idea produk yang dapat menunjukkan kebolehgunaan atau kebolehfungsian yang dapat menyelesaikan masalah yang diberikan seperti mudah serta mesra pengguna. (Shah, Kulkarni, & Vargas-hernandez, 2000; Shah, Vargas-hernandez, Smith, & Gerkens, 2003) Selain daripada itu, konstruk idea kualiti juga dapat menilai idea produk yang mempunyai ciri-ciri kebolehpasaran, kos, dan reka bentuk yang ergonomik serta selamat untuk digunakan.



Sumber : (Anwar, 2016; Shah, Smith, & Vargas-Hernandez, 2003)

Rajah 1: Kerangka Konseptual Kajian.

4.0 Metodologi

Kajian keberkesanan penggunaan CAD3D berbanding dengan kaedah LT ini menggunakan pendekatan eksperimen kuasi dengan kaedah reka bentuk kelompok kawalan praujian-pascaujian (*Control Group Pretest-Posttest Design*). Chua, (2014), menyatakan eksperimen kuasi dengan kaedah kelompok kawalan praujian – pascaujian dapat dilaksanakan dengan membahagikan kumpulan kelas sedia ada kepada kumpulan rawatan dan kumpulan bandingan seperti ditunjukkan dalam Jadual 1 di bawah.

Jadual 1: Intervensi Kumpulan Rawatan dan Bandingan

Rawatan	:	O1	X	O2

Bandingan	:	O3		O4

O1, O3: Merujuk kepada praujian yang dijalankan sebelum intervensi ke atas kumpulan rawatan (kaedah CAD3D) dan kumpulan bandingan (kaedah LT)

O2, O4: Merujuk kepada pascaujian yang dijalankan selepas intervensi ke atas kumpulan rawatan manakala kumpulan bandingan tidak diberikan apa-apa intervensi.

X: Merujuk kepada jenis rawatan atau intervensi yang mengaplikasikan penggunaan CAD3D yang dibimbing oleh Lembaran Kerja sebagai medium penjanaan idea produk inovasi di peringkat reka bentuk konsep.

---: Merujuk kepada kumpulan rawatan dan bandingan tidak setara dan penetapan subjek ke dalam setiap kumpulan tidak secara rawak.

Dalam kajian ini, pelajar dari kumpulan rawatan telah menggunakan perisian CAD3D jenis *Autodesk Inventor 2013* dan dibimbing dengan Lembaran Kerja Reka bentuk Produk (LKRP) sebagai medium penjanaan idea sementara pelajar dari kumpulan bandingan hanya menggunakan kaedah LT

sebagai medium penjana idea semasa menjana idea diperingkat konsep. Hasil kerja iaitu idea produk inovasi dalam bentuk lukisan bercetak (CAD3D) dan lakaran tangan (LT) telah dinilai oleh pensyarah penilai dengan menggunakan instrumen rubrik untuk mendapatkan skor markah untuk kedua-dua kaedah di atas. Populasi untuk kajian eksperimen kuasi ini adalah pelajar-pelajar Sijil Mekanikal Pembuatan di empat buah Kolej Komuniti KPM yang berada di Semester 3 yang telah mengambil modul Lukisan Terbantu Komputer CAD3D iaitu SMN 3094. Dalam kajian ini, populasi (N), yang terlibat adalah seramai 106 orang iaitu keseluruhan pelajar berdaftar di semester 3 bagi sesi Mac 2015 di empat buah kolej komuniti iaitu Kolej Komuniti Kepala Batas (KKKB), Kolej Komuniti Kuantan (KKK), Kolej Komuniti Segamat (KKS) dan Kolej Komuniti Taiping (KKT). Dalam kajian ini keempat-empat KK tadi telah dibahagikan kepada dua kumpulan iaitu kumpulan rawatan yang terdiri di kalangan pelajar dari KKKB dan KKT manakala kumpulan bandingan adalah di kalangan pelajar dari KKS dan KKK. Ringkasan populasi dan persampelan adalah seperti ditunjukkan dalam Jadual 2 di bawah.

