

PENGETAHUAN TEKNOLOGI PEDAGOGI KANDUNGAN GURU PELATIH MATEMATIK SEKOLAH MENENGAH

Nurul Ain binti Hamzah
Fakulti Pendidikan
Universiti Teknologi Malaysia
81310 Skudai, Johor
oyin_hamzah@yahoo.com

Zaleha Ismail
Fakulti Pendidikan
Universiti Teknologi Malaysia
81310 Skudai, Johor
zaleha@mathed.utm.my

Abstrak:

Dalam usaha membangunkan profesionalisme guru matematik, pendidik pengajian tinggi menghadapi cabaran untuk melengkapkan mereka dengan Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan (PTPK). Pengetahuan ini merupakan persilangan antara pengetahuan matematik, pengetahuan teknologi dan pengetahuan pembelajaran dan pengajaran. Keperluan mendapat pendedahan dan pengalaman berkaitan PTPK menjadi kritikal memandangkan selama ini mereka mempelajari matematik dalam suasana pengajaran yang hampir tidak mengintegrasikan teknologi. Oleh yang demikian, mereka sukar untuk menggambarkan bagaimana teknologi komputer dapat diintegrasikan dalam kurikulum supaya dapat mengwujudkan suasana pembelajaran yang berkesan. Objektif sesuatu kursus yang bertujuan untuk menyediakan PTPK dalam kalangan guru pelatih haruslah menekankan apakah alat teknologi yang sesuai untuk pembelajaran matematik, kaedah yang berkesan untuk menggunakannya, bagaimana sikap dan kepercayaan mereka terhadap penggunaan teknologi dalam pengajaran dan kesediaan guru berkenaan terhadap penggunaan teknologi dalam kelas matematik. Kajian awal ini bertujuan untuk meninjau tahap PTPK dua puluh lima orang pelajar Sarjana Muda Sains Serta Pendidikan Matematik yang baru tamat mengikuti satu kursus yang mengutamakan PTPK yang dikenali sebagai subjek Amali Pendidikan Matematik. Instrumen yang digunakan ialah borang soal-selidik untuk tujuan melihat kesediaan, sikap dan kepercayaan responden terhadap elemen PTPK. Hasil kerja responden yang berbentuk jawapan ujian dianalisis untuk mengenal pasti tahap PTPK. Dapatan kajian akan dimanfaatkan untuk usaha membangunkan sistem sokongan atas talian yang boleh membantu guru dan guru pelatih meningkatkan PTPK.

1.0 Pengenalan

Terdapat bukti penyelidikan yang menunjukkan bahawa, walaupun banyak usaha penyelidik dan para pendidik dilaburkan sejak bertahun-tahun untuk menyediakan guru-guru dalam penggunaan teknologi pendidikan, mereka masih kekurangan kemahiran-kemahiran dan pengetahuan yang diperlukan untuk menggunakan teknologi dalam pengajaran mereka dengan jayanya (Rodrigues, 2003). Kegagalan untuk menyediakan guru yang cukup untuk mengajar menggunakan teknologi disebabkan oleh pelbagai faktor.

Faktor utama yang menyumbang kepada kegagalan ini adalah penekanan kepada kursus teknologi pendidikan adalah kepada kemahiran menggunakan aplikasi komputer yang asas seperti pemprosesan kata, lembaran sebaran (seperti power point presentation), emel, internet, dan grafik. Menurut Becker (2001), walaupun kemahiran asas membentuk literasi teknologi, penguasaan kemahiran yang berdasarkan kursus yang boleh menyediakan guru-guru untuk mengajar dengan teknologi masih di tahap rendah. Dalam kursus pendidikan matematik khususnya, guru pelatih perlu didedahkan dengan aplikasi matematik seperti lembaran hamparan (spreadsheet), perisian bergraf seperti Gnuplot, perisian geometri interaktif seperti KIG, dan bahasa pengaturcaraan seperti LOGO. Kemajuan teknologi telah mengwujudkan aplikasi seperti

ini untuk diterapkan dalam pengajaran supaya mengukuhkan pembelajaran konsep dan penyelesaian masalah. Malangnya, walau pun teknologi komputer telah bergerak maju, namun penggunaannya masih tidak dimanfaatkan dengan sewajarnya oleh guru sekolah.

2.0 Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan (PTPK)

Lampert dan Ball (1999) melaporkan bahawa persediaan profesional guru-guru baru selalunya tidak bermakna atau tidak praktikal dan bakal-bakal guru ini sering dipengaruhi oleh apa yang mereka lihat apabila guru mereka mengajar. Ekoran itu, sepanjang lima tahun lepas penyelidik telah memulakan program penyelidikan yang sistematik dalam usaha untuk mengenal pasti kekurangan kerangka teori untuk membimbing guru pelatih dalam penyepaduan teknologi. Tujuan program penyelidikan tersebut adalah untuk memperkembangkan teori dan model-model untuk penyelidikan yang menyeluruh dalam bidang pendidikan guru tentang penyepaduan teknologi (Mishra & Koehler, 2006; Angeli, 2008). Usaha mereka telah menghasilkan konsep pengetahuan teknologi pedagogi kandungan atau PTPK yang memberi perhatian kepada merancang dan mengajar secara efektif menggunakan teknologi (Mishra & Koehler, 2006; Niess, 2005).

