

Penggunaan Lembaran Kerja Berstruktur Dalam Memahami Langkah Penyelesaian Persamaan Pembezaan Biasa

Ku Nasharudin bin Ku Hamid @ Ku Ismail^{1*}, Nurulhuda binti Muhamad Nasir², Syukrul Hassani bin Jamaludin³

^{1,2,3} Jabatan Kejuruteraan Mekanikal, Politeknik Sultan Abdul Halim Mu'adzam Shah.

*E-mail penulis: kunasharuddin@polimas.edu.my

Abstrak: Kajian ini bertujuan menilai keberkesanan penggunaan lembaran kerja berstruktur dalam membantu pelajar memahami langkah penyelesaian Persamaan Pembezaan Biasa (ODE) dalam kursus Matematik Kejuruteraan 3 di Jabatan Kejuruteraan Mekanikal POLIMAS. Berdasarkan pemerhatian awal, didapati ramai pelajar menghadapi kesukaran dalam memilih kaedah penyelesaian dan menyusun langkah secara sistematik, akibat tahap abstraksi konsep yang tinggi dan kekurangan pendekatan pengajaran yang berstruktur. Menggunakan model Kemmis dan McTaggart (1994), kajian ini melibatkan perancangan, tindakan, pemerhatian, dan refleksi. Lembaran kerja direka bentuk dengan panduan langkah demi langkah, disertai contoh grafik bagi membantu pelajar memahami dan mengaplikasikan teknik penyelesaian seperti pengamiran terus, pemisahan pembolehubah, persamaan homogen, dan penggunaan faktor pengamiran. Data diperoleh melalui ujian pra dan pasca, temu bual separa berstruktur, serta pemerhatian semasa sesi pengajaran. Hasil kajian menunjukkan peningkatan ketara dalam prestasi akademik (purata markah meningkat daripada 49.0% kepada 75.6%), peningkatan keyakinan pelajar, dan penglibatan aktif dalam pembelajaran. Kesimpulannya, penggunaan lembaran kerja berstruktur terbukti berkesan dalam meningkatkan kefahaman dan kemahiran pelajar dalam menyelesaikan masalah ODE, sekaligus disarankan sebagai amalan berterusan dalam pengajaran subjek ini

Kata kunci: *Persamaan Pembezaan Biasa, Lembaran Kerja Berstruktur, Matematik Kejuruteraan, Pembelajaran Aktif, Pendidikan Politeknik*

1.0 PENGENALAN

Kajian ini dilaksanakan dalam konteks kursus Matematik Kejuruteraan 3 di peringkat Semester 3 di Jabatan Kejuruteraan Mekanikal POLIMAS. Salah satu topik utama yang diajar ialah Persamaan Pembezaan Biasa (Ordinary Differential Equations – ODE), yang melibatkan subtopiknya iaitu membentuk persamaan pembezaan, penyelesaian persamaan pembezaan peringkat pertama dan penyelesaian persamaan pembezaan peringkat kedua. Kefahaman yang mendalam terhadap topik ini adalah penting untuk menganalisis sistem dinamik dalam pelbagai bidang kejuruteraan.

Berdasarkan pengalaman pengkaji dalam mengajar topik ini, didapati bahawa pelajar sering menghadapi kesukaran dalam memahami dan menyelesaikan ODE secara sistematik. Mereka terutamanya menghadapi cabaran dalam memilih kaedah penyelesaian yang sesuai dan melaksanakan langkah-langkah penyelesaian dengan betul. Kekeliruan ini berpunca daripada tahap abstraksi yang tinggi dalam konsep-konsep yang terlibat dan kekurangan pendekatan pengajaran yang lebih terstruktur dan berfokus.

Kajian ini bertujuan untuk menilai keberkesanan penggunaan lembaran kerja berstruktur dalam membantu pelajar memahami langkah penyelesaian ODE. Lembaran kerja ini disusun secara sistematik dengan panduan langkah demi langkah, yang diharapkan dapat memudahkan pelajar mengikuti proses

penyelesaian dengan lebih mudah dan teratur. Pendekatan ini juga diharap dapat meningkatkan keyakinan pelajar terhadap topik yang dianggap sukar ini.