Jadual 2: Populasi dan persampelan kajian eksperimen

Kolej Komuniti	Populasi (N)	Sampel (n)
Zon Utara: KKKB & KKT	58 orang	41 orang (KKKB)
Zon Tengah : KKS & KKK	48 orang	34 orang (KKK)
Jumlah	106 orang	75 orang

Hasil produk iaitu idea produk inovasi dalam bentuk helaian bercetak reka bentuk produk dalam 3D dan helaian lukisan lakaran reka bentuk produk dari kumpulan rawatan dan bandingan telah dinilai dan diberi markah oleh dua orang pensyarah penilai yang dilantik untuk menilai idea produk inovasi yang berdasarkan rubrik. Instrumen rubrik diberikan kepada pensyarah penilai sebagai panduan penilaian. Data-data yang diperolehi hasil dari penilaian oleh pensyarah kemudiannya telah dimasukkan ke dalam perisian SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) untuk di analisa. Berdasarkan dari penilaian tersebut, setiap idea produk inovasi dapat diketahui melalui skor yang diperolehi berdasarkan definisi konstruk-construct yang diberikan. Bagi menjawab persoalan kajian, data-data akan dianalisa menggunakan kaedah ANOVA (*Analysis of Variance*). Ujian ANOVA digunakan bagi menganalisis data kajian yang mempunyai lebih daripada satu pembolehubah bersandar dan satu atau lebih pembolehubah tidak bersandar. (Chua, 2014)

5.0 Keputusan dan perbincangan

Kajian eksperimen yang dijalankan bertujuan untuk mengkaji keberkesanan penggunaan perisian CAD3D berbanding kaedah LT dalam menjana idea di peringkat awal proses reka bentuk terhadap tiga pembolehubah bersandar iaitu skor pencapaian idea baharu, skor pencapaian idea

pelbagai dan skor pencapaian idea kualiti. Ujian statistik ANOVA telah digunakan untuk mengkaji kesan perbezaan penggunaan medium penjanaan idea kaedah CAD3D dan kaedah LT terhadap pencapaian idea baharu, idea pelbagai dan idea kualiti reka bentuk produk akhir. Jadual 3 menunjukkan keputusan ujian kesan antara subjek yang menunjukkan nilai perbezaan signifikan secara keseluruhan bagi semua pemboleh ubah yang diuji. Berdasarkan hasil analisis, dapatan kajian menunjukkan bahawa wujudnya kesan penggunaan medium penjanaan idea yang signifikan terhadap ketiga-tiga pemboleh ubah bersandar dalam kajian ini iaitu terhadap idea baharu [$F(1,63) = 11.350$, $p < 0.05$], idea pelbagai [$F(1,63) = 5.845$, $p < 0.05$], dan idea kualiti [$F(1,63) = 20.81$, $p < 0.05$]. Seterusnya, ujian analisis univariat ANOVA dilakukan terhadap semua pemboleh ubah bersandar. Tujuan analisis ANOVA dijalankan adalah untuk mengenal pasti perbezaan skor setiap pemboleh ubah bersandar merentasi kumpulan eksperimen yang menggunakan kaedah CAD3D dan LT.

Jadual 3: Ujian kesan antara subjek

Independent Variables	Dependent Variables	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Medium (CAD3D & LT)	Idea Baharu	2885.136	1	2885.136	11.350	.001
	Idea Pelbagai	1543.900	1	1543.900	5.845	.019
	Idea Kualiti	5788.540	1	5788.540	20.805	.000

5.1 Pengujian hipotesis 1 untuk persoalan kajian 1.

PK 1: Adakah terdapat perbezaan yang signifikan dari segi skor idea baharu (*novelty*) pelajar yang menggunakan kaedah CAD3D berbanding dengan pelajar yang menggunakan kaedah LT sebagai medium penjanaan idea?

