

Peningkatan Kemahiran Melakar Graf Trigonometri Menggunakan TGT dan Teknik Feynman dalam Pengajaran dan Pembelajaran Matematik

Emme Eryanie Esmawi¹, Noor Aziah binti Abdul Ghani², Kang Kooi Wei³

^{1,2,3} *Unit Matematik, Kolej Matrikulasi Kedah*

Email: bm-1831@moe-dl.edu.my

Abstrak: Kajian ini bertujuan untuk mempertingkatkan kebolehan pelajar dalam melakar graf Trigonometri menerusi penggunaan alat bantu Trigo Graph Tool (TGT) dan pendekatan Teknik Feynman. Sampel kajian terdiri daripada 23 pelajar Program Dua Semester, kelas F1T6, Semester 1 Sesi 2024/2025 di Kolej Matrikulasi Kedah yang telah mendapat keputusan C+ dan ke bawah dalam ujian diagnostik. Kajian ini menggunakan pendekatan kajian tindakan berdasarkan Model Kemmis dan McTaggart (1988). Tinjauan awal dilakukan melalui pemerhatian terhadap penyelesaian tutorial serta sesi temu bual bersama pelajar bagi mengenal pasti isu yang dihadapi ketika melakar graf Trigonometri. Ujian diagnostik dijalankan bagi mengenal pasti pelajar yang memerlukan bimbingan tambahan. Intervensi dijalankan dengan melaksanakan sesi PdPc menggunakan TGT, yang bertujuan memberi panduan yang sistematik kepada pelajar. Hasil pemerhatian menunjukkan pelajar lebih yakin dalam melakar graf selepas mengikuti pengajaran berasaskan TGT dan Teknik Feynman. Seramai 87% pelajar menunjukkan prestasi cemerlang dalam ujian formatif. Dapatan kajian membuktikan bahawa TGT mampu meningkatkan ketepatan pelajar dalam menjawab soalan Trigonometri. Selain itu, kaedah ini turut mewujudkan suasana pembelajaran yang menyeronokkan dan interaktif. Pendekatan Teknik Feynman, yang menggalakkan pelajar mengulangi langkah-langkah lakaran, turut menyumbang kepada penguasaan kemahiran. Justeru, TGT berpotensi besar untuk diperluas penggunaannya oleh pensyarah Matematik dalam topik Trigonometri.

Kata Kunci: *Trigo Graph Tool, Teknik Feynman, Pembelajaran terarah diri, graf Trigonometri,*

1.0 PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Topik Trigonometri dalam kursus Matematik SM015 mengandungi pelbagai rumus dan konsep yang kompleks, serta merupakan antara kandungan yang diuji dalam Ujian Pertengahan Semester 3 (UPS 3) dan tugas berkumpulan semester 1. Berdasarkan pemerhatian pengajaran yang lalu, penyelidik mendapati bahawa masalah pelajar dalam aspek lakaran graf Trigonometri kerap berulang setiap sesi akademik. Ini menjadikan topik tersebut sebagai suatu cabaran yang memerlukan intervensi pedagogi yang lebih efektif.

Sebagai pendidik, pensyarah harus menguasai enam dimensi Pembelajaran Abad Ke-21 (PAK-21) sebagaimana yang digariskan oleh Badrul dan Mohd Nasruddin (2015), termasuklah kefahaman mendalam terhadap kandungan subjek, kecekapan pedagogi, serta kepedulian terhadap perkembangan pelajar. Oleh itu, penyelidik mengambil inisiatif untuk menggunakan Trigo Graph Tool (TGT) sebagai alat bantu pembelajaran dalam usaha meningkatkan pemahaman pelajar terhadap lakaran graf Trigonometri.

Selain itu, pelajar turut digalakkan untuk menggunakan Teknik Feynman, satu kaedah pembelajaran aktif yang mempercepatkan pemahaman dan mengukuhkan daya ingatan mereka melalui pengulangan dan penjelasan semula konsep. Kajian ini turut menerapkan pendekatan heutagogi, iaitu pembelajaran yang berpusatkan pelajar dan menekankan keupayaan serta autonomi pelajar dalam menguruskan proses pembelajaran sendiri mereka. Pendekatan ini sejajar dengan keperluan pendidikan masa kini yang mementingkan kebolehan pelajar menyesuaikan diri dalam dunia digital dan global.

Pemilihan TGT dan Teknik Feynman disokong oleh teori pembelajaran kognitif yang menekankan kepentingan visualisasi dan penjelasan semula konsep dalam meningkatkan pemahaman pelajar. TGT membantu pelajar memvisualkan fungsi trigonometri manakala Teknik Feynman menekankan pengulangan konsep secara aktif. Kajian oleh Mistirine dan Al-Muzzammil (2018) menyokong kepentingan penggabungan teknologi dan strategi interaktif dalam PdPc Matematik.

Penggunaan TGT juga disokong oleh Cognitive Load Theory (Sweller, 1988), yang menekankan kepentingan penyampaian maklumat secara visual bagi mengurangkan beban kognitif pelajar. Visualisasi dalam bentuk graf membantu pelajar memahami fungsi trigonometri yang kompleks dengan lebih mudah kerana maklumat abstrak ditukar kepada bentuk konkrit dan mudah ditafsirkan. Ini memudahkan proses pemindahan maklumat daripada memori jangka pendek ke memori jangka panjang.

