

Transformasi Pembelajaran Konsep Momen Daya melalui Pendekatan Hands-On: Inovasi Moment Kit Board di PTSB

Azlina Binti Hassan^{1*}, Ruzita Binti Md Yusoff², Fazaliana Binti Zamzuri³
^{1,2,3} Jabatan Matematik, Sains & Komputer, Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah.

*Email: azlina.h@ptsb.edu.my

Abstrak: Topik momen daya merupakan komponen penting dalam kursus *Sains Kejuruteraan*, namun sering menjadi cabaran utama kepada pelajar politeknik kerana melibatkan konsep matematik dan visualisasi ruang, khususnya dalam menentukan nilai jarak tegak (d). Kajian tindakan ini dijalankan bertujuan menangani masalah pelajar dalam memahami konsep ini dengan memperkenalkan inovasi alat bantu pengajaran berbentuk hands-on iaitu Moment Kit Board (MKB). Seramai 37 pelajar semester satu di Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah telah mengikuti intervensi dua fasa yang melibatkan aktiviti manipulatif menggunakan MKB serta semakan sendiri melalui Moments App. Data diperoleh melalui ujian bertulis pra dan pasca intervensi, soal selidik pelajar dan pemerhatian kelas. Hasil kajian menunjukkan penurunan kadar kesilapan penentuan nilai ' d ' daripada 66.7% kepada hanya 5.4%, dan trend peningkatan kelulusan ujian yang konsisten dalam beberapa sesi kuliah. Soal selidik turut menunjukkan skor purata melebihi 4.5 untuk aspek kefahaman, keseronokan dan penglibatan pelajar. Pemerhatian pula mengesahkan perubahan positif dalam tingkah laku pelajar yang lebih aktif, yakin dan berkolaboratif. Kajian ini membuktikan bahawa inovasi pengajaran yang berasaskan pembelajaran kinestetik dan visual mampu mengubah pendekatan PdP secara menyeluruh, terutama dalam konteks pendidikan TVET. Moment Kit Board bukan sekadar alat bantu mengajar, tetapi menjadi pemangkin kepada pembelajaran yang lebih konkrit, menyeronokkan dan berimpak tinggi.

Kata kunci: Momen Daya, Pembelajaran Kinestetik, Hands-On Learning, Inovasi Pengajaran, TVET

1.0 PENGENALAN

Konsep momen daya merupakan salah satu asas utama dalam bidang kejuruteraan dan fizik mekanik. Dalam subjek Sains Kejuruteraan, penguasaan terhadap konsep ini amat penting kerana ia menjadi tunjang kepada kefahaman pelajar terhadap sistemimbangan, kestabilan struktur dan analisis beban dalam pelbagai aplikasi kejuruteraan. Namun, berdasarkan pengalaman pengajaran dan analisis prestasi pelajar, pengkaji mendapati bahawa pelajar sering menghadapi kesukaran dalam memahami dan mengaplikasikan konsep ini, terutamanya dalam mengenal pasti dan menentukan jarak tegak ('perpendicular distance', d) antara garis tindakan daya dan titik putaran. Kesukaran ini berpunca daripada kelemahan dalam imaginasi ruang, pemahaman visual tiga dimensi, serta penguasaan asas matematik yang rendah (Safrina et al., 2022; Atit et al., 2021; Duffy et al., 2020). Ketiadaan pengalaman pembelajaran bersifat praktikal turut memburukkan keadaan, menjadikan topik ini antara penyumbang utama kepada kegagalan pelajar dalam penilaian kursus berasaskan fizik di institusi TVET.

Masalah ini turut dibuktikan melalui analisis prestasi pelajar dalam kursus DBS10012 Sains Kejuruteraan di Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah (PTSB). Data dari sesi akademik Sesi 1: 2022/2023 dan Sesi 2: 2021/2022 menunjukkan kadar kesilapan pelajar dalam menentukan jarak tegak ' d ' mencecah sehingga 66.7%, dan sebahagian besar pelajar gagal menjawab soalan berkaitan momen daya. Pemerhatian semasa sesi pengajaran turut menunjukkan bahawa pendekatan konvensional yang menekankan penerangan teori, penggunaan papan putih dan latihan bertulis tidak

mampu memenuhi keperluan pembelajaran pelajar, khususnya mereka yang cenderung kepada gaya pembelajaran kinestetik.

Situasi ini amat membimbangkan dalam konteks aspirasi Dasar Pendidikan Teknikal dan Latihan Vokasional (TVET) Negara 2030, yang menekankan pembangunan pelajar sebagai tenaga kerja mahir yang adaptif, kreatif dan kompeten dalam bidang teknikal. Pelan Tindakan TVET Negara 2021–2030 secara khusus menggesa penambahbaikan kurikulum dan pedagogi melalui pendekatan pembelajaran berasaskan pengalaman (*experiential learning*), pembelajaran berpusatkan pelajar, serta penggunaan teknologi sebagai pemacu inovasi pendidikan. Justeru, kaedah PdP yang hanya berasaskan teori dan latihan bertulis semata-mata dilihat tidak lagi mencukupi untuk memenuhi keperluan pelajar dalam era Revolusi Industri 4.0 dan Ekonomi Digital.