H₀₁: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan terhadap skor idea baharu (*novelty*) pelajar yang menggunakan CAD3D berbanding dengan pelajar yang menggunakan kaedah LT.

Keputusan hasil analisis univariat ANOVA sehala (Jadual 4) yang dilakukan menunjukkan terdapatnya perbezaan yang signifikan bagi pencapaian idea baharu antara kumpulan yang menggunakan medium CAD3D dengan kumpulan yang menggunakan medium LT [$F(1,66) = 9.523$, $p < .05$]. Ini dikukuhkan lagi dengan menggunakan kaedah ujian *Bonferroni* di mana nilai perbezaan min idea baharu bagi pasangan medium CAD3D dan medium LT (perbezaan min = 13.166, $p < .05$) adalah berbeza secara signifikan. Ini menunjukkan penggunaan medium CAD3D adalah lebih baik dari segi penjanaan idea baharu pelajar berbanding medium LT. Keputusan ini menyokong untuk menolak hipotesis nol yang pertama.

Jadual 4 : Keputusan ujian ANOVA terhadap idea baharu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
<i>Medium (Cad3d & LT)</i>	2944.396	1	2944.396	9.523	.003	.126

a. $R\text{ Squared} = .126$ ($Adjusted\ R\ Squared = .113$)

5.2 Pengujian hipotesis 2 untuk persoalan kajian 2

PK 2: Adakah terdapat perbezaan yang signifikan dari segi skor idea pelbagai (*variety*) pelajar yang menggunakan perisian CAD3D berbanding dengan pelajar yang menggunakan kaedah LT sebagai medium penjanaan idea?

Ho2: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan terhadap skor idea pelbagai (*variety*) pelajar yang menggunakan CAD3D berbanding dengan pelajar yang menggunakan kaedah LT.

Persoalan kajian ke 2 diselesaikan dengan menggunakan analisis ANOVA untuk menguji sama ada wujud perbezaan yang signifikan dari segi skor idea pelbagai antara kumpulan pelajar yang menggunakan CAD3D berbanding kumpulan yang menggunakan kaedah LT dalam menghasilkan reka bentuk produk inovasi. Keputusan hasil analisis univariat ANOVA sehala (Jadual 5) yang dilakukan menunjukkan terdapatnya perbezaan yang signifikan bagi pencapaian idea pelbagai antara kumpulan yang menggunakan medium CAD3D dengan kumpulan yang menggunakan medium LT [$F(1,66) = 4.999, p < .05$]. Seterusnya, menggunakan kaedah ujian *Bonferroni* di mana nilai min idea pelbagai bagi pasangan medium CAD3D dan medium LT (perbezaan min = 9.995, $p < .05$) adalah berbeza secara signifikan. Ini menunjukkan medium CAD3D adalah lebih baik dari segi penjanaan idea baharu berbanding medium LT. Keputusan ini menyokong untuk menolak hipotesis nol yang ke dua.

Jadual 5: Keputusan ujian ANOVA terhadap idea pelbagai

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
<i>Medium (Cad3d & LT)</i>	1696.765	1	1696.765	4.999	.029	.070

a. $R\text{ Squared} = .070$ ($Adjusted\ R\ Squared = .056$)

5.3 Pengujian hipotesis 3 untuk persoalan kajian 3

PK 3: Adakah terdapat perbezaan yang signifikan dari segi skor idea kualiti (*quality*) pelajar yang menggunakan perisian CAD3D berbanding dengan pelajar yang menggunakan kaedah LT sebagai medium penjanaan idea?

Ho3 Tidak terdapat perbezaan yang signifikan terhadap skor idea kualiti (*quality*) pelajar yang menggunakan CAD3D berbanding dengan pelajar yang menggunakan kaedah LT.