Bagi menangani isu pembelajaran yang pelajar hadapi dalam topik ini, satu kajian tindakan dijalankan dengan menggunakan gabungan TGT dan Teknik Feynman. Model Kemmis dan McTaggart (1988) digunakan dalam kajian tindakan ini, yang melibatkan proses refleksi, perancangan, tindakan dan pemerhatian secara berterusan.

1.2 Refleksi Pengajaran dan Pembelajaran

1.2.1 Refleksi Pensyarah

Berdasarkan pengalaman pengajaran, penyelidik mendapati bahawa pelajar sering menghadapi kesukaran dalam memahami dan melakar graf Trigonometri, terutamanya bagi persamaan yang melibatkan bentuk kompleks. Kekangan utama adalah kurangnya kefahaman terhadap langkah-langkah sistematik dalam menghasilkan lakaran graf berdasarkan ungkapan fungsi trigonometri tertentu. Maka, satu penilaian awal dilaksanakan untuk mengenal pasti dengan lebih jelas masalah yang dihadapi pelajar.

1.2.2 Refleksi Pelajar

Melalui tinjauan awal dalam kalangan pelajar kelas F1T6, penyelidik mendapati ramai pelajar gagal menghasilkan lakaran graf yang betul ketika menjawab soalan tutorial. Pelajar juga menunjukkan kekeliruan dalam mengenal pasti bentuk fungsi dan bilangan ulangan graf dalam satu-satu julat. Hasil temu bual menyatakan bahawa kekeliruan formula dan struktur soalan menyumbang kepada rasa kurang yakin dan minat terhadap topik ini. Dapatan ini disokong oleh soal selidik (lampiran 1) yang menunjukkan:

- i) 85% pelajar tidak tahu menentukan bilangan ulangan graf,
- ii) 88% sukar mengenal pasti jenis fungsi trigonometri,
- iii) 92% hilang motivasi akibat kesukaran memahami bentuk graf.

1.3 Fokus Kajian

Tumpuan utama kajian ini ialah mempertingkatkan kemahiran pelajar dalam melakar graf Trigonometri, yang dilihat sebagai faktor utama dalam menentukan pencapaian mereka dalam Peperiksaan Semester Program Matrikulasi (PSPM) bagi subjek SM015.

Pendekatan TGT, yang dibangunkan berdasarkan refleksi pengajaran terdahulu, diperkenalkan bagi membantu pelajar menguasai kemahiran lakaran secara terarah dan menarik. Dengan reka bentuk yang mesra pengguna, TGT membimbing pelajar langkah demi langkah dalam menghasilkan lakaran graf mengikut fungsi yang diberikan. Alat ini juga sesuai digunakan dalam pembelajaran sendiri kerana boleh diakses pada bila-bila masa melalui peranti pelajar.

1.4 Objektif Kajian

Objektif utama kajian tindakan ini adalah untuk mempertingkatkan keupayaan pelajar dalam menghasilkan graf Trigonometri dengan menggunakan pendekatan Trigo Graph Tool (TGT) dan Teknik Feynman.

2.0 KAJIAN LITERATUR

Setiap langkah lakaran graf pada Trigo Graph Tool (TGT) dipermudahkan dengan penggunaan akronim bagi membantu pelajar mengingat proses secara sistematik. Menurut Atkinson (2002), memori merupakan komponen penting dalam perkembangan kognitif yang merangkumi keseluruhan mekanisme dalam individu untuk menyimpan maklumat yang diperolehi dari semasa ke semasa. Proses

mengingat melibatkan tiga tahap utama: pengkodan maklumat (encoding), penyimpanan maklumat (storage) dan pencapaian semula maklumat (retrieval).

Kajian oleh Norazah, Abdul Razak, dan Sulaiman (2022) menunjukkan bahawa penggunaan aplikasi digital seperti Geogebra membantu pelajar mengukuhkan pemahaman dalam topik Fungsi Matematik, tetapi belum banyak kajian dilakukan terhadap penggunaan TGT secara spesifik. Justifikasi ini menunjukkan terdapat kekosongan dalam penyelidikan berkaitan TGT dalam topik Trigonometri, terutamanya pada peringkat matrikulasi, menjadikan kajian ini signifikan dalam mengisi jurang tersebut.

Penggunaan kedua-dua pendekatan TGT serta Teknik Feynman turut memupuk suasana pembelajaran yang interaktif dan memberi motivasi kepada pelajar. Boyatzis (1982) menekankan bahawa pendekatan berasaskan teori kognitif dalam pengajaran dan pembelajaran mampu merangsang pemikiran serta mengaktifkan proses mental pelajar ke arah yang lebih interaktif dan kreatif. Pendekatan pengajaran yang melibatkan interaksi aktif dan elemen menarik merupakan asas penting dalam teori ini.

Ab Aziz (2003) berpendapat bahawa penglibatan aktif dalam proses pembelajaran mampu merangsang pemikiran serta meningkatkan interaksi pelajar. Sehubungan itu, penerapan pendekatan TGT dalam pengajaran Trigonometri secara menarik berupaya memupuk minat dan kecenderungan pelajar untuk melukis graf Trigonometri berdasarkan langkah-langkah yang telah mereka pelajari.