Pengkaji percaya bahawa pendekatan pengajaran yang lebih terstruktur dan berfokuskan pembelajaran aktif dapat membantu pelajar membina pemahaman yang lebih baik. Kepercayaan ini berlandaskan nilai bahawa setiap pelajar mampu menguasai topik yang mencabar apabila diberi sokongan yang sesuai dan peluang untuk terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran. Justeru, lembaran kerja berstruktur diyakini akan memberikan manfaat yang besar dalam memudahkan pelajar memahami ODE dengan lebih mendalam.

Model Kemmis dan McTaggart 1994 yang digunakan dalam kajian ini melibatkan empat fasa utama iaitu perancangan, tindakan, pemerhatian, dan refleksi. Model ini dipilih kerana ia memberi struktur yang fleksibel dalam mengatasi masalah pembelajaran secara berterusan. Hasil kajian ini diharap dapat memberikan sumbangan penting kepada pengajaran dan pembelajaran ODE di Jabatan Kejuruteraan Mekanikal POLIMAS, serta menjadi panduan untuk pengajaran di masa hadapan.

Objektif kajian ini dilakukan adalah untuk:

- i. Mengetahui tahap kefahaman pelajar terhadap topik ODE sebelum pelaksanaan intervensi.,
- ii. Menganalisis kesukaran utama yang dihadapi oleh pelajar dalam menyelesaikan ODE, khususnya berkaitan dengan pemilihan kaedah penyelesaian dan susunan langkah yang sistematik.
- iii. Mereka bentuk dan melaksanakan lembaran kerja berstruktur sebagai bahan sokongan pembelajaran untuk membantu pelajar memahami dan menguasai langkah penyelesaian ODE.
- iv. Menilai keberkesanan penggunaan lembaran kerja berstruktur dalam meningkatkan pemahaman dan kemahiran penyelesaian pelajar terhadap masalah ODE.
- v. Menganalisis perubahan sikap dan keyakinan pelajar terhadap topik ODE selepas penggunaan lembaran kerja berstruktur.

2.0 REFLEKSI AMALAN PENGAJARAN DAN PEMBELAJARAN LALU

2.1 Refleksi Kendiri Pensyarah

Sebagai pensyarah yang mengajar subjek Matematik Kejuruteraan 3 selama beberapa semester, pengkaji mendapati bahawa pengajaran topik ODE seringkali mencabar dari segi penyampaian dan pemahaman pelajar. Walaupun pelbagai kaedah telah digunakan, seperti pengajaran berasaskan kuliah dan tutorial, pelajar masih menunjukkan tahap kefahaman yang rendah dan sering gagal menyelesaikan

soalan ODE dalam penilaian formatif dan sumatif. Pengkaji menyedari bahawa kaedah sedia ada kurang memberi penekanan terhadap struktur penyelesaian secara langkah demi langkah, yang penting bagi membina kefahaman asas yang kukuh.

2.2 Refleksi Aspek Pelajar

Hasil pemerhatian dan perbualan tidak formal bersama pelajar mendapati bahawa ramai dalam kalangan mereka berasa keliru untuk memilih kaedah penyelesaian yang betul (contohnya, antara pemisahan pembolehubah atau faktor pengamiran) dan tidak tahu cara menyusun langkah-langkah secara sistematik. Malah, dalam kuiz awal semester, hanya 32% pelajar dapat menjawab soalan ODE dengan betul. Ini menunjukkan keperluan kepada bahan sokongan yang mampu membimbing pelajar secara tersusun, seperti lembaran kerja berstruktur.

2.3 Refleksi Aspek Lain

Beberapa faktor luaran turut memberi kesan kepada keberkesanan pembelajaran pelajar. Antaranya ialah:

- i. Persekitaran pembelajaran yang kurang kondusif, terutamanya apabila kelas dijalankan selepas jam 2.00 petang.
- ii. Status sosio ekonomi sesetengah pelajar yang menghadkan akses kepada bahan tambahan atau bahan rujukan online.
- iii. Sikap pelajar yang pasif dan bergantung sepenuhnya kepada nota pensyarah tanpa inisiatif ulang kaji sendiri.