Persoalan kajian ke 3 dijawab dengan menggunakan analisis ANOVA untuk menguji sama ada wujud perbezaan yang signifikan dari segi skor idea kualiti antara kumpulan yang menggunakan CAD3D berbanding kumpulan yang menggunakan kaedah LT dalam menghasilkan reka bentuk produk inovasi. Keputusan hasil analisis univariat ANOVA sehala (Jadual 6) yang dilakukan menunjukkan terdapatnya perbezaan yang signifikan bagi pencapaian idea kualiti antara kumpulan yang menggunakan medium CAD3D dengan kumpulan yang menggunakan medium LT [$F(1,66) = 13.34$, $p < .05$]. Seterusnya, hasil analisis terhadap perbandingan pasangan (*Pairwise comparison*) menggunakan kaedah ujian *Bonferroni* di mana nilai min idea kualiti bagi pasangan medium CAD3D dan medium LT (perbezaan min = 0.156, $p < .05$) adalah berbeza secara signifikan. Keputusan ini menyokong untuk menolak hipotesis nol yang ke tiga.

Jadual 6: Keputusan ujian ANOVA terhadap idea kualiti

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
<i>Medium (Cad3d & LT)</i>	.414	1	.414	13.344	.001	.168

a. $R\text{ Squared} = .168$ (*Adjusted R Squared* = .156)

5.4 Perbincangan hasil keputusan

Berdasarkan keputusan ujian hipotesis pertama, mendapati kumpulan pelajar yang menerima rawatan dengan menggunakan perisian CAD3D telah menunjukkan perbezaan secara signifikan dari segi skor idea baharu berbanding dengan pelajar yang menggunakan kaedah LT. Keputusan analisa tersebut menunjukkan bahawa secara keseluruhannya pencapaian terhadap idea baharu kumpulan yang menggunakan medium CAD3D mempunyai kesan lebih baik berbanding kumpulan pelajar yang menggunakan medium LT di peringkat awal proses menjana idea produk inovasi. Hal ini adalah kerana terdapat beberapa kelebihan menggunakan CAD3D di peringkat awal proses reka bentuk yang menyumbang kepada penciptaan idea-idea produk baharu yang lebih kreatif dan inovatif berbanding menggunakan kaedah LT. Idea-idea produk dapat menggambarkan ciri-ciri reka bentuk yang berkualiti dan kreatif jika digunakan di peringkat awal proses penjanaan idea produk. Perbezaan yang

signifikan antara pelajar yang menggunakan CAD3D berbanding dengan pelajar yang menggunakan LT untuk menghasilkan idea-idea baharu ini adalah disebabkan oleh kelebihan perisian CAD3D yang dapat menghasilkan reka bentuk produk yang berkualiti serta kreatif (Lawson, 2002; B.F. Robertson & Radcliffe, 2009; Brett F. Robertson, Walther, & Radcliffe, 2007). Antara kelebihan CAD3D adalah paparan grafiknya yang menarik serta mudah untuk digunakan dan dapat menggalakan aktiviti penjanaan idea-idea baharu dengan lebih kreatif dan unik berbanding kaedah lakaran tradisional (LT).