Menurut Mishra dan Koeler (2006), secara praktiknya, PTPK merupakan gabungan elemen kandungan, pedagogi dan teknologi. Konsep ini mengutarakan kemahiran penggunaan teknologi dalam pendidikan haruslah memberi perhatian kepada ketiga aspek ini supaya tidak terbatas kepada kemahiran teknologi sahaja sehingga penggunaan teknologi dalam bilik darjah tidak berkesan. PTPK boleh dilihat sebagai jelmaan daripada Pengetahuan Pedagogi Kandungan (PPK), Pengetahuan Teknologi Kandungan (PTK), Pengetahuan Teknologi Pedagogi (PTP), dan apabila digabungkan ia menjadi Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan (PTPK). Untuk mendapat gambaran yang lebih jelas mengenai PTPK, kita ambil contoh aktiviti berkomputer menggunakan aplikasi melukis. Guru pelatih diberi tugas berikut:

(a) *Create a 3.3.4.4 tessellation. Repeat the tessellation 6 times to form a design.*

(b) *Draw a diagram of the earth with her equator. Draw a complete latitude below the equator and a longitude intersecting with the equator and the latitude. Draw $\angle AOB$, O is the centre of the earth and A and B are the points of intersections.*

Unsur kandungan, teknologi dan pedagogi TPTK daripada Tugas (a) dan (b) boleh dikenalpasti seperti dalam Jadual 1:

Jadual 1: Unsur kandungan, teknologi dan pedagogi TPTK

| Question | Content | Technology | Pedagogy |
|-------------|--|---------------------|---|
| (a) and (b) | tessellation, geometrical shapes, regular polygon, symmetry, congruency, similarity, translation, reflection, trigonometry, latitude and longitude, 2 D and 3D objects | Open office drawing | Motivate learning by integrating math and art Engage students to try, explore and investigate shapes Integrating and applying various concepts in a single activity Appreciate the beauty of math. Emphasize the learning of mathematical language. |

Penekanan TPTK dalam pendidikan guru berpotensi melahirkan guru yang mengajar berasaskan teknologi dengan berkesan apabila unsur kandungan, teknologi dan pedagogi digabungkan secara bijaksana.

3.0 Metodologi

Penyediaan guru-guru dalam penggunaan teknologi pendidikan dilihat sebagai satu komponen utama dalam hampir setiap cadangan peningkatan program pendidikan (Davis & Falba, 2002; Dawson, Pringle, & Adams, 2003; Thompson, Schmidt, & Davis, 2003). Banyak institusi pengajian tinggi telah menawarkan program untuk tujuan meningkatkan penggunaan teknologi di kalangan guru pelatih. Bagaimana pun dengan mengikuti program seperti ini, tidak menjamin ketrampilan guru itu menggunakan teknologi dalam pengajaran. Sejauhmana penguasaan guru berkenaan ke atas PTPK akan mencorak amalan dan sikap mereka di sekolah nanti. Dengan rasional ini, maka, satu kajian untuk meninjau PTPK 25 orang pelajar yang merupakan guru pelatih dalam bidang matematik diusahakan. PTPK pelajar dinilai dari sudut persepsi atau kepercayaan mereka berkaitan unsur-unsur PTPK dan juga kemahiran mereka menggunakan teknologi dalam pendidikan matematik.

Responden yang dipilih untuk kajian ini adalah pelajar tahun dua Sarjana Muda Sains Serta Pendidikan Matematik yang mengikuti subjek Amali Pendidikan Matematik, Universiti Teknologi Malaysia (UTM). Subjek Amali Pendidikan Matematik merupakan satu kursus yang mengutamakan PTPK. Pelbagai aplikasi perisian matematik di berikan peluang kepada pelajar untuk mahir dalam penggunaannya untuk tujuan pengajaran matematik.

Kajian ini menggunakan soal selidik untuk dilengkapkan oleh responden yang terdiri daripada pelajar 2SPM untuk melihat kesediaan, sikap dan kepercayaan responden terhadap elemen PTPK. Terdapat 25 item dalam soal selidik ini. Selain itu, hasil kerja responden yang berbentuk jawapan ujian “hands-on” juga dianalisis untuk memahami penguasaan PTPK.