Keupayaan penyelidik untuk merancang strategi pengajaran dan pembelajaran melalui pendekatan TGT berpotensi mempercepat serta mempermudah penguasaan kemahiran pelajar. Sokongan terhadap pandangan ini turut diberikan oleh Mistirine dan Al-Muzzammil (2018), yang menegaskan bahawa unsur kreativiti mampu mewujudkan suasana pembelajaran yang lebih tersusun dan mudah diikuti oleh pelajar. Menurut Cavide (2010), penggunaan elemen teknologi dan kreativiti dalam PdPc dapat menjadikan pelajar lebih seronok belajar, manakala teori pembelajaran kognitif dan behaviorisme menyokong keberkesanan strategi ini dalam meningkatkan kompetensi pelajar abad ke-21.

Kaedah ini juga bertepatan dengan pendekatan pembelajaran digital masa kini yang menekankan keperluan gaya pembelajaran pelajar generasi Z (Wan Idros & Maizatul, 2015). Di samping itu, pemilihan strategi PdPc yang berkesan seperti yang dinyatakan oleh Ismail Suardi Wekka (2014), memainkan peranan penting dalam mencapai hasil pembelajaran yang optimum.

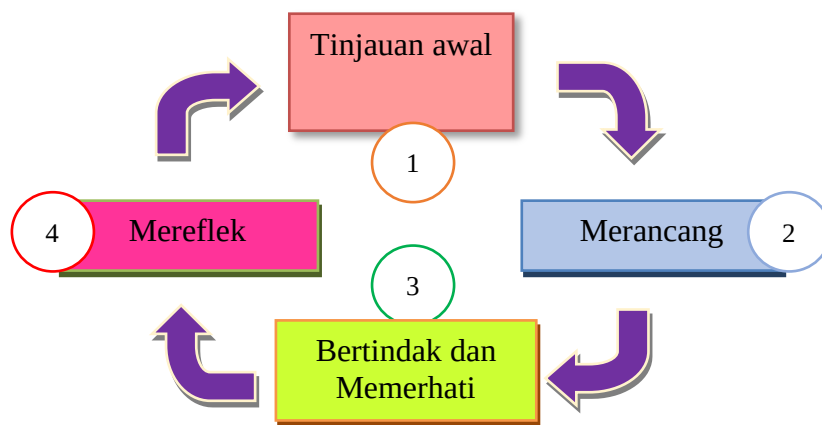
3.0 METODOLOGI

3.1 Reka Bentuk Kajian

Instrumen soal selidik serta ujian diagnostik dan formatif disemak oleh *Subject Matter Expert* (SME), pakar dalam bidang pendidikan Matematik untuk memastikan kesesuaian kandungan dan konstruk. Proses pemerhatian turut melibatkan kolaborasi bersama rakan pensyarah yang memantau secara rawak sesi PdPc dan mencatat refleksi bagi mengurangkan bias penyelidik.

Kajian ini menggunakan pendekatan kajian tindakan yang berlandaskan Model Kemmis dan McTaggart (1988) seperti dalam rajah 1, yang menekankan empat fasa utama iaitu refleksi, perancangan, tindakan, dan pemerhatian. Penyelidik memulakan kajian dengan menganalisis amalan terdahulu, mengenal pasti permasalahan, merangka pelan tindakan untuk menyelesaikannya, melaksanakan intervensi, serta membuat penilaian dan penambahbaikan secara berterusan sepanjang proses pengajaran dan pemudahcaraan (PdPc).

Kajian ini menekankan peningkatan kecekapan pelajar melalui penggunaan TGT dan Teknik Feynman dalam sesi PdPc. Keberkesanan intervensi diukur melalui analisis data yang diperoleh daripada ujian diagnostik dan ujian formatif.



Rajah 1: Model Kajian Tindakan Kemmis dan McTaggart (1988)

3.2 Kumpulan Sasaran

Seramai 26 pelajar daripada Program Dua Semester, kelas F1T6 Semester 1 Sesi 2024/2025 di Kolej Matrikulasi Kedah terlibat dalam kajian ini. Komposisi pelajar terdiri daripada 15 perempuan dan 11 lelaki, dengan 24 berbangsa Melayu dan 2 berbangsa Cina. Kesemua pelajar mengambil subjek Matematik bersama tiga subjek sains lain iaitu Fizik, Kimia, dan Sains Komputer. Mereka memperoleh sekurang-kurangnya gred C dalam subjek Matematik SPM.

3.3 Ujian Diagnostik

Satu ujian diagnostik yang terdiri daripada tiga soalan Trigonometri diberikan kepada pelajar sebagai langkah awal untuk mengenal pasti tahap penguasaan mereka terhadap kemahiran melakar graf. Tempoh masa yang diperuntukkan untuk menjawab ialah 40 minit. Hasil ujian ini dianalisis dan dijadikan asas untuk mengenal pasti pelajar yang memerlukan sokongan tambahan, khususnya mereka yang memperoleh gred C+ atau lebih rendah. Analisis ini juga membantu dalam pemilihan sampel kajian tindakan dan merancang intervensi yang bersesuaian.

3.4 Intervensi

Dalam sesi PdPc seterusnya, penyelidik memperkenalkan Trigo Graph Tool (TGT) dan Teknik Feynman sebagai pendekatan inovatif untuk membantu pelajar memahami dan melakar graf Trigonometri dengan lebih baik. Pelajar diberi panduan langkah demi langkah menggunakan TGT, yang direka bentuk agar mudah difahami dan diakses melalui kod QR (rajah 2).



Rajah 2: Kod QR Trigo Graph Tool (TGT)

TGT juga menyokong pembelajaran sendiri di luar kelas. Pelajar digalakkan menggunakan semula TGT secara berulang agar penguasaan mereka menjadi mantap. Teknik Feynman digunakan untuk mengukuhkan pemahaman pelajar dengan cara mereka menerangkan kembali langkah-langkah lakaran kepada diri sendiri atau rakan, mengikut prinsip bahawa seseorang benar-benar faham apabila dia mampu mengajarkan semula sesuatu konsep dengan mudah.