Dari aspek kreativiti, pelajar yang mahir menggunakan CAD3D dapat menghasilkan idea produk dengan hanya menggunakan arahan-arahan mudah yang terdapat di dalam perisian CAD3D seperti *Line* dan *extrude* untuk menghasilkan idea produk dengan lebih jelas. Tambahan pula, semua perisian CAD3D terkini mempunyai fasiliti lakaran parametric (*parametric sketching*) yang dapat membantu pelajar mencipta asas idea reka bentuk produk dan memodelkan dari 2D kepada 3D dengan mudah. Ini berbeza apabila pelajar menggunakan kaedah LT, keupayaan menghasilkan idea baharu adalah kurang jelas disebabkan sifatnya yang agak ringkas dan mempunyai maklumat yang terhad (Veisz, Namouz, Joshi, & Summers, 2012). LT mempunyai kelebihan dari segi kelancaran menghasilkan idea-idea baharu berbanding kaedah CAD3D tetapi lakaran-lakaran konsep yang dihasilkan adalah terlalu ringkas serta mempunyai banyak kekurangan maklumat (Kudrowitz & Wallace, 2012). Disebabkan kekurangan itu, reka bentuk konsep yang dinilai adalah tidak dapat menggambarkan sepenuhnya ciri-ciri reka bentuk idea inovasi berbanding reka bentuk konsep yang dihasilkan dengan menggunakan kaedah CAD3D. Menggunakan CAD3D, komponen-komponen produk dapat dilukis dengan tepat dan seterusnya dengan arahan pemasangan, produk dapat dipasangkan dengan teratur menurut kehendak pereka bentuk. Justeru itu idea yang dihasilkan adalah lebih lengkap serta kompleks dengan maklumat yang diberikan. Berbanding penggunaan LT, idea yang dipersembahkan adalah kurang jelas disebabkan lakaran-lakaran yang tidak menggambarkan tentang komponen mekanikal yang digunakan.

Berdasarkan keputusan ujian hipotesis ke dua, mendapati kumpulan pelajar yang menggunakan perisian CAD3D telah menunjukkan perbezaan secara signifikan dari segi skor pencapaian idea pelbagai berbanding pelajar yang menggunakan kaedah LT. Keputusan analisa tersebut menunjukkan bahawa secara keseluruhannya pencapaian terhadap idea pelbagai bagi kumpulan pelajar yang menggunakan perisian CAD3D mempunyai kesan lebih baik berbanding kumpulan pelajar yang menggunakan kaedah LT di peringkat awal proses reka bentuk produk inovasi. Dapatan kajian ini secara tidak langsung menyokong dapatan kajian oleh Veisz et al., (2012) dan Robertson & Radcliffe, (2009) yang mendapati CAD3D boleh digunakan untuk memodelkan produk di peringkat awal untuk menggambarkan idea-idea inovatif. Dapatan dalam kajian ini mendapati pelajar kumpulan rawatan menggunakan CAD3D sepenuhnya untuk menjalankan modifikasi terhadap reka bentuk produk yang telah di modelkan dengan mudah dan tepat. Pembuktian ini menunjukkan CAD3D mempunyai fasiliti yang berupaya

memanipulasikan produk supaya dapat diubahsuai mengikut kehendak pereka bentuk. Proses pengubahsuaian yang dilakukan mestilah dapat menyelesaikan permasalahan reka bentuk yang diberikan. Aspek modifikasi dalam konstruk idea pelbagai dilihat lebih berkesan dengan menggunakan kaedah CAD3D ialah kerana perisian tersebut mempunyai ciri-ciri manipulasi terhadap produk yang telah dihasilkan (Shih, 2013). Fungsi lakaran parametrik membenarkan geometri adalah tidak perlu tepat memudahkan proses modifikasi objek pepejal 3D apabila memerlukan suntingan atau manipulasi dari segi saiz, bahan produk, sifat fizikal produk tanpa perlu membina semula komponen produk.