Sehubungan itu, pengkaji telah merancang dan melaksanakan satu tindakan penambahbaikan terhadap amalan pengajaran dengan memperkenalkan inovasi Moment Kit Board, iaitu alat bantu mengajar berasaskan pendekatan *hands-on* yang direka bentuk bagi membantu pelajar memahami konsep daya, jarak dan putaran secara visual dan fizikal. Inovasi ini menggabungkan penggunaan papan magnetik, tali pelaras (*string adjuster*) berwarna, anak panah dan aplikasi digital Moment Apps, yang membolehkan pelajar membina kefahaman secara manipulatif dan interaktif. Pelajar didedahkan kepada aktiviti menyusun komponen fizikal berdasarkan situasi soalan, sekaligus melatih mereka memahami hubungan antara daya dan jarak secara lebih mendalam.

Kajian tindakan ini dilaksanakan bagi menilai sejauh mana transformasi daripada pendekatan tradisional kepada pendekatan pembelajaran *hands-on* dapat membantu pengkaji menambah baik keberkesanan amalan pengajaran serta meningkatkan kefahaman pelajar terhadap konsep momen daya. Secara khusus, kajian ini bertujuan meneliti impak penggunaan Moment Kit Board terhadap pencapaian pelajar, tahap penglibatan aktif mereka dalam PdP, serta refleksi pengkaji terhadap keberkesanan strategi pengajaran yang diaplikasikan. Hasil kajian ini diharap dapat menyumbang kepada peningkatan kualiti pengajaran konsep fizik mekanik di peringkat politeknik dan institusi TVET secara lebih meluas.

1.1 Pernyataan Masalah

Hasil daripada pemerhatian pengkaji menunjukkan bahawa ramai pelajar menghadapi kesukaran dalam menjawab soalan berkaitan momen daya, terutamanya dalam mengenal pasti jarak tegak 'd'. Masalah ini bukan sahaja menjejaskan pencapaian pelajar dalam kursus, tetapi juga menggambarkan kelemahan dalam pemahaman konsep asas kejuruteraan. Analisis ujian bertulis menunjukkan peratusan kesilapan pelajar dalam menentukan nilai 'd' mencecah 66.7%. Keadaan ini mencetuskan keperluan kepada tindakan penambahbaikan pengajaran yang lebih sesuai dengan keperluan pembelajaran pelajar, termasuk penggunaan alat bantu fizikal dan teknologi digital yang dapat memperkukuh pemahaman konsep secara konkrit.

1.2 Objektif Kajian

Kajian tindakan ini dilaksanakan untuk menangani masalah pengajaran dan pembelajaran yang telah dikenal pasti berkaitan kefahaman pelajar terhadap konsep momen daya dalam kursus Sains Kejuruteraan. Sehubungan itu, objektif kajian ini adalah:

1. Meningkatkan kefahaman pelajar terhadap konsep momen daya, khususnya dalam menentukan jarak tegak ('perpendicular distance', d), melalui penggunaan inovasi Moment Kit Board.
2. Menambah baik amalan pengajaran pengkaji dengan memperkenalkan pendekatan pembelajaran hands-on yang berasaskan pembelajaran kinestetik.
3. Menilai tahap penglibatan pelajar secara aktif dalam sesi PdP menggunakan Moment Kit Board sebagai alat bantu mengajar.

1.3 Skop dan Had Kajian

Kajian ini memfokuskan kepada pelajar semester satu yang mengikuti kursus DBS10012 Sains Kejuruteraan di Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah. Intervensi dilaksanakan ke atas 37 orang pelajar dari tiga program kejuruteraan yang terlibat secara langsung dalam aktiviti hands-on menggunakan Moment Kit Board dan semakan sendiri melalui Moment App. Dapatan kajian ini hanya merujuk kepada pelajar yang terlibat secara langsung dalam intervensi, dan tidak mewakili keseluruhan pelajar kursus. Oleh itu, sebarang generalisasi perlu dilihat dalam konteks kumpulan kajian tindakan ini sahaja.

2.0 TINJAUAN LITERATUR

2.1 Pembelajaran Hands-On dalam Pendidikan Teknikal

Pendekatan pembelajaran hands-on merujuk kepada kaedah pengajaran yang melibatkan pelajar secara langsung dalam aktiviti manipulatif dan praktikal. Dalam konteks pendidikan teknikal, pendekatan ini amat penting bagi membantu pelajar membina kefahaman konsep yang bersifat abstrak. Menurut Samad et al., 2019, aktiviti hands-on memberi kesan positif terhadap motivasi dan pencapaian pelajar dalam subjek kejuruteraan. Dalam kajian ini, pelajar yang terlibat secara aktif dalam aktiviti manipulatif menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kefahaman konsep dan prestasi dalam penilaian akhir.

2.2 Teori Pembelajaran Kinestetik

Teori pembelajaran kinestetik menekankan penglibatan pengalaman fizikal dalam proses pembelajaran. Ia amat sesuai untuk pelajar yang lebih cenderung memahami sesuatu konsep melalui pergerakan, sentuhan, serta manipulasi objek. Dalam pembelajaran berkaitan sistemimbangan daya

yang kompleks, keperluan untuk membayangkan dan berinteraksi secara tiga dimensi adalah sangat penting. Keupayaan ini memerlukan sokongan visual dan manipulatif yang membolehkan pelajar bukan sahaja *melihat*, tetapi juga *merasai* pergerakan daya serta hubungan antara titik putaran dan jarak tegak (d).

Penggunaan alat bantu seperti Moment Kit Board sebagai media pembelajaran terbukti efektif dalam merangsang interaksi fizikal pelajar terhadap konsep abstrak melalui pengalaman langsung (Hendi & Priyanto, 2023). Alat bantu ini berfungsi sebagai penghubung antara teori dan amali, menjadikan pembelajaran lebih konkrit dan bermakna. Walau bagaimanapun, pemilihan media pembelajaran yang digunakan perlulah disesuaikan dengan konteks dan objektif pembelajaran tertentu (Gunawan et al., 2022).

