

Alat Bantu Mengajar Bagi Kursus DJC40042 Plastic Production Process

Mohd Alfathi Bin Md Udin^{1*}, Orathai A/P Eiak², Syaiful Nizam Bin Ab Rahim^{3*}

^{1,2,3}Jabatan Kejuruteraan Mekanikal, Politeknik Sultan Abdul Halim Muadzam Shah (POLIMAS),
06000, Jitra, Kedah, Malaysia

*Main Corresponding author: ¹mohdalfathi@polimas.edu.my

*^{3rd} Corresponding author: ³syaifuln@polimas.edu.my

Abstrak :

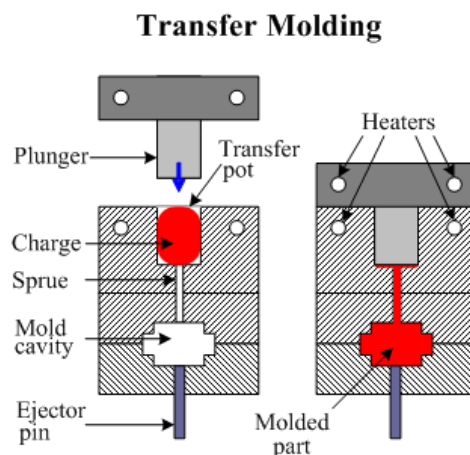
Dalam era pendidikan berasaskan teknologi dan kemahiran, penggunaan Alat Bantu Mengajar (ABM) memainkan peranan penting dalam meningkatkan keberkesanan proses pengajaran dan pembelajaran (PdP), khususnya dalam kursus teknikal. Kursus DJC40042 – Plastic Production Process memerlukan penguasaan teori yang kukuh serta pemahaman terhadap aplikasi praktikal berkaitan proses pemesanan, termasuk transfer moulding dan proses pengeluaran plastik yang lain. Kajian ini bertujuan mereka bentuk dan membangunkan sebuah ABM yang dapat membantu pelajar memahami konsep utama dalam pengeluaran plastik, dengan memberi tumpuan kepada penghasilan model transfer moulding menggunakan teknologi pencetakan 3D. Pendekatan Design and Development Research (DDR) digunakan, melibatkan tiga fasa utama iaitu analisis keperluan, reka bentuk ABM, dan penilaian keberkesanan awal. Data dikumpulkan melalui soal selidik yang melibatkan pensyarah dan pelajar bagi mengenal pasti cabaran dalam memahami topik proses pengeluaran plastik. Berdasarkan hasil analisis, prototaip ABM berbentuk model fizikal 3D dan simulasi digital dibangunkan menggunakan bahan filamen ABS melalui pencetak 3D dan perisian Autodesk Inventor Professional 2024. Penilaian awal yang dijalankan dalam sesi PdP sebenar menunjukkan bahawa ABM ini berupaya meningkatkan kefahaman pelajar, memudahkan visualisasi proses kompleks, dan menggalakkan interaksi aktif.

Kata kunci : *Proses Pengeluaran Plastik, Pencetakan 3D, Transfer Moulding*

1.0 Pengenalan

Dalam era globalisasi, proses pengajaran dan pembelajaran memerlukan integrasi teknologi bagi mewujudkan suasana pembelajaran interaktif yang dapat meningkatkan minat pelajar. Dalam kursus Plastic Production Process, penggunaan alat bantu mengajar (ABM) amat penting terutamanya untuk menerangkan konsep dan proses mesin transfer moulding dalam Chapter 3. Penyelidikan terdahulu menunjukkan kepentingan ABM dalam pendidikan teknikal dan vokasional. Muhammad Luthfi Sonjaya (2022) menegaskan bahawa ABM menyokong keberkesanan PTV dalam melahirkan tenaga kerja berkemahiran tinggi sejajar dengan keperluan global. Pandangan oleh Muhammad Izzuddin bin Mohd Yusoff *et.al.* (2025) pula menekankan bahawa gabungan teori dan aplikasi praktikal melalui ABM membantu pelajar menguasai konsep serta mengaplikasikannya dalam situasi sebenar. Alat bantu mengajar (ABM) sedia ada sering tidak mampu mewakili situasi dunia nyata dengan tepat, khususnya dalam bidang teknikal seperti sistem tenaga solar. Penggunaan komponen asas seperti panel solar generik tidak mencerminkan kerumitan pemasangan sebenar, sekali gus menyukarkan pelajar memindahkan teori kepada aplikasi praktikal.