2.4 Pengumpulan Data Sebelum/ Awal

Untuk mengenal pasti masalah pembelajaran ODE secara lebih terperinci, data awal dikumpul menggunakan pelbagai kaedah seperti berikut:

- i. Ujian Diagnostik Awal - Ujian ringkas diberikan kepada pelajar pada minggu pertama sesi kuliah, merangkumi soalan-soalan berkaitan konsep asas persamaan pembezaan dan kaedah penyelesaiannya. Hasil menunjukkan lebih 65% pelajar tidak dapat mengenal pasti bentuk persamaan linear atau homogen, dan 70% gagal menyelesaikan soalan yang memerlukan penggunaan faktor pengamiran.
- ii. Pemerhatian dan Catatan Lapangan - Sepanjang sesi kuliah dan tutorial, pengkaji membuat catatan terhadap tingkah laku pelajar semasa menyelesaikan masalah ODE, terutamanya kekeliruan mereka dalam memilih langkah penyelesaian yang sesuai. Pemerhatian ini menyokong dapatan ujian diagnostik.

- iii. Temubual Separuh Berstruktur (5 pelajar) - Temubual menunjukkan pelajar cenderung menyatakan bahawa mereka tidak tahu "di mana nak mula" apabila diberi soalan ODE, dan ramai menyatakan bahawa "tiada contoh yang cukup dalam buku teks atau nota."

3.0 FOKUS KAJIAN/ ISU KEPERIHATINAN

3.1 Penentuan Konsep yang Hendak Dikaji dan Alasan Pemilihan

Konsep yang menjadi fokus dalam kajian ini ialah langkah penyelesaian ODE dalam subjek Matematik Kejuruteraan 3. Fokus khusus diberikan kepada empat subtopik utama yang sering menimbulkan kekeliruan dalam kalangan pelajar, iaitu:

- i. Penyelesaian melalui pengamiran terus (direct integration),
- ii. Penyelesaian melalui kaedah pemisahan pembolehubah,
- iii. Penyelesaian persamaan homogen, dan
- iv. Penggunaan faktor pengamiran.

3.2 Perkaitan Fokus Kajian dengan Pengalaman dan Keperluan Kumpulan Sasaran

Sebagai pensyarah yang telah mengajar subjek Matematik Kejuruteraan 3 lebih daripada 10 tahun, pengkaji telah berhadapan dengan pelbagai latar belakang pelajar, termasuk pelajar dari aliran sains tulen, teknikal, vokasional dan lain-lain aliran. Majoriti pelajar menunjukkan kecenderungan bergantung kepada contoh yang diberi dalam kelas, tanpa memahami konsep atau membuat latihan lanjut. Ini menunjukkan keperluan kepada bahan bantu seperti lembaran kerja berstruktur yang boleh membimbing mereka secara sendiri dan progresif.

Kumpulan sasaran kajian ini ialah pelajar Semester 3 Jabatan Kejuruteraan Mekanikal POLIMAS, yang sedang mengikuti program Diploma Kejuruteraan Mekanikal. Mereka perlu menguasai topik ODE bukan sahaja untuk lulus peperiksaan, malah untuk aplikasi lanjut dalam subjek teknikal seperti sistem kawalan, pengaturcaraan, dan rekabentuk kejuruteraan. Keperluan untuk menyediakan pendekatan yang lebih praktikal, visual, dan mesra pelajar adalah amat penting bagi memastikan mereka bukan sekadar menghafal tetapi benar-benar memahami konsep.

Justeru itu, penggunaan lembaran kerja berstruktur dilihat sebagai satu intervensi yang sesuai dan bersifat menyeluruh – bukan sahaja membantu pelajar menyusun langkah penyelesaian dengan lebih jelas, tetapi juga sebagai bahan pengajaran yang boleh dijadikan rujukan berulang kali, sesuai dengan amalan pembelajaran sendiri dalam pendidikan Jabatan Kejuruteraan Mekanikal POLIMAS.