Dalam era Revolusi Industri 4.0, kaedah pembelajaran turut perlu berkembang selaras dengan keperluan pelajar moden yang lebih terdedah kepada teknologi. Pendekatan pembelajaran berasaskan projek (*project-based learning*) berupaya melibatkan pelajar secara aktif dalam meneroka dan memahami konsep melalui pengalaman sebenar, di samping mengukuhkan kefahaman teori (Arizona et al., 2020). Pengalaman pembelajaran secara langsung ini turut disokong oleh dapatan kajian yang menunjukkan bahawa manipulasi objek dan interaksi menggunakan media pembelajaran dapat meningkatkan penguasaan pelajar terhadap topik-topik yang kompleks (Hanafiah, 2023).

Kajian oleh Gunawan et al. (2022) dan Hendi & Priyanto (2023) turut menegaskan bahawa penggunaan alat bantu pembelajaran yang sesuai bukan sahaja menjadikan sesi PdP lebih menarik dan efektif, malah membantu mengurangkan kebosanan pelajar yang sering dikaitkan dengan kaedah pengajaran konvensional. Oleh itu, jelas bahawa pembelajaran berasaskan pendekatan kinestetik menyediakan satu kerangka yang tepat dalam mengoptimumkan kefahaman pelajar melalui pengalaman fizikal. Pendekatan ini dapat menterjemahkan konsep abstrak kepada bentuk yang lebih mudah diakses, difahami dan diingat oleh pelajar terutamanya dalam konteks pendidikan TVET.

3.0 METODOLOGI

3.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan kajian tindakan secara berkumpulan, berasaskan model Plan-Act-Observe-Reflect (Altrichter et. al., 2002). Reka bentuk ini membolehkan pengkaji mengenal pasti masalah dalam amalan pengajaran, merancang dan melaksanakan tindakan pembaikan, seterusnya menilai keberkesanannya melalui refleksi dan analisis data.

3.2 Kumpulan Sasaran dan Sampel

Kajian ini melibatkan 37 orang pelajar semester satu dari tiga program kejuruteraan (DKA1A, DET1A dan DTK1A) di Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah. Pelajar-pelajar ini telah mengikuti kursus

DBS10012 Sains Kejuruteraan dan dikenal pasti sebagai kumpulan yang mengalami kesukaran dalam topik momen daya. Pemilihan sampel dibuat secara persampelan bertujuan (*purposive sampling*) memandangkan kumpulan ini terlibat terus dalam intervensi yang dijalankan.

3.3 Tindakan Intervensi

Tindakan intervensi dalam kajian ini dilaksanakan bagi menangani masalah pelajar yang mengalami kesukaran dalam memahami konsep momen daya, khususnya dalam menentukan jarak tegak ('perpendicular distance', d) daripada garis tindakan daya ke titik putaran. Intervensi ini dirancang dan dilaksanakan dalam dua fasa berturutan, hasil daripada refleksi pengkaji terhadap amalan pengajaran serta maklum balas yang diperoleh daripada pelajar sendiri.

3.3.1 Fasa 1: Penggunaan Moment Kit Board (MKB)

Dalam fasa pertama, pengkaji melaksanakan pendekatan pembelajaran hands-on melalui penggunaan inovasi Moment Kit Board (MKB) dalam sesi pengajaran topik momen daya. Kit ini dibangunkan khusus untuk membantu pelajar memvisualisasikan situasi fizik secara konkrit. Ia terdiri daripada papan magnetik, tali pelaras (string adjuster) berwarna, anak panah penunjuk daya, serta kad soalan. Pelajar dibahagikan kepada beberapa kumpulan kecil dan diberikan tugas berbentuk simulasi sistem mekanikal. Mereka perlu mengenal pasti arah daya, jarak tegak dan titik putaran secara fizikal menggunakan komponen kit tersebut.

Pensyarah bertindak sebagai fasilitator, memantau interaksi kumpulan dan memberikan bimbingan apabila diperlukan. Tujuan utama intervensi ini adalah untuk menyediakan pengalaman pembelajaran yang lebih konkrit, visual dan manipulatif iaitu bersesuaian dengan kecenderungan pelajar dalam aliran teknikal yang cenderung kepada pembelajaran kinestetik.

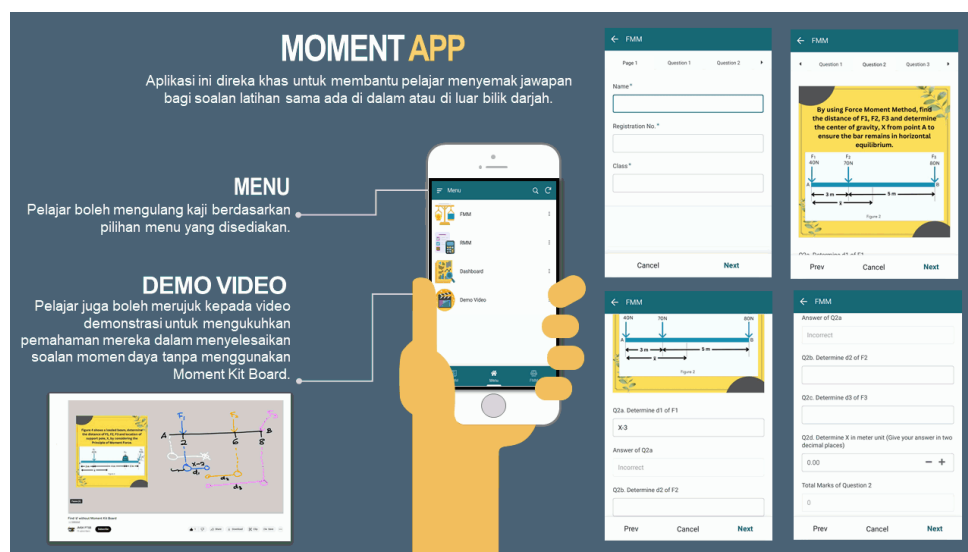


Rajah 1: Pendekatan pembelajaran hands-on melalui penggunaan inovasi Moment Kit Board (MKB)