7.0 Kesediaan, Sikap dan Kepercayaan Responden Terhadap Elemen PTPK

Subjek SPN2332 ini sememangnya menggunakan komputer secara keseluruhannya, baik dari segi proses pengajaran dan pelajaran, perbincangan, tugas, mahupun ujian. Maka, secara tidak langsung elemen PTPK iaitu pengetahuan teknologi, pengetahuan pedagogi (pengajaran dan pembelajaran), dan pengetahuan kandungan (matematik) telah diaplikasikan dalam subjek ini. Oleh sebab itu, satu tinjauan menggunakan soal selidik telah dilakukan untuk melihat kesediaan, sikap dan kepercayaan 25 orang responden terhadap elemen PTPK tersebut. Berikut merupakan keputusan tinjauan mengikut nilai min bagi setiap item min keseluruhan bagi setiap aspek yang berasaskan skala 5 markat untuk pernyataan yang sangat setuju hingga 1 markat untuk sangat tak setuju.

Kesediaan

| | |
|--|-------|
| Saya akan mengajar matematik menggunakan komputer | 3.76 |
| Saya mampu bekerja dengan “servers” | 3.86 |
| Saya mampu menggunakan “open office spreadsheet” | 4.67 |
| Saya mampu melukis objek matematik menggunakan “open office drawing” | 4.10 |
| Saya mampu menggunakan KIG | 4.33 |
| Saya mampu menggunakan Nguplot | 4.67 |
| Saya mampu menggunakan Kturtle | 3.57 |
| | ----- |
| Min keseluruhannya | 4.14 |

Sikap

| | |
|--|------|
| Saya dapati subjek ini merupakan subjek yang menarik | 4.24 |
| Saya dapati aplikasi komputer adalah menarik | 4.48 |
| Saya dapati subjek ini sangat berguna kepada saya | 4.57 |

| | |
|---|-------|
| Saya gembira mengambil subjek ini | 4.48 |
| Saya gembira bekerja dengan pelbagai aplikasi komputer | 4.19 |
| Saya suka mengambil ujian “hands-on” | 4.00 |
| Saya suka membuat ujian secara berpasangan | 3.81 |
| Saya suka membuat ujian atas talian | 3.48 |
| Saya suka untuk mempelajari lebih lagi tentang aplikasi komputer dalam bidang teknologi | 4.48 |
| Saya gemar membuat latihan-latihan yang diberikan | 4.33 |
| Saya gemar membuat tugas secara berkumpulan | 3.81 |
| Saya gemar mengambil bahagian dalam e-forum | 3.81 |
| | ----- |
| Min keseluruhannya | 4.14 |

Kepercayaan

| | |
|---|-------|
| Saya percaya saya boleh mengajar matematik menggunakan komputer. | 3.95 |
| Saya percaya saya boleh mengajar matematik melalui eksperimen matematik | 3.90 |
| Saya percaya pelajar gembira mempelajari matematik dengan komputer | 4.38 |
| Saya percaya pelajar sekolah boleh menerima PTPK | 4.00 |
| Saya percaya para guru boleh menerima PTPK | 4.00 |
| Saya percaya komputer seharusnya digunakan untuk mengajar matematik | 4.19 |
| | ----- |
| Min keseluruhannya | 4.07 |

Berdasarkan min bagi setiap aspek tersebut, didapati bahawa min keseluruhan bagi aspek kesediaan dan sikap responden terhadap elemen PTPK masing-masing adalah 4.14 diikuti oleh aspek kepercayaan, 4.07. Ketiga-tiga nilai min ini berada pada tahap yang tinggi. Maka, dapat dilihat bahawa responden mempunyai kesediaan, sikap dan kepercayaan yang tinggi terhadap aspek-aspek berkaitan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan. Di samping itu, responden menganggap mata pelajaran Pendidikan Amali Matematik ini sangat berguna apabila pernyataan berkenaan mendapat markat tertinggi. Selain itu, yang menarik ialah markat penguasaan pelajar terhadap aplikasi perisian matematik adalah antara yang tertinggi.

8.0 Penguasaan PTPK di Kalangan Responden

Untuk menilai penguasaan PTPK di kalangan responden ini, penyelidik telah menganalisis markah ujian yang bertujuan untuk menguji penguasaan PTPK pelajar yang mengikuti mata pelajaran berasaskan PTPK. Pelajar telah muat turun soalan daripada sistem e-pembelajaran, menjawab soalan menggunakan aplikasi komputer yang diperlukan dan seterusnya menaik panggah jawapan yang telah diperolehi kepada sistem e-pembelajaran. Dua contoh jawapan pelajar berdasarkan markah yang mereka perolehi daripada ujian hands-on dibincangkan. Dua pelajar tersebut adalah pelajar yang memperoleh markah yang tertinggi dan pelajar yang memperoleh markah yang terendah.

Berikut adalah soalan pertama yang bernilai 20 markah.