Oleh itu, pembangunan ABM khusus seperti off-grid photovoltaic solar trainer menjadi keperluan penting untuk merapatkan jurang tersebut. ABM ini bukan sahaja mensimulasikan pemasangan sistem solar sebenar, tetapi turut meningkatkan kefahaman pelajar melalui pengalaman pembelajaran yang lebih autentik. Tambahan pula, susunan peralatan yang sistematik dan penggunaan elemen visual seperti pengekodan warna membantu menarik minat pelajar serta memudahkan mereka memahami hubungan komponen dalam sistem (M. A. Lajis *et.al.*, 2017). Pendekatan ini mewujudkan persekitaran pembelajaran yang lebih interaktif, menyokong penguasaan konsep dan meningkatkan kecekapan teknikal pelajar secara menyeluruh.



Rajah 1 : Transfer Moulding Process

Pengacuan suntikan ialah proses penting dalam industri plastik kerana mampu menghasilkan komponen kompleks secara besar-besaran dengan ketepatan tinggi. Proses ini menyuntik plastik cair ke dalam acuan bertekanan tinggi sebelum ia mengeras, sekali gus menjadikan pengeluaran cepat, mengurangkan sisa, dan sesuai untuk pelbagai industri seperti elektronik dan penjagaan kesihatan. Pencetakan tiup pula digunakan untuk menghasilkan produk berongga seperti botol dan bekas. Dalam proses ini, parison plastik yang dipanaskan dikembangkan dalam acuan untuk membentuk struktur yang diinginkan. Kaedah ini menawarkan kadar pengeluaran tinggi, kos perkakas rendah dan menghasilkan produk ringan tetapi kukuh, sesuai untuk pembuatan bekas bersaiz besar. Ekstrusi merupakan proses berterusan yang menolak plastik cair melalui die bagi menghasilkan profil atau bentuk panjang yang seragam (Riduwan Bin Zakaria *et.al*, 2024). Ia digunakan untuk menghasilkan filem, lembaran dan profil industri. Proses ini menjimatkan kos, mempunyai kelajuan pengeluaran tinggi dan mampu memproses pelbagai termoplastik.

2.0 Kajian Literatur

Alat bantu mengajar (ABM) ialah bahan yang digunakan pensyarah untuk menyampaikan pengajaran secara lebih berkesan. Ia bukan sekadar buku atau papan tulis, tetapi meliputi apa-apa bahan yang merangsang pancaindera dan membantu pelajar memahami ilmu dengan lebih jelas, sekali gus meningkatkan keberkesanan PdP. Menurut Tengku Farahnorfadhilah Engku Azman (2023), alat bantu mengajar (ABM) merangkumi pelbagai bahan seperti buku, carta dan slaid, serta dikategorikan kepada tiga kumpulan iaitu alat pendengaran, alat pandangan dan alat pandang-dengar. Ini menunjukkan bahawa ABM bukan sahaja bergantung kepada visual tetapi turut melibatkan pelbagai rangsangan deria. Seiring dengan itu, Muhammad Luthfi, S. *et.al.* (2022) mentakrifkan ABM sebagai bahan audio visual yang merupakan sebahagian daripada media pengajaran, manakala pengkaji lain mengelaskan ABM kepada komponen software dan hardware. ABM juga boleh dibahagikan kepada media elektronik dan bukan elektronik, bergantung pada bentuk dan fungsi penggunaannya. Selain itu, Tengku Farahnorfadhilah Engku Azman (2023) menegaskan bahawa hanya ABM yang mempunyai ciri komunikatif tinggi mampu memberi pengalaman pembelajaran bermakna serta menyokong perkembangan sikap ilmiah, sosial dan emosi pelajar. Penemuan M Z Mahadzir *et al.* (2019) pula menyatakan bahawa tiada takrifan mutlak bagi ABM, namun secara umum para pendidik bersependapat bahawa ABM berfungsi melalui gabungan rangsangan visual dan auditori dalam meningkatkan keberkesanan proses PdP.