3.3.2 Fasa 2: Pembangunan Moment App Berasaskan Respons Pelajar

Setelah pelaksanaan fasa pertama, pengkaji mengedarkan soal selidik ringkas kepada pelajar bagi mendapatkan pandangan terhadap keberkesanan aktiviti hands-on menggunakan Moment Kit Board. Salah satu maklum balas yang signifikan daripada pelajar ialah keinginan mereka untuk mengetahui sama ada jawapan yang mereka tentukan semasa aktiviti adalah betul atau tidak secara serta-merta. Maklum balas ini mencetuskan refleksi dalam kalangan pengkaji tentang keperluan untuk menyediakan alat sokongan digital yang dapat membantu pelajar menyemak ketepatan jawapan mereka secara terus.

Sebagai tindakan susulan, pengkaji telah membangunkan Moment App, iaitu sebuah aplikasi mudah yang membolehkan pelajar memasukkan nilai daya dan jarak tegak untuk mengira momen daya secara automatik. Aplikasi ini bertindak sebagai alat semakan sendiri (*self-checking tool*), yang membantu pelajar menilai sendiri kefahaman mereka semasa menjalankan aktiviti hands-on. Moment App juga berfungsi sebagai medium penguatan konsep (*concept reinforcement*) yang menggabungkan pembelajaran kinestetik dan digital



Rajah 2: Moment App

3.4 Kaedah Pengumpulan Data

Data kajian dikumpulkan melalui tiga kaedah utama. Pertama, ujian bertulis pra dan pasca intervensi digunakan untuk menilai perubahan kefahaman pelajar terhadap konsep momen daya, khususnya aspek jarak tegak (d). Kedua, soal selidik pelajar menggunakan skala Likert lima mata diedarkan selepas intervensi bagi menilai persepsi dan tahap penglibatan pelajar terhadap penggunaan

Moment Kit Board dan Moments App. Ketiga, pemerhatian kelas dijalankan oleh pensyarah untuk merekod tahap keterlibatan pelajar dan keberkesanan fasilitasi sepanjang aktiviti PdP berlangsung.

3.5 Kaedah Analisis Data

Data dianalisis menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Skor ujian dianalisis secara perbandingan deskriptif untuk melihat perubahan prestasi sebelum dan selepas intervensi. Soal selidik pula dianalisis menggunakan statistik deskriptif seperti peratusan dan min bagi mengukur persepsi dan penglibatan pelajar. Pemerhatian dan respons terbuka dianalisis secara tematik untuk mengenal pasti pola tingkah laku dan keberkesanan tindakan dari sudut praktikal.

3.6 Pelan Pelaksanaan Intervensi

Jadual 1

Pelan Pelaksanaan Intervensi Kajian Tindakan

Minggu	Aktiviti / Tindakan	Tujuan / Fokus	Model
Minggu 1	- Kenal pasti masalah PdP berdasarkan ujian terdahulu dan pemerhatian. - Merancang pembangunan Moment Kit Board.	Merancang tindakan intervensi berdasarkan masalah sebenar.	Model Plan (Perancangan)
Minggu 2	- Pelaksanaan aktiviti PdP menggunakan Moment Kit Board secara kumpulan kecil. - Pelajar melakukan aktiviti hands-on berdasarkan situasi soalan.	Meningkatkan kefahaman pelajar terhadap konsep momen daya dan jarak tegak.	Model Act (Tindakan 1)
Minggu 3	- Edaran soal selidik ringkas kepada pelajar. - Analisis dapatan dan refleksi pengkaji. - Pembangunan aplikasi Moments App berdasarkan maklum balas pelajar.	Memahami kekuatan dan kekangan tindakan pertama serta merancang penambahbaikan.	Model Observe & Reflect
Minggu 4	- Pelaksanaan aktiviti hands-on dengan Moments App. - Pelajar semak jawapan secara digital semasa aktiviti. - Ujian bertulis akhir dilaksanakan.	Penambahbaikan intervensi dengan gabungan digital dan hands-on. Menilai kesan keseluruhan intervensi.	Model Act (Tindakan 2) & Penilaian

4.0 DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Bahagian ini membincangkan dapatan kajian berdasarkan pelaksanaan intervensi menggunakan Moment Kit Board (MKB) dalam pengajaran konsep momen daya. Dapatan dianalisis berdasarkan tiga objektif utama kajian.

4.1 Objektif 1: Kefahaman Pelajar terhadap Konsep Momen Daya

4.1.1 Dapatan Ujian Bertulis

Ujian bertulis pra dan pasca intervensi dianalisis untuk melihat perubahan dalam kefahaman pelajar. Fokus utama adalah pada keupayaan mereka mengenal pasti nilai jarak tegak (d) dalam sistem momen daya.