Pemerhatian semasa sesi PdPc menunjukkan peningkatan minat pelajar terhadap topik Trigonometri. Mereka lebih terlibat dan yakin semasa meneroka serta menggunakan TGT. Ini membuktikan bahawa pendekatan interaktif dan berasaskan teknologi memberi kesan positif kepada penglibatan pelajar dalam kelas serta meningkatkan keyakinan mereka terhadap kemahiran lakaran graf.

3.5 Ujian Formatif

Seminggu selepas intervensi dilaksanakan, satu ujian formatif dijalankan yang terdiri daripada tiga soalan bentuk baharu tetapi setara dengan soalan dalam ujian diagnostik. Tempoh menjawab ialah

30 minit. Ujian ini bertujuan untuk menilai kesan intervensi terhadap pencapaian pelajar. Keputusan ujian ini direkodkan dan dibandingkan dengan keputusan ujian diagnostik bagi menilai peningkatan prestasi.

4.0 ANALISIS DATA DAN DAPATAN KAJIAN

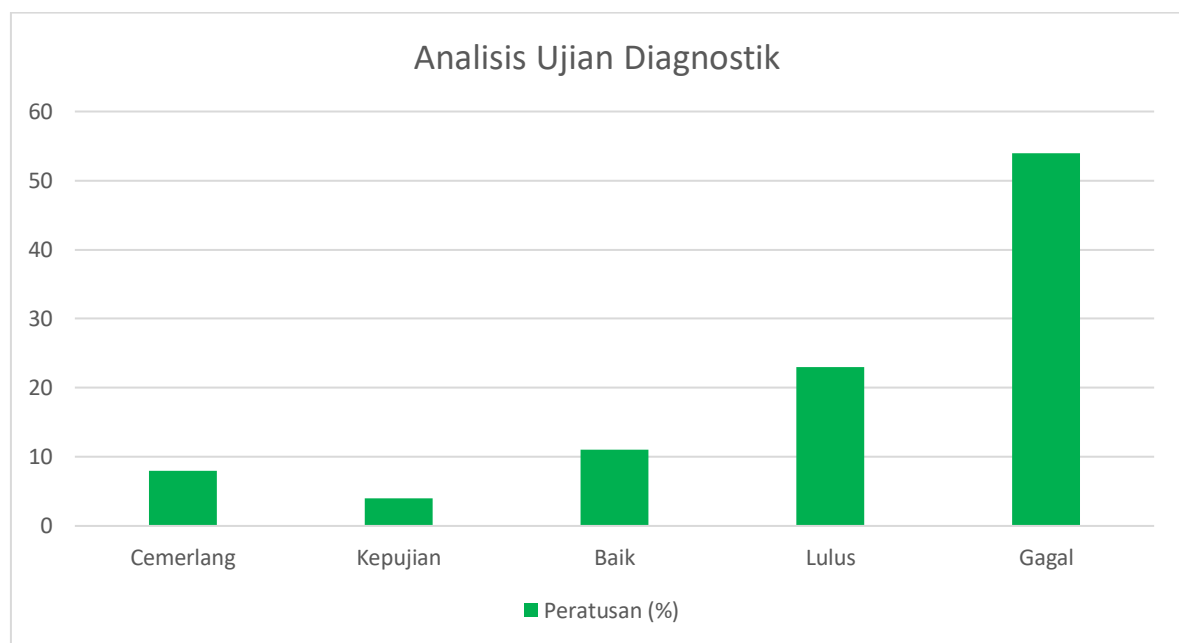
4.1 Ujian Diagnostik

Jadual 1: Analisis Ujian Diagnostik

Bil	Pelajar	Keputusan Ujian Diagnostik		
		Peratusan (%)	Gred	Tahap prestasi
1	<i>Pelajar A</i>	<i>10</i>	<i>G</i>	<i>Gagal</i>
2	<i>Pelajar B</i>	<i>30</i>	<i>G</i>	<i>Gagal</i>
3	<i>Pelajar C</i>	<i>50</i>	<i>C</i>	<i>Baik</i>
4	<i>Pelajar D</i>	<i>20</i>	<i>G</i>	<i>Gagal</i>
5	<i>Pelajar E</i>	<i>40</i>	<i>E</i>	<i>Lulus</i>
6	<i>Pelajar F</i>	<i>30</i>	<i>G</i>	<i>Gagal</i>
7	Pelajar G	70	B	Kepujian
8	<i>Pelajar H</i>	<i>50</i>	<i>C</i>	<i>Baik</i>
9	<i>Pelajar I</i>	<i>30</i>	<i>G</i>	<i>Gagal</i>
10	<i>Pelajar J</i>	<i>40</i>	<i>E</i>	<i>Lulus</i>
11	<i>Pelajar K</i>	<i>60</i>	<i>C+</i>	<i>Baik</i>
12	<i>Pelajar L</i>	<i>30</i>	<i>G</i>	<i>Gagal</i>
13	<i>Pelajar M</i>	<i>20</i>	<i>G</i>	<i>Gagal</i>
14	<i>Pelajar N</i>	<i>40</i>	<i>E</i>	<i>Lulus</i>
15	<i>Pelajar O</i>	<i>10</i>	<i>G</i>	<i>Gagal</i>
16	<i>Pelajar P</i>	<i>30</i>	<i>G</i>	<i>Gagal</i>
17	<i>Pelajar Q</i>	<i>20</i>	<i>C</i>	<i>Gagal</i>
18	<i>Pelajar R</i>	<i>30</i>	<i>G</i>	<i>Gagal</i>
19	Pelajar S	80	A-	Cemerlang
20	<i>Pelajar T</i>	<i>40</i>	<i>E</i>	<i>Lulus</i>