Penggunaan alat bantu mengajar (ABM) dalam proses pengajaran dan pembelajaran bertujuan memudahkan pensyarah menyampaikan isi pelajaran dengan lebih jelas, tersusun dan menarik. ABM membantu mengelakkan kebosanan dalam kalangan pelajar serta meningkatkan penglibatan mereka sepanjang sesi pembelajaran. Dalam proses PdP yang berkesan, rangsangan dan tingkah laku merupakan elemen penting yang perlu wujud bagi merangsang pemikiran serta mendorong pelajar untuk terus belajar. Oleh itu, pemilihan ABM yang sesuai sangat penting kerana bahan yang digunakan harus mampu memberikan rangsangan visual, auditori atau kinestetik yang membantu pelajar memahami konsep dengan lebih mendalam. ABM yang berkesan juga perlu mempunyai ciri seperti kejelasan, kebolehgunaan, interaktiviti, serta kebolehan menyampaikan maklumat secara ringkas tetapi bermakna (Muhammad Taufiq., & Gita Suryani Lubis., 2023). Secara keseluruhan, ABM bukan sahaja menyokong pensyarah dalam penyampaian isi kandungan, tetapi turut meningkatkan tumpuan, motivasi dan pengalaman pembelajaran pelajar secara menyeluruh.

3.0 Metodologi Kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan rekabentuk dan pembangunan bagi menghasilkan model mesin Transfer Moulding berskala menggunakan teknologi pencetakan 3D. Metodologi dilaksanakan dalam empat fasa utama, iaitu: (i) fasa reka bentuk, (ii) fasa pencetakan komponen, (iii) fasa pemprosesan pasca, dan (iv) fasa pemasangan serta penilaian kualiti. Setiap fasa direka bentuk secara sistematik untuk memastikan ketepatan dimensi, kualiti struktur, dan kesetiaan model terhadap mesin sebenar.

i) Reka Bentuk Konseptual

Proses pembangunan bermula dengan analisis struktur dan fungsi mesin Transfer Moulding. Bahagian-bahagian utama seperti ruang pemanas, sistem pemacu plunger, unit acuan dan rangka sokongan dikenal pasti sebagai komponen yang perlu dimodelkan. Lakaran awal dihasilkan untuk menentukan bentuk asas, skala model dan hubungan antara komponen.

ii) Pembangunan Model CAD 3D

Setiap komponen dibangunkan menggunakan perisian CAD seperti SolidWorks, AutoCAD atau Fusion 360. Penekanan diberikan kepada aspek modular supaya bahagian yang dicetak dapat dipasang dengan mudah tanpa pengubahsuaian besar. Reka bentuk dieksport ke dalam format STL untuk digunakan dalam perisian penghirisan bagi tujuan pencetakan 3D.

iii) Persediaan Pencetak dan Pemilihan Bahan

Teknologi Fused Deposition Modelling (FDM) digunakan sebagai kaedah utama pencetakan. Bahan PLA dipilih kerana kestabilan dan kemudahannya, manakala ABS dan resin SLA digunakan untuk komponen tertentu yang memerlukan ketahanan atau ketepatan permukaan tinggi. Proses penyelarasan katil pencetak dilakukan untuk memastikan lekatan optimum. Setiap komponen dicetak berdasarkan kod G yang dijana. Pemantauan dilakukan bagi mengelakkan isu seperti warping, peralihan lapisan, dan ketidakseragaman ekstrusi. Setelah proses selesai, komponen dibiarkan sejuk secara semula jadi untuk mengelakkan perubahan bentuk.

iv) Penamat Akhir Model

Lapisan primer disebarkan untuk menyeragamkan permukaan model, diikuti pengecatan menggunakan warna yang sesuai bagi membezakan bahagian fungsi. Rawatan visual ini meningkatkan kejelasan model untuk tujuan pembelajaran atau demonstrasi.