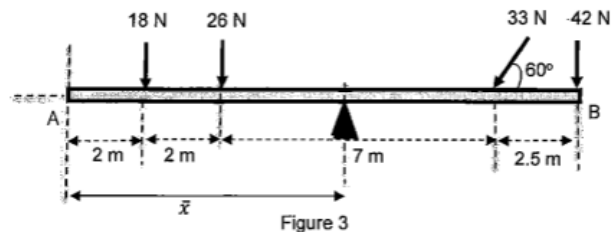
Jadual 2

Analisis Kesilapan Pelajar Menjawab Soalan Momen Daya Sebelum dan Selepas Intervensi

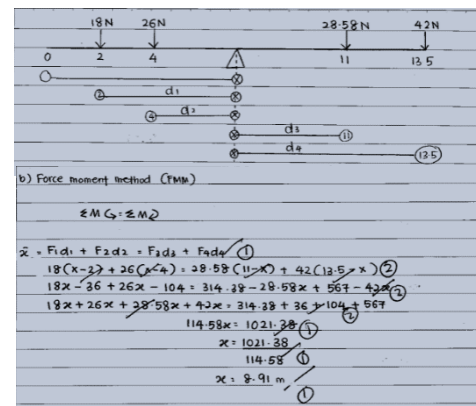
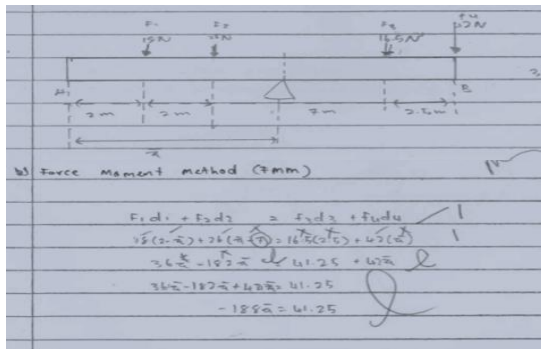
Kod Kursus	Sesi	Bil. pelajar	Penentuan Nilai 'd' (%)	Tukar Unit (%)	Pengiraan (%)	Tidak Jawab (%)	Tiada Kesilapan (%)
DBS10012	Sesi 2: 2021/2022 (sebelum intervensi)	30	66.7	0	18.5	7.4	7.4
DBS10012	Sesi 1: 2022/2023 (sebelum intervensi)	30	36.2	4.3	21.3	8.5	29.8
DBS10012	Sesi 2: 2022/2023 (selepas intervensi)	37	5.4	0	37.8	2.7	54.1

Analisis menunjukkan bahawa kesilapan pelajar dalam menentukan nilai jarak tegak 'd' menurun secara ketara daripada 66.7% (Sesi 2: 2021/2022) kepada hanya 5.4% selepas intervensi dijalankan (Sesi 2: 2022/2023). Peratus pelajar yang tidak melakukan sebarang kesilapan meningkat kepada 54.1%, berbanding hanya 7.4% pada sesi awal sebelum intervensi. Ini membuktikan bahawa intervensi melalui pendekatan hands-on dan digital telah membantu meningkatkan kefahaman pelajar terhadap konsep momen daya secara signifikan.

Selain dapatan kuantitatif, satu penemuan penting yang menyokong keberkesanan intervensi ialah perubahan dalam cara pelajar melakar rajah ketika menjawab soalan momen daya (Rujuk Rajah 3). Sebelum intervensi, lakaran pelajar kebanyakannya ringkas, tidak berskala dan tidak menunjukkan dengan jelas titik putaran, arah daya atau jarak tegak. Namun selepas intervensi, pelajar mula melakar rajah menggunakan susun atur sistem momen yang seragam dan berskala, mengenal pasti dengan tepat titik putaran dan garis tindakan daya serta menandakan nilai-nilai 'd' secara terarah berdasarkan pemahaman konsep. Penemuan ini membuktikan bahawa pendekatan kinestetik dan visual bukan sahaja meningkatkan kefahaman teori, malah mengubah corak penyelesaian pelajar secara praktikal. Pelajar tidak sekadar menjawab secara matematik, tetapi turut menyusun strategi visual yang membantu mereka menjawab soalan dengan lebih yakin dan tepat.



Rajah 3a: Contoh soalan Momen Daya



Rajah 3b: Contoh lakaran rajah sebelum (kiri) dan selepas intervensi (kanan)

4.2 Objektif 2: Penambahbaikan Amalan Pengajaran

4.2.1 Perbandingan Prestasi Pelajar

Prestasi keseluruhan pelajar juga dianalisis berdasarkan peratus lulus ujian bertulis sebelum dan selepas intervensi seperti ditunjukkan dalam Jadual 3.

Jadual 3

Perbandingan Peratus Pelajar Lulus Ujian Bertulis Sebelum dan Selepas Intervensi

Kod Kursus	Sesi	Bil. pelajar	% Lulus	% Gagal	Kategori
DBS10012	Sesi 2: 2021/2022	108	38.9	61.1	Sebelum Intervensi (Keseluruhan)
DBS10012	Sesi 1: 2022/2023	471	60.7	39.3	Sebelum Intervensi (Keseluruhan)
DBS10012	Sesi 2: 2022/2023	99	82.8	17.2	Selepas Intervensi (Kumpulan MKB)
DBS10012	Sesi 1: 2023/2024	148	70.3	29.7	Selepas Intervensi (Kumpulan MKB)
DBS10012	Sesi 2: 2023/2024	19	73.7	26.3	Selepas Intervensi (Kumpulan MKB)
DBS10042	Sesi 1: 2024/2025	204	80.4	19.6	Selepas Intervensi (Kumpulan MKB)
DBS10042	Sesi 2: 2024/2025	33	78.8	21.2	Selepas Intervensi (Kumpulan MKB)

Dapatan dari Jadual 3 menunjukkan perbezaan ketara antara prestasi pelajar sebelum dan selepas pelaksanaan intervensi. Sebelum intervensi, kadar kelulusan pelajar berada pada tahap sederhana rendah, iaitu 38.9% pada Sesi 2: 2021/2022 dan 60.7% pada Sesi 1: 2022/2023. Data ini merangkumi keseluruhan pelajar yang mengambil kursus DBS10012, sebelum inovasi Moment Kit Board diperkenalkan.