Activity 1 (20 marks)

1. Using spreadsheet, draw the graphs of

$$y = x^3 + 2x^2 - x - 2$$

and $\frac{dy}{dx} = 3x^2 + 4x - 1$

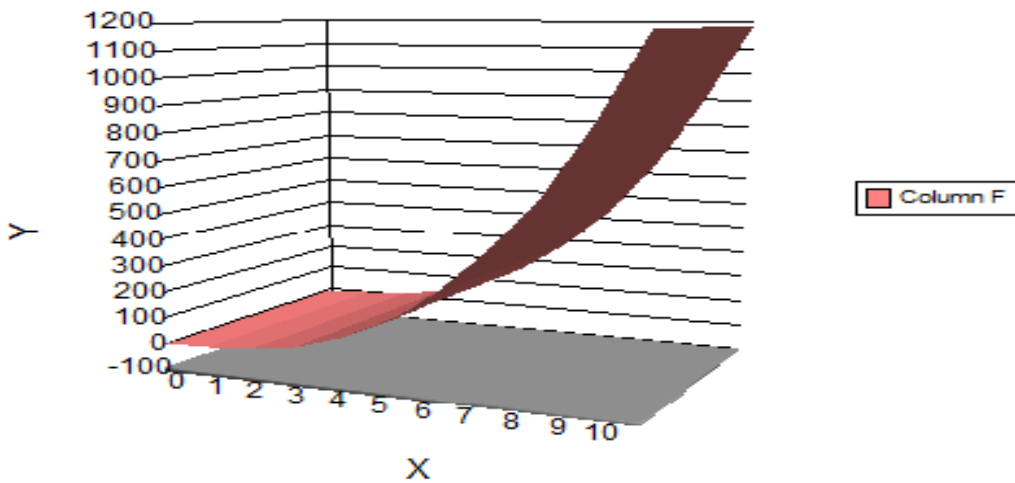
(b) What are the relationships between the two graphs?

Jawapan Pelajar 1, Soalan 1(a):

| x^1 | x^3 | x^2 | $2x^2$ | $y = x^3 + 2x^2 - x - 2$ |
|-------|-------|-------|--------|--------------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | -2 |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 0 |
| 2 | 8 | 4 | 8 | 12 |
| 3 | 27 | 9 | 18 | 40 |
| 4 | 64 | 16 | 32 | 90 |
| 5 | 125 | 25 | 50 | 168 |
| 6 | 216 | 36 | 72 | 280 |
| 7 | 343 | 49 | 98 | 432 |
| 8 | 512 | 64 | 128 | 630 |
| 9 | 729 | 81 | 162 | 880 |

Graph of $y = x^3 + 2x^2 - x - 2$

Graph of $y = x^3 + 2x^2 - x - 2$

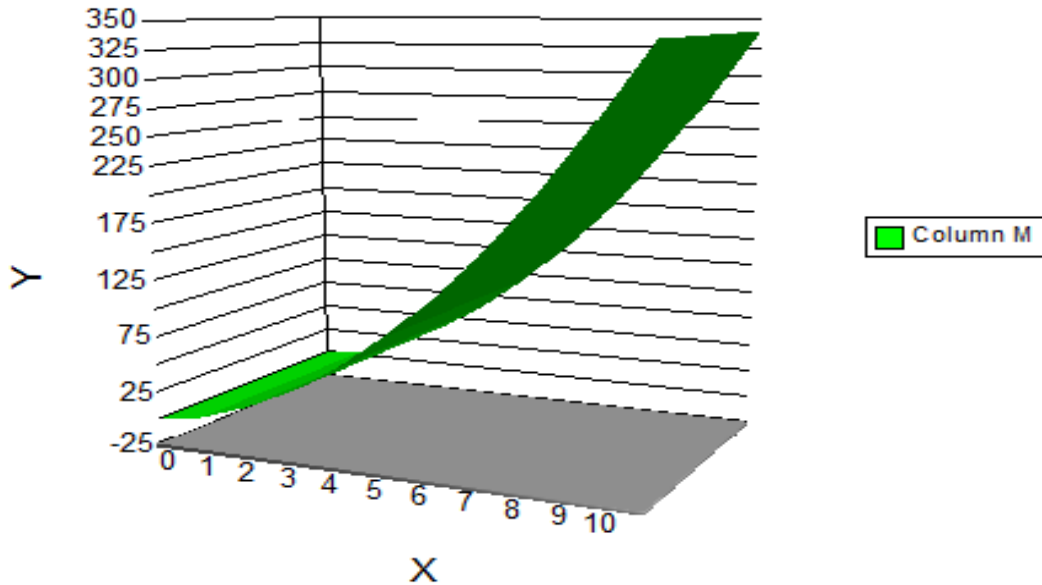


$$\frac{dy}{dx} = 3x^2 + 4x - 1$$

| x^1 | x^2 | $3x^2$ | $4x^1$ | | $\frac{dy}{dx}$ |
|-------|-------|--------|--------|---|-----------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -1 |
| 1 | 1 | 3 | 4 | 1 | 6 |
| 2 | 4 | 12 | 8 | 1 | 19 |
| 3 | 9 | 27 | 12 | 1 | 38 |
| 4 | 16 | 48 | 16 | 1 | 63 |
| 5 | 25 | 75 | 20 | 1 | 94 |
| 6 | 36 | 108 | 24 | 1 | 131 |
| 7 | 49 | 147 | 28 | 1 | 174 |
| 8 | 64 | 192 | 32 | 1 | 223 |
| 9 | 81 | 243 | 36 | 1 | 278 |
| 10 | 100 | 300 | 40 | 1 | 339 |