4.0 Analisis Data dan Keputusan

Dalam konteks kursus DCJ40042 – Plastic Production Process, pelajar perlu menguasai konsep teknikal seperti struktur mesin, urutan operasi, dan interaksi antara bahan dan mesin. Ini bukan sahaja memerlukan pemahaman teori, malah melibatkan kebolehan untuk menggambarkan dan membayangkan situasi sebenar. Oleh itu, satu soal selidik telah dijalankan untuk mengenal pasti kecenderungan gaya pembelajaran pelajar. Soal selidik ini diadaptasi daripada model VAK (Visual, Auditory, Kinesthetic), di mana responden menyatakan kesesuaian mereka terhadap kaedah pembelajaran yang ditawarkan dalam pelbagai senario. Kaedah pengajaran konvensional dalam topik Transfer Moulding sebelum ini banyak bergantung pada slaid, video dua dimensi dan penerangan lisan. Walaupun pendekatan ini mampu menyampaikan asas teori, ia sering gagal memberikan gambaran menyeluruh terhadap proses pengaliran resin dalam acuan tertutup yang memerlukan pemahaman ruang dan visual yang lebih mendalam. Kekangan ini menyebabkan pelajar sukar membayangkan urutan operasi sebenar, terutamanya bagi konsep yang melibatkan interaksi komponen dalaman dan aliran bahan dalam struktur acuan (Zafarida binti Kadir *et.al.*, 2020).

Pengenalan model fizikal 3D mengubah pendekatan pembelajaran daripada berpusatkan pensyarah kepada lebih berfokuskan pelajar. Melalui model ini, pelajar bukan sahaja dapat melihat bentuk sebenar komponen, malah mampu membuka, menyusun semula dan memerhati hubungan antara setiap bahagian acuan secara langsung (Muhammad Taufiq *et.al.*, 2023). Interaksi ini memberikan kelebihan kepada pelajar yang cenderung kepada pembelajaran visual dan kinestetik, kerana mereka dapat memahami konsep proses secara fizikal dan bukan hanya melalui imaginasi.

Selain itu, penggunaan model 3D menggalakkan pembelajaran kolaboratif. Apabila pelajar bekerja dalam kumpulan kecil, mereka perlu berbincang, menghuraikan semula fungsi setiap komponen dan menjelaskan proses kepada rakan-rakan. Aktiviti ini meningkatkan komunikasi, pemikiran kritis serta penguasaan konsep teknikal yang sebelum ini dianggap abstrak.

Secara keseluruhan, perbandingan menunjukkan bahawa kaedah menggunakan model 3D memberikan impak lebih mendalam, meningkatkan interaksi kelas, menarik minat pelajar dan memperkukuh pemahaman mereka terhadap proses Transfer Moulding. Pendekatan ini terbukti lebih berkesan berbanding kaedah tradisional, khususnya dalam topik yang memerlukan pemahaman mekanikal dan spatial yang kompleks (Kadir, Z., & Mohd Radzuan, R., 2020).

Berdasarkan jadual yang diberikan, analisis perbandingan antara kaedah pengajaran konvensional dan kaedah menggunakan model fizikal 3D menunjukkan perbezaan ketara dalam aspek pedagogi dan penglibatan pelajar. Kaedah konvensional bergantung kepada slaid, video animasi 2D dan penerangan lisan, menjadikannya bersifat pasif dan berpusatkan pensyarah. Pelajar hanya menerima maklumat secara visual dan auditori, tanpa peluang untuk berinteraksi secara langsung dengan bahan pengajaran. Akibatnya, pemahaman konsep yang memerlukan kecerdasan spatial dan visual sering terhad, terutamanya untuk topik seperti pengaliran resin dalam acuan tertutup. Aktiviti dalam kelas