Sebaliknya, selepas pelaksanaan intervensi, prestasi pelajar dalam kalangan kumpulan sasaran yang menggunakan Moment Kit Board menunjukkan peningkatan yang konsisten iaitu kadar lulus yang melebihi 70% pada beberapa sesi berikutnya, membuktikan bahawa kesan intervensi adalah positif dan berterusan.

Data dari kursus kod baharu, iaitu DBS10042, turut dimasukkan dalam dapatan pasca intervensi kerana struktur dan kandungan penilaiannya adalah kekal sama. Berdasarkan analisis pecahan markah ujian bertulis, topik momen daya masih mewakili 60% daripada keseluruhan komponen penilaian ujian bertulis, sama seperti dalam kod DBS10012. Justeru, walaupun berlaku perubahan kod kursus, ia tidak memberi kesan kepada kandungan yang diajar, struktur soalan, atau konteks intervensi.

4.3 Objektif 3: Tahap Penglibatan Pelajar

4.3.1 Dapatan Soal Selidik Pelajar

Seramai 37 orang pelajar yang terlibat dalam intervensi tetapi hanya 28 orang pelajar telah memberikan respons terhadap soal selidik yang diedarkan selepas pelaksanaan kedua-dua fasa intervensi. Soal selidik menggunakan skala Likert lima mata (1 = Sangat Tidak Setuju, 5 = Sangat Setuju). Kebolehpercayaan instrumen telah dijalankan dan dianalisis dengan menggunakan perisian SPSS versi 27 yang menunjukkan nilai alpha Cronbach ialah 0.979. Menurut Chua, 2020, nilai alpha Cronbach ≥ 0.7 menunjukkan item yang dibina mempunyai kesahan yang baik dan boleh diterima. Jadual 4 ialah ringkasan dapatan soal selidik pelajar:

Jadual 4
Analisis Soal Selidik Pelajar (N = 28)

Bil.	Pernyataan	Skala Likert (%)					Min
		1	2	3	4	5	
1.	Mudah difahami untuk digunakan	3.6	0	0	3.6	92.9	4.82
2.	Memberi lebih semangat untuk belajar	3.6	0	0	3.6	92.9	4.82
3.	Menarik minat untuk belajar subtopik Momen Daya	3.6	0	0	3.6	92.9	4.82
4.	Menjadikan aktiviti pembelajaran sangat menarik dan kreatif	3.6	0	0	7.1	89.3	4.79
5.	Membantu menguji kefahaman dalam subtopik Momen Daya	3.6	0	0	3.6	92.9	4.82
6.	Memudahkan untuk mengulangaji subtopik Momen Daya	3.6	0	0	7.1	89.3	4.79

7.	Menjadikan pembelajaran lebih seronok dan tidak membosankan	3.6	0	0	3.6	92.9	4.82
8.	Menambahkan pengetahuan kepada pelajar berbanding proses pengajaran menggunakan papan tulis atau video	3.6	0	0	3.6	92.9	4.82
9.	Menjadi motivasi untuk mengikuti pelajaran subtopik Moment Daya	3.6	0	0	3.6	92.9	4.82
10.	Sesuai digunakan dalam pembelajaran Engineering Science	3.6	0	0	3.6	92.9	4.82

Dapatan ini menunjukkan bahawa pelajar secara keseluruhan memberikan reaksi yang sangat positif terhadap pelaksanaan intervensi. Kesemua item memperoleh skor min melebihi 4.5, menunjukkan tahap persetujuan yang tinggi terhadap keberkesanan pendekatan hands-on dan sokongan digital dalam membantu mereka memahami topik momen daya.

4.3.2 Dapatan Pemerhatian Pengkaji

Pemerhatian yang dilakukan oleh pengkaji sepanjang pelaksanaan aktiviti hands-on menggunakan Moment Kit Board dan semakan sendiri melalui Moments App mendapati bahawa pendekatan ini telah memberi kesan yang positif terhadap penglibatan pelajar. Pelajar dilihat bersemangat dan aktif menyertai aktiviti, dengan menunjukkan keterlibatan yang tinggi dalam membina sistem daya secara fizikal menggunakan MKB. Interaksi pelajar dengan bahan bantu mengajar turut menunjukkan peningkatan dari segi pemahaman konsep, khususnya apabila mereka diminta untuk menentukan arah daya dan nilai jarak tegak 'd' berdasarkan kedudukan sebenar objek.

Selain itu, aktiviti kumpulan yang dijalankan semasa intervensi menunjukkan bahawa komunikasi dan kerjasama antara pelajar menjadi lebih baik. Mereka lebih kerap berbincang dan menyemak jawapan bersama-sama, terutamanya apabila menggunakan Moments App sebagai alat semakan segera. Perkara ini mendorong penglibatan aktif dalam kalangan pelajar, dan mencetuskan lebih banyak pertanyaan serta perbincangan yang bermakna (Amalia, 2018). Malah, pelajar yang sebelum ini pasif dan kurang menunjukkan minat semasa sesi kuliah konvensional didapati lebih terbuka untuk bertanya soalan, mencuba sendiri manipulasi sistem daya, dan menunjukkan minat yang lebih tinggi terhadap topik yang dipelajari.