21	<i>Pelajar U</i>	30	<i>G</i>	<i>Gagal</i>
22	<i>Pelajar V</i>	40	<i>E</i>	<i>Lulus</i>
23	<i>Pelajar W</i>	20	<i>G</i>	<i>Gagal</i>
24	<i>Pelajar X</i>	0	<i>G</i>	<i>Gagal</i>
25	<i>Pelajar Y</i>	40	<i>E</i>	<i>Lulus</i>
26	Pelajar Z	90	A+	Cemerlang

Keputusan ujian diagnostik yang dilaksanakan sebelum intervensi (carta 1) menunjukkan bahawa sebahagian besar pelajar menghadapi kesukaran yang ketara dalam melakar graf Trigonometri. Daripada 26 pelajar, hanya dua pelajar (8%) mencapai tahap cemerlang dan seorang pelajar (4%) pada tahap kepujian. Manakala majoriti berada dalam kategori C+ ke bawah iaitu 23 orang (88%) dengan 14 orang (54%) daripadanya telah gagal. Pelajar yang memperoleh keputusan ini dikenal pasti sebagai kumpulan yang memerlukan intervensi dalam kajian tindakan ini.



Carta 1: Analisis Keputusan Ujian Diagnostik Pelajar F1T6

Daripada analisis jawapan pelajar, penyelidik mendapati bahawa kebanyakan mereka gagal mengenal pasti bentuk graf yang betul berdasarkan fungsi trigonometri yang diberikan. Seramai 20 orang pelajar (77%) dilihat menjawab secara meneka. Bentuk jawapan dan penulisan mereka turut menunjukkan ketiadaan minat dan keyakinan dalam memahami kandungan topik ini.

Dapatan kajian ini menyokong teori kognitif seperti yang dihuraikan oleh Boyatzis (1982), di mana pemikiran pelajar dirangsang melalui aktiviti pengulangan, visualisasi dan interaksi aktif. Petikan maklum balas pelajar:

“Saya lebih faham bila guna TGT sebab saya boleh nampak bentuk graf dengan lebih jelas dan ulang balik guna QR Code.”

“Bila saya ajar semula langkah kepada kawan, saya sendiri lebih ingat. Teknik Feynman buat saya lebih yakin.”