kebanyakannya terbatas kepada mendengar dan melihat, menyebabkan penglibatan pelajar rendah dan minat terhadap subjek teknikal juga kurang. Sebaliknya, kaedah menggunakan model fizikal 3D menawarkan pendekatan berpusatkan pelajar. Pelajar terlibat secara kinestetik dan kolaboratif, dengan peluang untuk membuka, menyusun semula, dan memanipulasi komponen model. Ini membolehkan pemahaman konsep menjadi lebih mendalam kerana mereka dapat melihat dan menyentuh struktur sebenar. Penglibatan aktif dalam perbincangan kumpulan meningkatkan interaksi serta kemampuan menerangkan kembali proses kepada rakan, sekaligus memupuk pembelajaran kolaboratif. Pendekatan hands-on ini juga meningkatkan minat pelajar, menjadikan topik yang sebelum ini dianggap sukar lebih menarik dan mudah difahami (Nekmat, N. N. *et.al.*, 2025). Kesimpulannya, penggunaan model fizikal 3D bukan sahaja memperkukuh pemahaman konsep, tetapi juga meningkatkan penglibatan, motivasi dan pengalaman pembelajaran pelajar, berbanding kaedah konvensional yang bersifat pasif dan terhad.

Aspek	Kaedah Konvensional	Kaedah Menggunakan Model Fizikal 3D
Medium Pengajaran	Slaid, video animasi 2D, penerangan lisan	Model fizikal 3D yang boleh dibuka dan disusun semula
Gaya Pembelajaran	Lebih pasif – pelajar menerima maklumat secara lisan dan visual sahaja	Aktif – pelajar melibatkan diri secara kinestetik dan kolaboratif
Pemahaman Konsep	Terhad, terutama bagi topik yang memerlukan pemahaman spatial dan visual tinggi	Lebih mendalam – pelajar boleh melihat dan menyentuh struktur sebenar
Penglibatan Pelajar	Kurang interaktif, bergantung kepada pensyarah	Sangat interaktif – pelajar berbincang dan menerangkan semula kepada rakan
Minat Terhadap Subjek	Rendah – topik dianggap sukar dan membosankan	Tinggi – pendekatan hands-on menjadikan subjek lebih menarik
Fokus Pengajaran	Berpusatkan pensyarah	Berpusatkan pelajar
Aktiviti dalam Kelas	Mendengar, melihat	Memanipulasi model, perbincangan kumpulan

Rajah 4 : Perbandingan Kaedah Pengajaran Sedia Ada Dengan Kaedah Menggunakan Model

Analisis terhadap proses kerja mesin pembuat filament PET menunjukkan bahawa setiap komponen utama berfungsi dengan baik dan memenuhi keperluan reka bentuk seperti di rajah 4.

5.0 Hasil dan Perbincangan

Bagi mengukur keberkesanan penggunaan model dari segi motivasi pelajar, satu soal selidik dijalankan selepas sesi pengajaran menggunakan model 3D. Data ini menunjukkan impak positif penggunaan model terhadap aspek psikologi pembelajaran. Pelajar merasa lebih bersemangat dan yakin untuk belajar kerana mereka dapat melihat dan memahami sesuatu yang sebelum ini hanya dibayangkan secara teori. Selain itu, penggunaan model membantu merangsang rasa ingin tahu pelajar serta membolehkan mereka meneroka fungsi setiap komponen secara langsung (S. N. Ab Rahim., 2018). Faktor-faktor ini menyumbang kepada peningkatan motivasi dalaman, minat terhadap bidang teknikal, dan penurunan kebosanan dalam kelas. Secara tidak langsung, model ini juga menyokong strategi pembelajaran aktif (*active learning*) dan pembelajaran berasaskan masalah (*problem-based learning*).