5.0 REFLEKSI, IMPLIKASI DAN CADANGAN

5.1 Refleksi terhadap Pelaksanaan Kajian Tindakan

Pelaksanaan kajian tindakan ini telah memberi peluang kepada pengkaji untuk menilai secara kritikal keberkesanan kaedah pengajaran sedia ada dan melaksanakan intervensi berasaskan inovasi Moment Kit Board (MKB) dan Moments App. Sebelum intervensi dijalankan, pengkaji menyedari

bahawa ramai pelajar menghadapi kesukaran untuk memahami konsep momen daya, khususnya dalam menentukan jarak tegak (d), disebabkan kekangan visualisasi dan penguasaan matematik yang lemah.

Dengan penerapan pendekatan pembelajaran hands-on dan penggunaan manipulatif seperti MKB, pelajar diberi kesempatan untuk mengalami dan menyusun sistem daya secara fizikal. Pendekatan ini sejajar dengan penemuan yang menunjukkan bahawa pembelajaran praktikal boleh memperbaiki pemahaman konseptual melalui penglibatan aktif dan keterampilan motorik (Lee et al., 2023; Raja & Nagasubramani, 2018). Ketika pelajar berinteraksi dengan alat bantu ini, mereka dapat melihat hubungan antara daya, jarak, dan putaran dengan cara yang lebih konkrit, yang mendukung pengajaran berasaskan teori konstruktivisme (Wahyuni et al., 2024).

Refleksi sepanjang fasa intervensi menunjukkan perubahan positif yang ketara. Pelajar menunjukkan peningkatan dalam keterlibatan dan strategi penyelesaian masalah, terutama dalam penyediaan lakaran rajah yang lebih sistematik. Ini seiring dengan kajian yang menyatakan bahawa pengalaman informatif dalam konteks STEM dapat memperkaya pembelajaran dan keterlibatan pelajar (Roberts et al., 2018; Hsu & Tsai, 2022). Respon pelajar terhadap penggunaan Moments App juga menunjukkan bahawa elemen teknologi yang responsif dan mudah digunakan sangat membantu dalam menyokong pembelajaran sendiri, selaras dengan dapatan kajian yang menunjukkan bahawa teknologi dapat meningkatkan pengalaman pembelajaran dan memberi dorongan kepada pelajar untuk lebih bersemangat (Almahri et al., 2024; al., 2018).

Intervensi ini telah membawa kesedaran kepada pengkaji tentang pentingnya mempelbagaikan pendekatan dalam proses pengajaran dan pembelajaran (PdP) dengan mempertimbangkan gaya pembelajaran pelajar, terutama dalam konteks Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET). Kajian menunjukkan bahawa pelajar TVET lebih responsif kepada aktiviti kinestetik dan visual, menjadikannya penting untuk mengadaptasi bahan pengajaran untuk memenuhi keperluan pelajar (Olebara, 2020).

5.2 Implikasi Kajian terhadap Amalan PdP

Pelaksanaan kajian tindakan ini memberi beberapa implikasi penting terhadap amalan pengajaran dan pembelajaran:

a) Implikasi kepada Pensyarah

Pensyarah perlu menyedari bahawa kaedah penyampaian berasaskan *chalk & talk* semata-mata tidak mencukupi, khususnya untuk topik-topik abstrak dalam subjek Sains Kejuruteraan. Inovasi seperti MKB bukan sahaja meningkatkan pemahaman pelajar, malah memberi peluang kepada pensyarah untuk menjadi fasilitator yang lebih efektif dalam bilik kuliah. Pengalaman ini menunjukkan pentingnya refleksi berterusan terhadap keberkesanan PdP.

b) Implikasi kepada Pelajar

Pelajar lebih memahami konsep momen daya apabila mereka dilibatkan dalam aktiviti manipulatif dan interaktif. Kaedah hands-on membantu pelajar membina pengetahuan secara pengalaman (*experiential learning*), yang lebih berkekalan dan bermakna. Pelajar juga menunjukkan peningkatan keyakinan, keaktifan dalam perbincangan, serta keupayaan menyelesaikan masalah secara lebih sistematik.

c) Implikasi kepada Institusi

Kajian ini menunjukkan bahawa pendekatan inovatif seperti MKB dan integrasi teknologi Moment App boleh dilaksanakan dengan berkesan dalam persekitaran politeknik. Ia juga mencadangkan bahawa intervensi berskala kecil boleh menghasilkan impak besar jika dirancang berdasarkan isu sebenar dalam bilik kuliah. Institusi wajar menyokong penghasilan inovasi PdP dan memperluas penggunaannya secara sistematik di peringkat jabatan.