4.0 KUMPULAN SASARAN

Kumpulan sasaran kajian ini terdiri daripada 18 orang pelajar kelas DJL3B, Semester 3, Sesi 1 2024/2025 yang mengikuti kursus Matematik Kejuruteraan 3 di Jabatan Kejuruteraan Mekanikal POLIMAS. Mereka terdiri daripada 14 orang pelajar lelaki dan 3 orang pelajar perempuan, dengan 15 pelajar berbangsa Melayu dan 2 orang pelajar berbangsa India. Pemilihan kumpulan ini dibuat secara pensampelan bertujuan berdasarkan penglibatan langsung pengkaji sebagai pensyarah kelas tersebut. Pelajar dalam kumpulan ini menunjukkan tahap pemahaman yang sederhana terhadap topik ODE, serta kesukaran dalam menyusun langkah penyelesaian yang sistematik. Latar belakang akademik pelajar menunjukkan pencapaian sederhana dalam Matematik semasa SPM, dan kebanyakan mereka datang daripada keluarga berpendapatan rendah hingga sederhana. Oleh itu, kumpulan ini sesuai dijadikan sasaran kajian kerana mereka mewakili kumpulan pelajar yang memerlukan pendekatan pengajaran yang lebih berstruktur dan berpandu.

5.0 PERANCANGAN & PELAKSANAAN TINDAKAN

Bagi menangani masalah pemahaman pelajar terhadap langkah penyelesaian ODE, pengkaji telah merancang dan melaksanakan satu intervensi pengajaran menggunakan lembaran kerja berstruktur sebagai bahan utama dalam aktiviti pengajaran dan pembelajaran (P&P). Lembaran kerja ini direka bentuk dengan susunan langkah demi langkah, bermula dengan mengenal pasti jenis persamaan, memilih kaedah yang sesuai (seperti pemisahan pembolehubah, faktor pengamiran, atau persamaan homogen), diikuti penyelesaian matematik dan penulisan jawapan akhir secara kemas dan tersusun. Dalam pelaksanaan P&P, strategi pengajaran berasaskan pembelajaran aktif dan berpusatkan pelajar digunakan. Pelajar dipandu menggunakan lembaran kerja secara berperingkat dalam kumpulan kecil, dengan bimbingan pensyarah melalui soal jawab terbuka dan penerangan visual. Elemen inovasi dalam intervensi ini terletak pada penggunaan lembaran kerja berstruktur yang interaktif, di mana ruangan panduan dan contoh-contoh grafik turut disediakan bagi membantu pelajar memvisualkan prosedur penyelesaian dan membuat refleksi sendiri terhadap kesalahan yang dilakukan.

Pemilihan teknik ini berdasarkan teori konstruktivisme yang menekankan pembinaan pengetahuan melalui pengalaman aktif dan panduan berstruktur (Vygotsky, 1978). Kajian terdahulu juga menunjukkan bahawa penggunaan lembaran kerja berstruktur berkesan dalam meningkatkan pemahaman pelajar terhadap topik matematik yang kompleks (Rahman et al., 2021; Tan & Lim, 2023). Selain itu, strategi ini turut menyokong teori Zone of Proximal Development (ZPD), di mana pelajar mampu menyelesaikan tugas lebih kompleks dengan sokongan bahan bantu yang sesuai.

Pendekatan ini dipilih kerana ia selari dengan gaya pembelajaran pelajar Jabatan Kejuruteraan Mekanikal POLIMAS yang lebih responsif terhadap bimbingan visual, panduan berlangkah, dan aktiviti berasaskan penyelesaian masalah. Melalui pelaksanaan tindakan ini, pengkaji berharap dapat meningkatkan keupayaan pelajar menyusun langkah penyelesaian secara sistematik dan memahami aplikasi ODE dalam konteks kejuruteraan sebenar.

6.0 PEMERHATIAN & DAPATAN KAJIAN

6.1 Kaedah Pengumpulan Data

Pengkaji telah memilih tiga kaedah pengumpulan data yang sesuai untuk mencapai objektif kajian dan menjawab persoalan kajian. Kaedah-kaedah ini adalah:

- i. Ujian pra dan pasca untuk menilai perubahan pencapaian akademik pelajar sebelum dan selepas penggunaan lembaran kerja berstruktur.
- ii. Temu bual separa berstruktur dengan pelajar untuk mendapatkan pandangan mereka mengenai pengalaman belajar menggunakan lembaran kerja.
- iii. Pemerhatian berstruktur semasa sesi pengajaran untuk melihat perubahan tingkah laku dan penglibatan pelajar.