4.2 Ujian Formatif

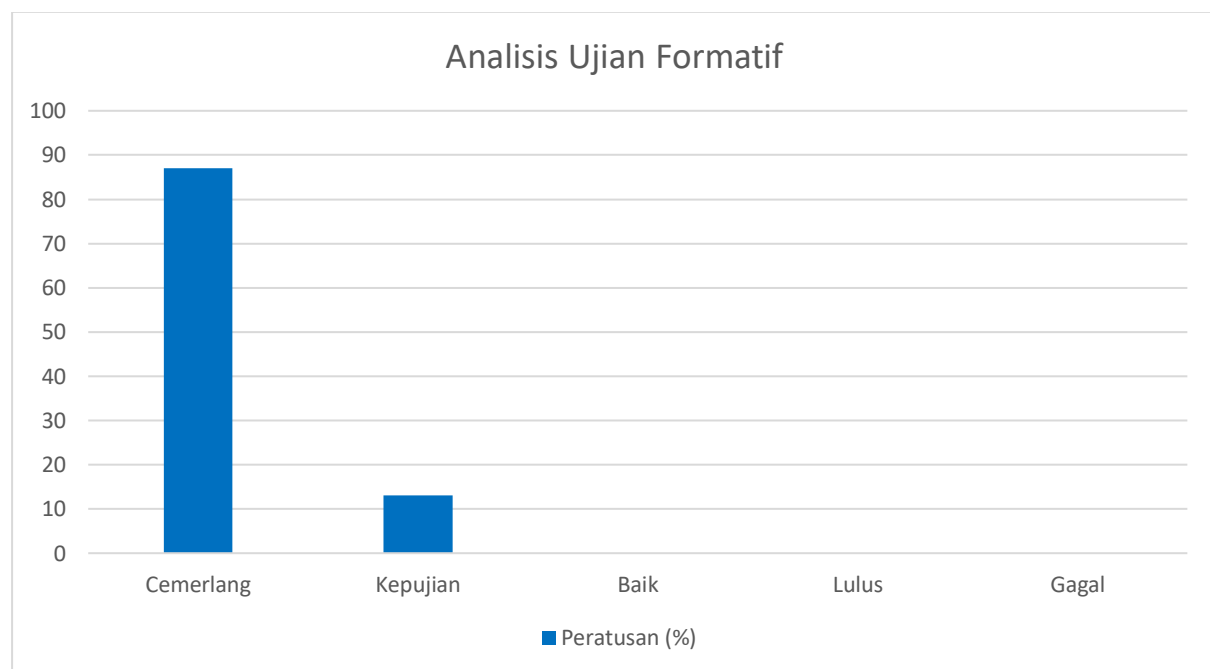
Jadual 2: Analisis Ujian Formatif

Bil	Pelajar	Keputusan Ujian Formatif		
		Peratusan (%)	Gred	Tahap prestasi
1	Pelajar A	70	B	Kepujian
2	Pelajar B	90	A+	Cemerlang
3	Pelajar C	100	A+	Cemerlang
4	Pelajar D	80	A-	Cemerlang
5	Pelajar E	100	A+	Cemerlang
6	Pelajar F	90	A+	Cemerlang
7	Pelajar H	100	A+	Cemerlang
8	Pelajar I	90	A+	Cemerlang
9	Pelajar J	100	A+	Cemerlang
10	Pelajar K	100	A+	Cemerlang
11	Pelajar L	80	A-	Cemerlang
12	Pelajar M	80	A-	Cemerlang
13	Pelajar N	100	A+	Cemerlang
14	Pelajar O	70	B	Kepujian
15	Pelajar P	90	A+	Cemerlang
16	Pelajar Q	100	A+	Cemerlang
17	Pelajar R	80	A-	Cemerlang
18	Pelajar T	100	A+	Cemerlang

19	Pelajar U	90	A+	Cemerlang
20	Pelajar V	100	A+	Cemerlang
21	Pelajar W	80	A-	Cemerlang
22	Pelajar X	70	B	Kepujian
23	Pelajar Y	100	A+	Cemerlang

Selepas pelaksanaan intervensi PdPc berbantuan TGT dan Teknik Feynman, satu ujian formatif dijalankan bagi menilai kesan langsung terhadap kemahiran pelajar. Hasil ujian menunjukkan peningkatan prestasi yang sangat ketara. Daripada 23 pelajar yang menjadi sampel kajian tindakan, kesemua mereka (100%) berjaya mencapai tahap cemerlang atau kepujian (carta 2) di mana:

- (i) 87% (20 pelajar) mencapai tahap cemerlang,
- (ii) 13% (3 pelajar) mencapai tahap kepujian,
- (iii) Tiada pelajar yang berada pada tahap baik, lulus atau gagal.



Carta 2: Analisis Keputusan Ujian Formatif Pelajar F1T6

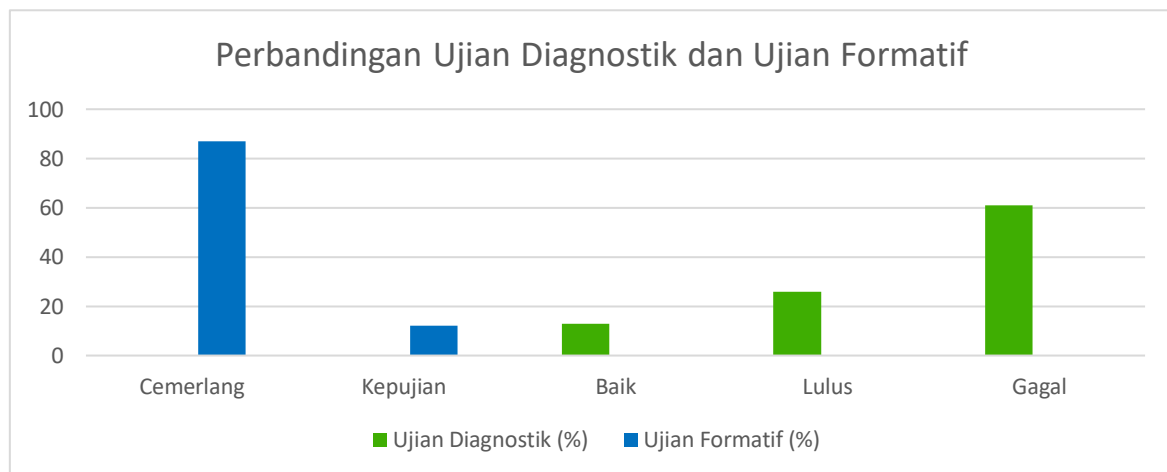
Perbezaan ketara suasana ketika ujian formatif berbanding ujian diagnostik amat dirasai. Pelajar menunjukkan keyakinan tinggi ketika menjawab dan berjaya menyelesaikan soalan dengan lebih cepat serta tepat. Malah, 65% daripada mereka menyerahkan jawapan lebih awal daripada masa yang diperuntukkan. Keputusan ini membuktikan bahawa intervensi yang dilaksanakan berjaya membantu pelajar menguasai kemahiran lakaran graf dengan lebih baik. Objektif kajian tindakan ini juga dapat dikatakan telah dicapai.

4.3 Perbandingan Ujian Diagnostik Dengan Ujian Formatif

Jadual 3: Bilangan Pelajar yang Bergred Tinggi dan Bergred Rendah dalam Ujian Diagnostik dan Ujian Formatif

Keputusan	Bilangan pelajar	
	Sebelum intervensi (%)	Selepas intervensi (%)
Cemerlang	0	20
Kepujian	0	3
Baik	3	0
Lulus	6	0
Gagal	14	0

Perbandingan ini dengan jelas menunjukkan bahawa pendekatan PdPc berbantuan TGT bukan sahaja berkesan dalam meningkatkan tahap penguasaan pelajar, malah berjaya mengubah keseluruhan pola prestasi mereka ke arah yang lebih baik (carta 3).