5.3 Cadangan Penambahbaikan dan Kajian Lanjutan

Berdasarkan pelaksanaan dan dapatan kajian ini, beberapa cadangan dikemukakan bagi tujuan penambahbaikan dan kesinambungan:

a) Pemeriksaan Modul MKB

Pengkaji mencadangkan agar bahan bantu Moment Kit Board dimurnikan menjadi modul PdP yang lengkap dengan panduan aktiviti, refleksi pelajar dan soalan pengukuhan, agar lebih mudah diadaptasi oleh pensyarah lain.

b) Pemantapan Moment App

Aplikasi digital Moment App boleh dipertingkatkan fungsinya dengan menambah ciri maklum balas automatik dan rekod pencapaian pelajar, agar lebih interaktif dan menyokong pembelajaran sendiri.

c) Penyebaran Amalan Terbaik

Dapatan kajian ini wajar dikongsikan melalui pembentangan dalaman jabatan, seminar pendidikan dan penerbitan dalam jurnal sebagai rujukan dan inspirasi kepada pendidik lain dalam bidang kejuruteraan dan TVET.

6.0 Rumusan

Kajian tindakan ini membuktikan bahawa intervensi melalui pendekatan pembelajaran kinestetik dan digital dapat memberikan perubahan bermakna kepada kefahaman pelajar dan amalan pengajaran pensyarah. Keberhasilan Moment Kit Board dan Moment App membuktikan bahawa inovasi pengajaran yang dibangunkan daripada masalah sebenar bilik kuliah bukan sahaja menyelesaikan isu pembelajaran, tetapi juga mencetuskan budaya reflektif, kreatif dan berimpak tinggi dalam amalan PdP.

RUJUKAN

- Almahri, F. A. J., Bell, D., & Gulzar, Z. (2024). Chatbot technology use and acceptance using educational personas. *Informatics*, 11(2), 38. <https://doi.org/10.3390/informatics11020038>
- Atit, K., Power, J., Pigott, T., Lee, J., Geer, E. A., Uttal, D. H., & Sorby, S. (2021). Examining the relations between spatial skills and mathematical performance: a meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 29(3), 699-720. <https://doi.org/10.3758/s13423-021-02012-w>
- Arizona, K., Abidin, Z., & Rumansyah, R. (2020). Pembelajaran online berbasis projek salah satu solusi kegiatan belajar mengajar di tengah pandemik covid-19. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(1), 64-70. <https://doi.org/10.29303/jipp.v5i1.111>
- Amalia, E. R. (2018). Collaborative learning: the concepts and practices in the classroom. <https://doi.org/10.31219/osf.io/xn67t>
- Altrichter, H., Kemmis, S., McTaggart, R., & Zuber-Skerritt, O. (2002). The concept of action research. *The learning organization*, 9(3), 125-131.
- Chua, Y. P. (2020). Mastering research methods (3rd Ed.). McGraw-Hill Education (Malaysia) Sdn Bhd
- Duffy, G., Sorby, S., & Bowe, B. (2020). An investigation of the role of spatial ability in representing and solving word problems among engineering students. *Journal of Engineering Education*, 109(3), 424-442. <https://doi.org/10.1002/jee.20349>
- Gunawan, G., Faiza, I. M., Santoso, N. A., & Kurniawan, R. D. (2022). Penerapan metode MDLC pada media pembelajaran ipa di sekolah dasar. *Sustainable Jurnal Kajian Mutu Pendidikan*, 5(1), 201-210. <https://doi.org/10.32923/kjimp.v5i1.3100>
- Hendi, G. and Priyanto, C. W. (2023). Pengembangan media alat bantu renang galon rakit untuk pembelajaran renang pemula. *Jurnal Ilmiah Penjas (Penelitian, Pendidikan Dan Pengajaran)*, 9(1), 53-61. <https://doi.org/10.36728/jip.v9i1.2411>
- Hanafiah, A. H. (2023). Pembelajaran menggunakan pendekatan paikem. <https://doi.org/10.31219/osf.io/n6p95>
- Hsu, R. C. and Tsai, T. (2022). Assessing the impact of a project-based learning robotics course with integrating of stem education using content analysis method. *European Journal of STEM Education*, 7(1), 09. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/12633>
- Lee, H., Cheng, Y., Wang, W., Lin, C., & Huang, Y. (2023). Exploring the learning process and effectiveness of stem education via learning behavior analysis and the interactive-constructive-active-passive framework. *Journal of Educational Computing Research*, 61(5), 951-976. <https://doi.org/10.1177/07356331221136888>
- Olebara, C. C. (2020). Planning for the use of technology in the education sector. *Advances in Multidisciplinary and Scientific Research Journal Publication*, 6(2), 143-147. <https://doi.org/10.22624/aims/bhi/v6n2p16>
- Raja, R. and Nagasubramani, P. C. (2018). Impact of modern technology in education. *Journal of Applied and Advanced Research*, S33-S35. <https://doi.org/10.21839/jaar.2018.v3is1.165>

Roberts, T., Jackson, C., Mohr-Schroeder, M. J., Bush, S. B., Maiorca, C., Cavalcanti, M., & Cremeans, C. (2018). Students' perceptions of stem learning after participating in a summer informal learning experience. *International Journal of STEM Education*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0133-4>

Safrina, Y., Ikhsan, M. F., & Zubainur, C. M. (2022). Improving student geometry problem-solving skills through spatial training. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.211229.005>

Samad, S. A., Othman, M. K., & Kasa, M. D. (2019). Pembangunan kerangka konseptual kajian aspirasi kerjaya pelajar TVET Kolej Komuniti di Malaysia. *Malim: Jurnal Pengajian Umum Asia Tenggara (Sea Journal of General Studies)*, 20, 64-73. <https://doi.org/10.17576/malim-2019-2001-06>

Wahyuni, S., Suwarma, I. R., & Hasanah, L. (2024). Feasibility of integrating self-regulated learning in physics-stem module to train creative thinking skills. *KnE Social Sciences*. <https://doi.org/10.18502/kss.v9i13.15921>