Berdasarkan keputusan ujian hipotesis ke 3, mendapati kumpulan pelajar yang menggunakan perisian CAD3D telah menunjukkan perbezaan secara signifikan dari segi skor idea kualiti berbanding dengan pelajar yang menggunakan kaedah LT. Keputusan analisa tersebut menunjukkan bahawa secara keseluruhannya pencapaian terhadap konstruk idea kualiti bagi kumpulan pelajar yang menggunakan medium perisian CAD3D mempunyai kesan lebih baik berbanding kumpulan pelajar yang menggunakan medium LT di peringkat awal proses reka bentuk produk inovasi. Kesan lebih baik ini adalah didapati melalui aktiviti simulasi dan animasi yang dimodelkan menggunakan CAD3D. Aktiviti ini dapat mencetuskan idea-idea inovatif bagi menghasilkan reka bentuk produk inovasi. Idea kualiti dinilai berdasarkan keupayaan pelajar menghasilkan idea produk inovasi yang mempunyai ciri-ciri kebolegunaan iaitu dapat menunjukkan ciri-ciri kebolehfungsi produk serta memenuhi kehendak reka bentuk (Bruton, 2010; Yilmaz & Seifert, 2010). Paparan grafik yang jelas dapat menunjukkan secara lebih terperinci bahagian-bahagian yang menunjukkan pergerakan produk. Kelebihan fungsi *zoom dan rotate* yang terdapat dalam perisian CAD3D juga menunjukkan keupayaan perisian CAD3D meneroka dengan lebih terperinci idea produk inovasi yang dicipta. Fungsi animasi kaedah pemasangan setiap komponen produk juga dapat ditunjukkan dengan jelas sekaligus dapat membekalkan kepada perekabentuk maklumat-maklumat yang tepat idea produk inovasi. Pencapaian idea kualiti produk inovasi juga dinilai dari segi keupayaan pelajar menghasilkan idea produk yang menepati spesifikasi produk yang telah ditetapkan. Dapatan ini mengesahkan bahawa fasiliti yang terdapat dalam CAD3D adalah berupaya digunakan untuk menjana idea-idea kreatif dan inovatif sebagaimana disarankan oleh Musta'amal, (2010) dan Hodgson, 2008 yang mengatakan idea reka bentuk konsep boleh dimodelkan dalam CAD3D untuk melihat kebolehfungsi produk yang direka bentuk dan sekaligus mencetuskan idea-idea inovatif sebagaimana dengan kaedah lakaran tangan.

6.0 Kesimpulan

Keputusan dapatan kajian eksperimen menunjukkan bahawa terdapatnya perbezaan yang signifikan bagi pencapaian idea baharu pelajar yang menggunakan perisian CAD3D berbanding kaedah LT. Pelajar yang menggunakan perisian CAD3D untuk menjana idea-idea baharu memperolehi skor yang lebih baik berbanding pelajar yang menggunakan

kaedah LT. Situasi yang sama juga berlaku terhadap pencapaian idea pelbagai dan pencapaian idea kualiti di mana pelajar yang menggunakan perisian CAD3D adalah lebih baik berbanding pelajar yang menggunakan kaedah LT dalam menjana idea inovasi di peringkat awal proses reka bentuk produk. Hasil kajian menunjukkan kemahiran menggunakan CAD3D yang dibimbing oleh Lembaran Kerja Reka bentuk Produk adalah faktor utama yang menyumbang kepada peningkatan skor pencapaian produk inovasi dalam kalangan pelajar kejuruteraan mekanikal di kolej komuniti. Dapatan kajian secara keseluruhannya membuktikan penggunaan CAD3D diperingkat awal proses reka bentuk produk sangat berkesan sebagai medium penjanaan idea-idea kreatif dan inovatif terhadap produk inovasi.

Rujukan

Anwar, H. (2016). *Thesis: Penggunaan Medium Penjanaan Idea Terhadap Skor Produk Inovasi Kursus Kejuruteraan Mekanikal Di Kolej Komuniti*. University Technology of Malaysia.

Bruton, D. (2010). Learning creativity and design for innovation. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(3), 321–333. <https://doi.org/10.1007/s10798-010-9122-8>

Chua, Y. P. (2014). *Ujian Univariat dan Multivariat* (Edisi kedua; Y. P. Chua, Ed.). Selangor, Malaysia: McGraw-Hill Education.

Dzulkifli, A. (2004). Rekabentuk industri dalam kejuruteraan mekanikal. *Conference On Engineering Education (CEE 2004)*, (Rajah 2), 1–6.