Jadual 2 : Analisa Kos Projek

Komponen	Perincian	Kos (RM)
Filamen PLA	1kg filamen untuk pencetakan model	90
Kos Operasi Mesin Pencetak	40 jam × RM1 sejam	40
Kos Elektrik	Anggaran penggunaan elektrik	5
Kemasan Akhir	Kertas pasir, pemotong, pisau hobi	15
Jumlah Kos Keseluruhan		150

6.0 Kesimpulan

Kajian ini dijalankan bagi mengenal pasti keperluan dan potensi rekabentuk alat bantu mengajar khusus Plastic Production Process dalam topik mould transfer moulding, yang merupakan sebahagian daripada subjek tersebut. Hasil dapatan kajian menunjukkan bahawa pendekatan pengajaran konvensional yang bergantung kepada nota bertulis, slide dan gambar statik adalah kurang berkesan dalam membantu pelajar memahami proses yang kompleks ini. Melalui analisis data daripada pensyarah semasa pengajaran dalam kelas, soal selidik pelajar, serta pemerhatian terhadap sesi pengajaran, didapati bahawa terdapat kepentingan dalam menghasilkan alat bantu mengajar yang lebih interaktif, visual dan mudah berkesan terhadap pelajar. Sebahagian besar daripada pelajar yang membuat soal selidik bersetuju bahawa penggunaan model fizikal, simulasi 3D dan bahan bantu visual lain dapat meningkatkan kefahaman, tumpuan serta minat pelajar terhadap topik ini.

Rujukan

- Hussin, Z., & Mohamad, M. (2019). Penggunaan Teknologi dalam ABM: Satu Tinjauan Awal di Sekolah Menengah, *Jurnal Pendidikan*
- Kadir, Z., & Mohd Radzuan, R. (2020). Pembangunan rekabentuk alat bantu mengajar bagi menentukan muatan haba tentu menggunakan Arduino. *Jurnal Kejuruteraan, Teknologi dan Sains Sosial*, 1(1), Special Issue – ITARC 2020.
- M Z Mahadzir, S N Ab Rahim, N A F Nik Abdullah, M A Lajis (2019), Effect of Extrusion Ratio of Recycling Aluminium AA6061 Chips by the Hot Extrusion Process, *International Journal of Advanced Research in Engineering Innovation*
- M. A. Lajis, S.N. Ab Rahim (2017), Mechanical Properties and Surface Integrity of Recycling Aluminum 6061 by Hot Extrusion Process, *Materials Science Forum* (Volume 894), <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.894.21>
- Muhammad Izzuddin, M. Y., Mohd Zaniel, M., & Ab Rahim, S. N. (2025). Design and development of compass digital geometry large as education tools on engineering drawing course. *International Action Research TVET Conference 2025*.
- Muhammad Luthfi, S., & Mutmainnah. (2022). Construction of plastic waste extruding machine to produce filaments of 3D printing machine (pp. 82–90).
- Muhammad Taufiq., & Gita Suryani Lubis. (2023). Rancang bangun mesin pultrusion pembuat filamen 3D printing berbasis limbah plastik botol PET.
- Nekmat, N. N., Ab Rahim, S. N., & Abdul Aziz, A. (2025). Innovative semi-automated kuih kapit production: Leveraging infrared heating for consistent quality and sustainability. *Journal of Advanced Research in Technology and Innovation Management*.
- Nor Asmidar, H. (2023). Pengaplikasian bahan bantu mengajar berasaskan teknologi maklumat dan komunikasi dalam pengajaran dan pembelajaran Bahasa Melayu (Tesis sarjana). *Fakulti Bahasa dan Komunikasi, Universiti Pendidikan Sultan Idris*.
- S. N. Ab Rahim. (2018). Effect of hot extrusion parameters of AA6061 recycle aluminium chips. *iCompEx18 Pembentangan Kertas Penyelidikan Akademik*.
- Tengku Farahnorfadhilah Engku Azman, & Norah Md Noor. (2023). Tahap kemahiran penggunaan alat teknologi pendidikan dalam kalangan guru Sains dan Matematik di sekolah menengah: Pedagogi dan teknikal. *Innovative Teaching and Learning Journal*, 7(1), 90–105.
- Zakaria, R., Haris, M. H. M., & Ab Rahim, S. N. (2024). Mereka bentuk sistem kawalan untuk mesin eco cutter. *Journal on Technical and Vocational Education*, 9(3), 74–82.