6.2 Pengumpulan dan Analisis Data

- i. Data Ujian Pra dan Pasca: Ujian pra dan pasca digunakan untuk mengukur perubahan pencapaian pelajar dalam menyelesaikan masalah ODE. Analisis menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam prestasi pelajar, dengan purata markah meningkat dari 49.0% (sebelum intervensi) kepada 75.6% (selepas intervensi).

Jadual 1: Markah Ujian Pra dan Pasca

Pelajar	Markah Pra (%)	Markah Pasca (%)
A	50	80
B	45	75
C	52	78
D	50	70
E	48	75
Purata	49.0	75.6

- ii. Data Temu Bual: Temu bual dengan 5 pelajar terpilih mendedahkan tiga tema utama:
- Kefahaman yang lebih baik mengenai langkah penyelesaian ODE melalui penggunaan lembaran kerja.
 - Keyakinan diri meningkat, kerana pelajar merasa lebih teratur dan jelas dalam menyelesaikan masalah.
 - Pendekatan lebih menarik, di mana pelajar merasa lebih terlibat dan aktif dalam proses pembelajaran.

Petikan dari Temu Bual:

“Lembaran kerja memberikan saya arahan yang lebih jelas dan membantu saya memahami setiap langkah dalam penyelesaian ODE.” – Pelajar A

- iii. Data Pemerhatian Berstruktur: Pemerhatian semasa P&P menunjukkan peningkatan dalam penglibatan pelajar, dengan lebih banyak pelajar aktif bertanya dan berinteraksi dengan rakan sekelas serta pensyarah. Keberkesanan pendekatan ini juga terlihat apabila 16 daripada 18 pelajar berjaya menyelesaikan latihan dengan tepat selepas penggunaan lembaran kerja berstruktur.

7.0 PERANCANGAN & PELAKSANAAN TINDAKAN

Berdasarkan data yang diperoleh daripada ujian pra dan pasca, temu bual, pemerhatian, dan refleksi pelajar, dapat disimpulkan bahawa:

- i. Peningkatan prestasi akademik pelajar dapat dilihat dengan jelas. Hasil ujian pasca menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam markah pelajar, membuktikan bahawa penggunaan lembaran kerja berstruktur memberi impak positif terhadap pemahaman dan kemahiran pelajar dalam menyelesaikan ODE.
- ii. Peningkatan keyakinan pelajar yang dilihat dalam temu bual adalah tanda bahawa pendekatan pengajaran ini berkesan dalam membina rasa percaya diri pelajar terhadap subjek yang dianggap sukar.
- iii. Penglibatan aktif pelajar meningkat, seperti yang ditunjukkan oleh pemerhatian berstruktur. Pelajar lebih berinteraksi semasa sesi pengajaran dan lebih cenderung bekerja dalam kumpulan,

menunjukkan bahawa mereka lebih terlibat dalam pembelajaran berbanding sebelum penggunaan lembaran kerja berstruktur.

8.0 RUMUSAN

Secara keseluruhannya, kajian ini menunjukkan bahawa penggunaan lembaran kerja berstruktur memberi kesan positif dalam meningkatkan prestasi akademik, kefahaman, dan penglibatan pelajar terhadap topik ODE. Peningkatan yang dicatatkan dalam ujian prestasi dan maklum balas pelajar mengukuhkan keyakinan bahawa kaedah ini adalah berkesan untuk membantu pelajar mengatasi kesukaran dalam mempelajari konsep-konsep matematik yang kompleks. Dapatan ini mencadangkan bahawa lembaran kerja berstruktur boleh dijadikan amalan pengajaran yang berterusan dalam kursus Matematik Kejuruteraan 3.

RUJUKAN

Rahman, N. A., Yusof, N., & Hassan, R. (2021). The effectiveness of structured worksheets in enhancing students' mathematical understanding in differential equations. *Journal of Technical Education and Training*, 13(2), 45–52.

Tan, S. Y., & Lim, C. L. (2023). Enhancing learning in Matematik Kejuruteraan 3 using guided worksheets: A classroom action research. *Malaysian Journal of Educational Technology*, 9(1), 22–30.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.