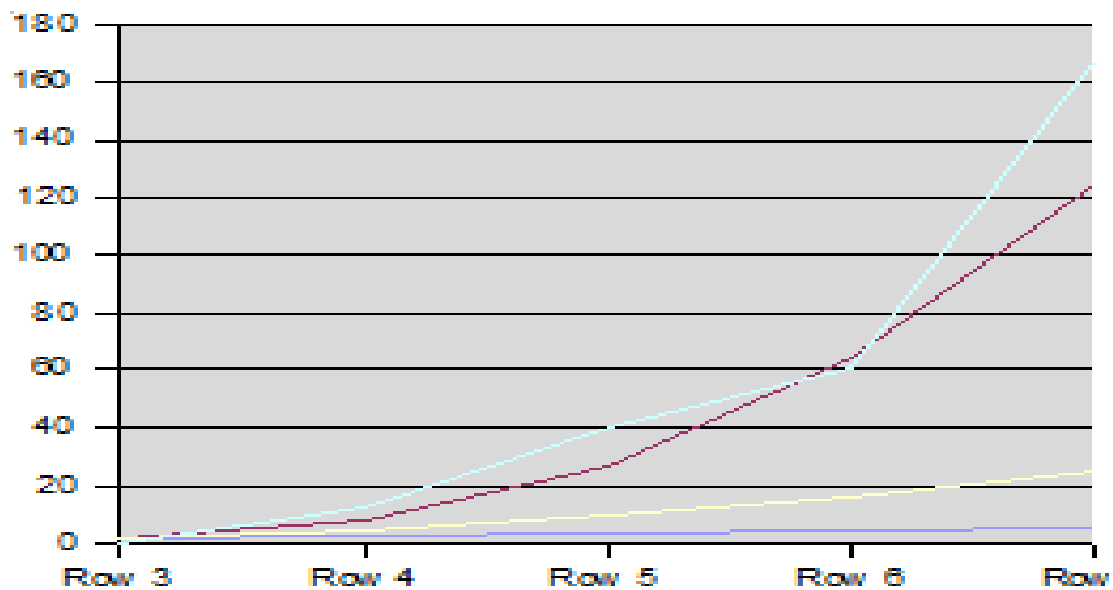
Graph of $\frac{dy}{dx} = 3x^2 + 4x - 1$

Graph of $dy/dx = 3x^2 + 4x - 1$



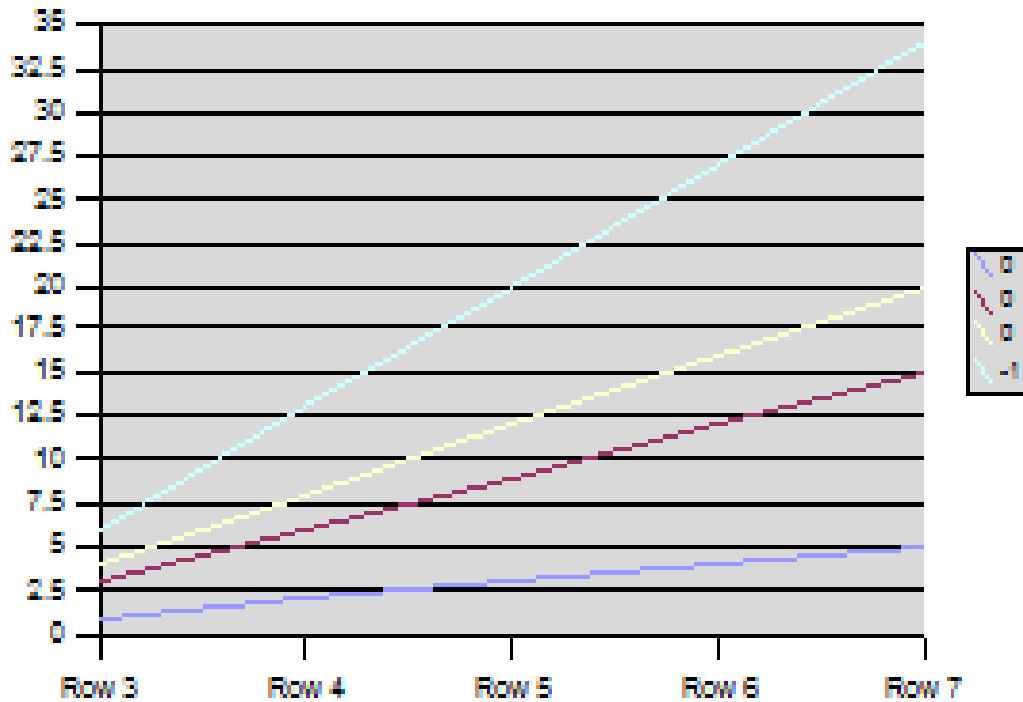
Jawapan Pelajar 2:

| X | X ³ | X ² | $y = x^3 + 2x^2 - x - 2$ |
|---|----------------|----------------|--------------------------|
| 0 | 0 | 0 | -2 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |
| 2 | 8 | 4 | 12 |
| 3 | 27 | 9 | 40 |
| 4 | 64 | 16 | 60 |
| 5 | 125 | 25 | 168 |



| X | 3X ² | 4X | $\frac{dy}{dx} = 3x^2 + 4x - 1$ |
|---|-----------------|----|---------------------------------|
| 0 | 0 | 0 | -1 |
| 1 | 3 | 4 | 6 |
| 2 | 12 | 8 | 13 |
| 3 | 27 | 12 | 20 |
| 4 | 48 | 16 | 27 |
| 5 | 75 | 20 | 34 |

Main Title



Pelajar 1 Soalan 1(b):

The graphs of $y = x^3 + 2x^2 - x - 2$ and $\frac{dy}{dx} = 3x^2 + 4x - 1$ look almost the

same but the curve of $y = x^3 + 2x^2 - x - 2$ is starting to increase from at least 0 in x-

$$\frac{dy}{dx} = 3x^2 + 4x - 1$$

axis and for the graph of $\frac{dy}{dx} = 3x^2 + 4x - 1$ is starting to

increase from at least 1 in x-axis.

Pelajar 2; Soalan 1(b):

TERDAPAT PERBEZAAN DIANTARA KECERUNAN GRAF TERSEBUT.

Berdasarkan hasil kerja kedua-dua pelajar, analisis telah dilaksanakan berpandukan PTPK untuk menghasilkan maklumat seperti dalam Jadual 2.

Jadual 2: Analisis PTPK dari ujian, Soalan 1

| 1 | | Pelajar 1 | Pelajar 2 |
|---|-----------|--|---|
| | Kandungan | Dapat membuat jawapan mengikut kehendak soalan. Faham konsep matematik yang digunakan. Menggunakan kemahiran berfikir HOTS iaitu mengenal pasti, mentafsir dan membuat hubungan. | Tidak dapat membuat jawapan mengikut kehendak soalan. Tidak memahami konsep matematik. |
| | Pedagogi | Dapat mengaplikasikan teknologi dalam P&P i.e penggunaan komputer selain daripada papan hitam. Menerapkan nilai menghargai komputer dalam matematik. | Tidak dapat mengaplikasikan teknologi dalam P&P dengan baik. |
| | Teknologi | Mempunyai kemahiran menggunakan perisian 'spreadsheet'. Dapat menghasilkan graf dan jadual yang betul dan menarik. Menghasilkan tatatanda matematik menggunakan formula editor. | Tidak mempunyai kemahiran menggunakan perisian 'spreadsheet'. Graf dan jadual yang tidak menarik dan tidak sempurna. |

Secara keseluruhannya, penguasaan PTPK dikalangan guru pelatih berbeza walau pun mereka telah mengikut latihan yang sama. Dalam sampel kajian ini, terdapat juga beberapa orang guru pelatih yang serba serbi lemah dari sudut kandungan, teknologi dan pedagogi. Seterusnya dikemukakan jawapan pelajar untuk Soalan 2 yang bernilai 10 markah.

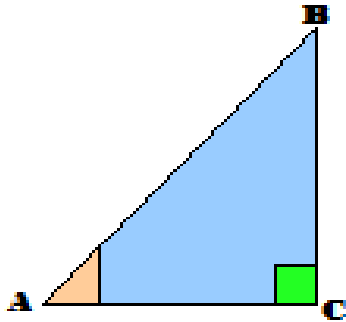
Activity 2 (10 marks)

Draw a diagram using Open Office to represent the following situation:

A plane is 3 miles above ground. The pilot sights the airport at an angle of depression of 15° .

Jawapan Soalan 2: Pelajar 1

By using algebra:



Let the length of AB = c

Let the length of AC = b

Let the length of BC = a

$$\tan(\theta) = \frac{a}{b}$$

$$\sin(\theta) = \frac{a}{c}$$

$$\cos(\theta) = \frac{b}{c}$$

$$\sin(\theta)^2 + \cos(\theta)^2 = \left(\frac{a}{c}\right)^2 + \left(\frac{b}{c}\right)^2$$

By using Theorem Pythagoras:

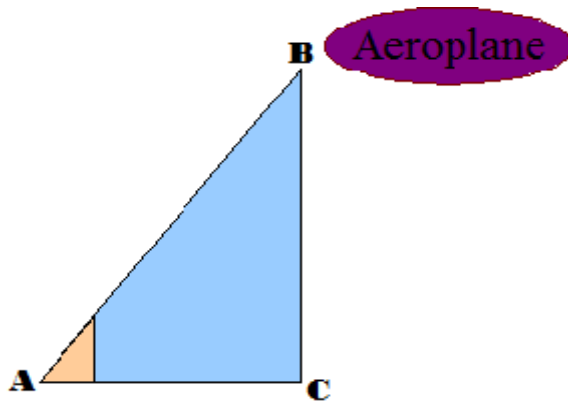
$$a^2 + b^2 = c^2$$

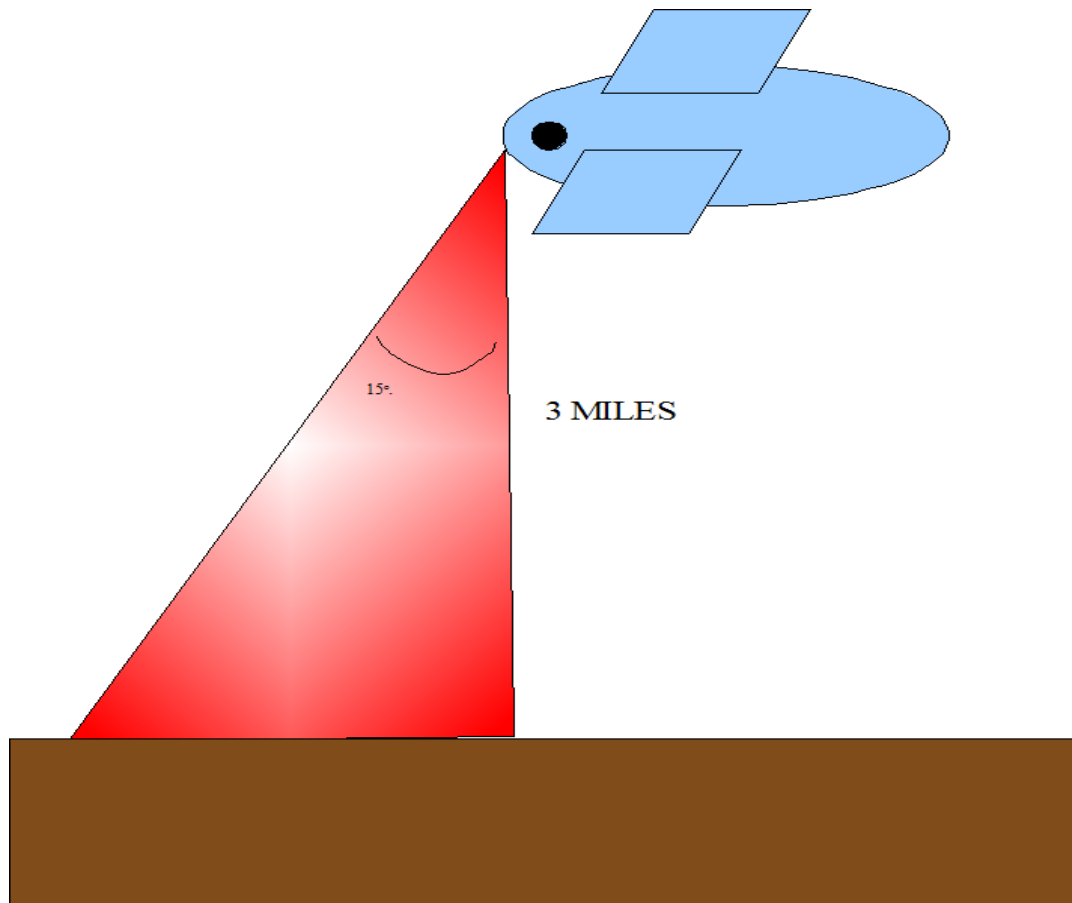
$$\sin(\theta)^2 + \cos(\theta)^2 = \frac{a^2}{c^2} + \frac{b^2}{c^2}$$

$$\sin(x)^2 + \cos(x)^2 - \left(\frac{a^2}{c^2} + \frac{b^2}{c^2}\right)$$

$$\sin(x)^2 + \cos(x)^2 - \frac{c^2}{c^2} - 1$$

A plane is 3 miles above ground. The pilot sights the airport at an angle of depression of 15° .



Soalan 2: Pelajar 2

Berdasarkan hasil kerja kedua-dua pelajar, analisis telah dilaksanakan berpandukan PTPK untuk menghasilkan maklumat seperti dalam Jadual 3.