Hilmi, M. F., Pawanchik, S., Mustapha, Y., & Mahmud, N. (2012). Innovative behavior of Malaysian employees: An exploratory study. *2012 International Conference on Innovation Management and Technology Research*, 135–138. <https://doi.org/10.1109/ICIMTR.2012.6236375>

Hodgson, T. (2008). Digital Design - the potential of computer aided designing in design learning environments digital design - the potential of Computer Aided Designing. *Design and Technology Education: An International Journal*, 11(1).

Ismail, M. A., Mahmud, R., & Hassan, I. S. (2012). Digital studio vs. conventional in teaching architectural design process. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 64, 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.003>

Kudrowitz, B., Te, P., & Wallace, D. (2012). The influence of sketch quality on perception of product-idea creativity. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 26(03), 267–279. <https://doi.org/10.1017/S0890060412000145>

- Kudrowitz, & Wallace, D. (2012). Assessing the quality of ideas from prolific, early-stage product ideation. *Journal of Engineering Design*, 24(2), 120–139. <https://doi.org/10.1080/09544828.2012.676633>
- Laher, F., Todd, C. S., Stibich, M. a, Phofa, R., Behane, X., Mohapi, L., & Gray, G. (2009). A qualitative assessment of decisions affecting contraceptive utilization and fertility intentions among HIV-positive women in Soweto, South Africa. *AIDS and Behavior*, 13 Suppl 1, 47–54. <https://doi.org/10.1007/s10461-009-9544-z>
- Lawson, B. (2002). CAD and creativity: Does the computer really help? *Creativity and Cognition*, 35(3), 327–331. <https://doi.org/10.1162/002409402760105361>
- Musta'amal, A. (2010). *An Empirical Investigation of The Relationship of CAD Use In a Designing and Creativity Through a Creative Behavior framework.*
- Musta'amal, A., & Fairus, A. (2012). Computer aided design: cad dan peranannya dalam rekabentuk. *Prosiding Seminar Kebangsaan Majlis Dekan 2012.*
- Narayan, K. L. (2008). *Computer Aided Design and Manufacturing.* New Delhi: Prentice Hall of India.
- Robertson, B.F., & Radcliffe, D. F. (2009). Impact of CAD tools on creative problem solving in engineering design. *Computer-Aided Design*, 41(3), 136–146. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2008.06.007>
- Robertson, Brett F., Walther, J., & Radcliffe, D. F. (2007). Creativity and the use of CAD tools: Lessons for engineering design education from industry. *Journal of Mechanical Design*, 129(7), 753. <https://doi.org/10.1115/1.2722329>
- Shah, J. J., Kulkarni, S. V, & Vargas-hernandez, N. (2000). Evaluation of idea generation methods for conceptual design: Effectiveness metrics and design of experiments. *Journal of Mechanical Design*, 122(December), 377–384.
- Shah, J. J., Smith, S. M., & Vargas-Hernandez, N. (2003). Metrics for measuring ideation effectiveness. *Design Studies*, 24(2), 111–134. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(02\)00034-0](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(02)00034-0)
- Shah, J. J., Vargas-hernandez, N., Smith, S. M., & Gerken, D. R. (2003). Empirical studies of design ideation: Alignment of design experiments with lab experiments. *Proceedings of DETC 2003: ASME 2003 International Conference on Design Theory and Methodology.*
- Shih, R. H. (2013). Learning autodesk inventor 2013 modeling , assembly and analysis. In *Learning Autodesk Inventor* (pp. 1–48). Retrieved from www.SDCpublications.com

Veisz, D., Namouz, E. Z., Joshi, S., & Summers, J. D. (2012). Computer-aided design versus sketching: An exploratory case study. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 26(03), 317–335. <https://doi.org/10.1017/S0890060412000170>

Wiegers, T. (2007). Success of a shape concept and the used modelling method. *International Conference on Engineering Design, ICED'07*, (August), 1–10.

Yilmaz, S., & Seifert, C. M. (2010). Cognitive heuristics in design ideation. *International Design Conference - Design 2010*, (1990), 1–11. Dubrovnik - Croatia,.