Carta 3: Perbandingan Ujian Diagnostik dan Ujian Formatif

5.0 PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN

5.1 Refleksi Pelajar

Selepas pelaksanaan intervensi yang menggunakan Trigo Graph Tool (TGT), pelajar menunjukkan peningkatan yang ketara dari segi minat dan penguasaan topik Trigonometri. Mereka lebih yakin dalam menjawab soalan ujian formatif dan dapat mengenal pasti bentuk graf yang betul serta melaksanakannya dengan lebih tepat. Berdasarkan maklum balas pelajar, pendekatan TGT membantu mereka mengatasi kesukaran memahami konsep dan langkah melakar graf.

Pengajaran berbentuk interaktif ini juga telah menyemai nilai-nilai positif dalam diri pelajar seperti kerjasama, keyakinan diri dan komunikasi berkesan. Semua pelajar yang terlibat berjaya meningkatkan pencapaian mereka sehingga mencapai tahap cemerlang atau kepujian, sekali gus membuktikan kejayaan intervensi yang dijalankan.

5.2 Refleksi Penyelidik

Penyelidik berasa amat gembira dan berpuas hati dengan hasil ujian formatif yang menunjukkan peningkatan ketara dalam prestasi pelajar. Kejayaan intervensi ini turut disertai dengan respons pelajar yang sangat positif terhadap penggunaan TGT dalam PdPc. Peningkatan ini menjadi pengesahan bahawa strategi pengajaran yang diterapkan berkesan dan sesuai digunakan secara meluas.

Kejayaan ini juga mendorong penyelidik untuk terus memperkembangkan dan berkongsi amalan terbaik ini bersama pensyarah Matematik lain agar manfaatnya dapat diperluas dalam komuniti pendidikan.

5.3 Refleksi Pengajaran Dan Pembelajaran

Secara keseluruhannya, penggunaan TGT dalam PdPc telah berjaya memperkukuh pelaksanaan Pembelajaran Abad Ke-21. Pelajar memainkan peranan aktif dalam proses pembelajaran, di mana mereka membina kefahaman melalui eksplorasi, membuat kesilapan, dan membetulkannya. Peranan pensyarah juga beralih kepada fasilitator sebagai pembimbing, perancang, dan pemudah cara pembelajaran pelajar.

Keadaan ini bukan sahaja meningkatkan motivasi dan keupayaan pelajar, tetapi juga mewujudkan persekitaran pembelajaran yang lebih kondusif dan berpusatkan pelajar. Ia sejajar dengan elemen utama dalam Standard Kualiti Pendidikan Malaysia Gelombang 2 (SKPMg2) yang menekankan peranan guru dan pelajar sebagai rakan dalam proses pembelajaran.

Kajian ini menunjukkan peningkatan signifikan yang sejajar dengan pendekatan Pembelajaran Abad ke-21 yang mementingkan elemen penglibatan aktif dan kolaboratif pelajar. Keberkesanan TGT dan Teknik Feynman membuktikan bahawa strategi ini wajar diperluas penggunaannya di peringkat menengah atas sebagai pendedahan awal kepada pelajar terhadap pembelajaran berbantuan teknologi yang menyeronokkan. Pendedahan ini mampu membina asas kukuh dalam penguasaan Trigonometri serta meningkatkan keyakinan dan minat pelajar terhadap subjek Matematik.

5.4 Kesimpulan

Kajian ini membuktikan bahawa penggunaan Trigo Graph Tool (TGT) bersama Teknik Feynman dapat mempertingkatkan kemahiran pelajar dalam melakar graf Trigonometri. Peningkatan prestasi yang jelas selepas intervensi mencerminkan keberkesanan kaedah yang digunakan dalam mencapai objektif kajian.

Melalui pendekatan inovatif ini, pelajar bukan sahaja lebih memahami kandungan pelajaran, malah menjadi lebih yakin dan bermotivasi. Keberhasilan ini juga menyokong idea bahawa strategi PdPc yang sesuai mampu membentuk modal insan yang berkemahiran tinggi, dinamik, dan bersedia menghadapi cabaran masa depan.

Adalah dicadangkan agar penggunaan TGT diperluaskan kepada pelajar peringkat sekolah menengah sebagai pendedahan awal yang berpotensi membina asas kukuh dalam penguasaan Trigonometri. Pendekatan pembelajaran yang interaktif dan mesra teknologi ini dapat menyemai minat pelajar terhadap subjek Matematik sejak awal lagi.

RUJUKAN

- Ab. Aziz, Y. (2003). *Pengurusan Sumber Manusia: Konsep, Isu dan Perlaksanaan*. Prentice Hall.
- Atkinson, R. K. (2002). Optimizing learning from examples using animated pedagogical agents. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 416–427. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.94.2.416>
- Badrul Hisham Alang Osman & Mohd Nasruddin Basar. (2015). *Penilaian Kendiri Amalan Pengajaran dan Pembelajaran Abad ke-21*. Kertas kerja persidangan, Keningau.
- Boyatzis, R. E. (1982). *The Competent Manager: A Model for Effective Performance*. New York: Macmillan.
- Cavide, D. (2010). The Project-Based Learning Approach in a Science Lesson: A Sample Project Study. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 5, 66–79.
- Ismail Suardi Wekka. (2014). *Model Pembelajaran Bahasa Arab: Faktor Dorongan dan Halangan Penggunaan*. Penerbit Deepublish, Yogyakarta.
- Kemmis, S. & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planner*. Victoria, Australia: Deakin University Press.
- Mistirine Radin & Al-Muzzammil Yasin. (2018). Pelaksanaan Pendidikan Abad ke-21 di Malaysia: Satu Tinjauan Awal. *Jurnal Pendidikan Abad Ke-21*, 10(3), 1–6.
- Norazah, M. N., Abdul Razak, N., & Sulaiman, H. (2022). The impact of dynamic mathematics software on students' understanding in learning mathematical functions. **Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 19*(1), 101–120. <https://doi.org/10.32890/mjli2022.19.1.5>
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. **Cognitive Science*, 12*(2), 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- Wan Idros Wan Sulaiman & Maizatul Haizan Mahbob. (2015). Hubungan komunikasi keorganisasian dengan perancangan strategik modal insan di Universiti Kebangsaan Malaysia. *Jurnal Komunikasi Malaysian*, 31(2), 1–14.