Jadual 3: Analisis PTPK dari ujian, Soalan 2

| 2 | | Pelajar 1 | Pelajar 2 |
|---|-----------|---|--|
| | Kandungan | Tajuk : 'Angel of Depression'. Tidak dapat memahami kehendak soalan. | Dapat memahami kehendak soalan dengan baik. |
| | Pedagogi | Tidak dapat mewakili ayat matematik dengan tepat | Dapat mewakili ayat matematik secara bergambar dengan tepat. |
| | Teknologi | Kemampuan untuk melakar rajah matematik. | Kemampuan untuk melakar rajah matematik. |

Berdasarkan Jadual 2 dan 3, didapati bahawa tahap PTPK di kalangan responden berada di tahap yang sederhana di mana, Pelajar 1 dapat menjawab soalan dengan baik dan mahir menggunakan spreadsheet. Ini dapat dilihat apabila Pelajar 1 ini dapat menghasilkan graf dan jadual yang menarik dan membina persamaan yang betul. Pelajar 2 tidak memahami konsep matematik dan tahap pengetahuannya dalam menggunakan spreadsheet ini kurang. Pelajar 2 tidak dapat menghasilkan graf dan jadual yang lengkap dan tidak dapat menaip persamaan

dengan tatatanda yang betul. Namun begitu, Pelajar 2 dapat memahami kehendak Soalan 2 dengan baik dan menjawab dengan tepat berbanding Pelajar 1.

9.0 Perbincangan

Berdasarkan kedua-dua dapatan kajian di atas, didapati bahawa responden mempunyai pandangan yang positif terhadap PTPK untuk dilaksanakan dalam proses pengajaran dan pembelajaran mereka di dalam kelas matematik. Perkara ini disokong daripada nilai purata min bagi aspek kesediaan, sikap, dan kepercayaan responden yang berada pada tahap yang tinggi iaitu masing-masing mempunyai nilai purata 4.14, 4.14, dan 4.07. Pandangan positif yang tinggi terhadap PTPK harus dipupuk dalam diri responden supaya mereka tetap untuk menggunakan PTPK apabila mereka keluar menjadi guru yang sebenar. Maka, untuk memupuk aspek-aspek ini usaha menggunakan teknologi dalam proses pengajaran dan pembelajaran dalam matematik perlu diteruskan dan perisian-perisian yang sedia ada perlulah diperbaharui dan diterokai selalu.

Namun, pengetahuan dan kemahiran yang mereka ada masih kurang. Ini dapat dikenal pasti melalui jawapan ujian di atas talian yang telah mereka lakukan. Maka, usaha seterusnya adalah meningkatkan pengetahuan sekaligus dengan kemahiran menggunakan teknologi dalam pengajaran dan pembelajaran dalam kelas matematik. Perisian yang sedia ada perlu diterokai aplikasinya oleh responden selain daripada memantapkan pengetahuan tentang konsep matematik sedia ada mereka. Pengajaran dan pembelajaran di dalam kelas juga perlu dapat menarik minat pelajar agar mereka sentiasa mempunyai sifat ingin tahu, seterusnya dapat meningkatkan tahap PTPK mereka.

10.0 Penutup

Program pendidikan tidaklah harus statik tetapi bergerak maju dari masa ke masa. Dalam pembangunan TPTK di kalangan guru pelatih, penggunaan teknologi juga harus mengikut perkembangan teknologi terkini. Oleh itu, perancangan dan bahan sokongan kursus TPTK perlu dikemaskini dan mudah dicapai oleh guru pelatih. Dari hasil kajian, dicadangkan sistem e-pembelajaran yang berkonsepkan TPTK perlu dibangunkan untuk memenuhi keperluan pelbagai jenis pelajar.

Rujukan

Angeli, C., & Valanides, N. (2005). Preservice Teachers as ICT Designers: An Instructional Design Model Based on an Expanded View of Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Computer-Assisted Learning*, 21(4), 292-302.

Angeli, C. (2008). Distributed Cognition: A Framework for Understanding the Role of Technology in Teaching and Learning. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(3), 271-279.

Becker, J. H., & Riel, M. M. (2001). *Teacher professional engagement and constructivist compatible computer use*, report no. 7, Teaching, Learning, and Computing Project [Online], Available: http://www.crito.uci.edu/tlc/findings/report_7

Davis, K. S., & Falba, C. J. (2002). Integrating technology in elementary preservice teacher education: orchestrating scientific inquiry in meaningful ways. *Journal of Science Teacher Education*, 13(4), 303–329.

Dawson, K., Pringle, R., & Adams, T. L. (2003). Providing links between technology integration, methods courses, and school-based field experiences: a curriculum-based and technology-enhanced microteaching. *Journal of Computing in Teacher Education*, 20(1), 41–47.

Lampert, M., & Ball, D.L. (1999). Aligning teacher education with contemporary K-12 reform visions. In L. Darling-Hammond, & G.Sykes (Eds.) *Teaching as the learning Profession: Handbook of Policy and Practice*. San Francisco: Jossey-Bass.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.

Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21, 509-523.

Rodrigues, S. (2003). Experiences from the partnership in primary science project: Teacher professional development involving ICT and science pedagogical content knowledge. *Science Education International*, 14(2), 2-11.

Selinger, M. (2001). Learning Information and Communications Technology skills and the subject context of the learning. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 10, (1&2), 143-154.

Zhao, Y. (Ed) (2003). *What teachers should now about technology: Perspectives and practices*. Greenwich, Ct: Information Age Publishing.