LAMPIRAN

Lampiran 1:

Soal selidik tinjauan awal masalah pembelajaran pelajar

Penyataan	Ya	Tidak
1. Saya tidak dapat menentukan berapa kali ulangan graf Trigonometri dengan selang yang diberikan.	85%	15%
2. Saya mengalami masalah dalam menentukan jenis lakaran betul untuk fungsi trigonometri yang diberi dalam soalan.	88%	12%
3. Masalah penentuan jenis graf trigonometri telah menyebabkan saya hilang minat dan yakin dalam pembelajaran topik Trigonometri.	92%	8%

Lampiran 2:

Soalan Ujian Dagnostik

Chapter 5 Subtopic: Trigonometric Functions

Name:	Class:
Matric Number:	Start time: End time:

1. Sketch the graph for the function $f(x) = \sin(-2x)$, $-180^\circ \leq x \leq 180^\circ$. [3 marks]

2. Sketch the graph for the function $f(x) = \cos\left(x + \frac{\pi}{2}\right)$, $-\pi \leq x \leq \pi$. [3 marks]

Chapter 5 Subtopic: Trigonometric Functions

3. Sketch the graph for the function $f(x) = \tan(2x - \pi)$, $0 \leq x \leq \pi$. [4 marks]

Lampiran 3:

Gred Ujian Diagnostik dan Ujian Formatif

Markah	Gred	Tahap Prestasi
90 – 100	A+	Cemerlang
85 – 89	A	
80 – 84	A-	
75 – 79	B+	Kepujian
70 – 74	B	
60 – 69	C+	Baik
50 – 59	C	
45 – 49	D	Lulus
40 – 44	E	
0 – 39	G	Gagal

Lampiran 4:

Trigo Graph Tool

Trigo Graph Tool



Pi

Changlun

Lambai

Thailand

Sauadikap!

Steps	Solutions
P eriod $\sin(ax+b)$: Period = $\frac{2\pi}{ a }$ $\cos(ax+b)$: Period = $\frac{2\pi}{ a }$ $\tan(ax+b)$: Period = $\frac{\pi}{ a }$	
C alculate x-scale $\frac{1}{4} \times \text{Period}$	
L abel x-scale 	
T able Calculator command below	
S ketch	

TABLE COMMAND for Casio fx-570EX

Domain: $m \leq x \leq n$ (domain in degree or radian?)

Change to degree / radian mode

shift menu

2: Angle unit

1: Degree OR 2: Radian

Table

menu 9: table

$f(x) =$ ← Key in trigonometry function

= =

table range:

start: ← Key in START of domain m =

end: ← Key in END of domain n =

step: ← Key in Calculated x-scale (step 2) =

EEE
KKW
NAA

Lampiran 5:

Soalan Ujian Formatif

Chapter 5	Subtopic: Trigonometric Functions						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">Name:</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">Class:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Matric Number:</td> <td style="padding: 2px;">Start time: End time:</td> </tr> </table>	Name:	Class:	Matric Number:	Start time: End time:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 90%; padding: 2px;"> 3. Sketch the graph for the function $f(x) = \tan(-2x + \pi)$, $0 \leq x \leq \pi$. </td> <td style="width: 10%; padding: 2px; text-align: right;">[4 marks]</td> </tr> </table>	3. Sketch the graph for the function $f(x) = \tan(-2x + \pi)$, $0 \leq x \leq \pi$.	[4 marks]
Name:	Class:						
Matric Number:	Start time: End time:						
3. Sketch the graph for the function $f(x) = \tan(-2x + \pi)$, $0 \leq x \leq \pi$.	[4 marks]						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 90%; padding: 2px;"> 1. Sketch the graph for the function $f(x) = \cos(-2x)$, $-180^\circ \leq x \leq 180^\circ$. </td> <td style="width: 10%; padding: 2px; text-align: right;">[3 marks]</td> </tr> </table>	1. Sketch the graph for the function $f(x) = \cos(-2x)$, $-180^\circ \leq x \leq 180^\circ$.	[3 marks]					
1. Sketch the graph for the function $f(x) = \cos(-2x)$, $-180^\circ \leq x \leq 180^\circ$.	[3 marks]						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 90%; padding: 2px;"> 2. Sketch the graph for the function $f(x) = \sin\left(x + \frac{\pi}{2}\right)$, $-\pi \leq x \leq \pi$. </td> <td style="width: 10%; padding: 2px; text-align: right;">[3 marks]</td> </tr> </table>	2. Sketch the graph for the function $f(x) = \sin\left(x + \frac{\pi}{2}\right)$, $-\pi \leq x \leq \pi$.	[3 marks]					
2. Sketch the graph for the function $f(x) = \sin\left(x + \frac{\pi}{2}\right)$, $-\pi \leq x \leq \pi$.	[3 marks]						