

Implementasi *Project Based Learning* Untuk Mengeksplorasi Kemampuan Computational Thinking Mahasiswa

Rizal Dian Azmi ¹, Siti Khoiruli Ummah ²

^{1,2} Universitas Muhammadiyah Malang, Indonesia

¹Email: Rizaldian@umm.ac.id

²Email: khoiruliummah@umm.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi kemampuan *Computational Thinking* (CT) mahasiswa melalui pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning* atau PjBL). Perkuliahan Bahasa Pemrograman memuat beragam permasalahan pembelajaran yaitu perlunya media yang membantu pemahaman matematis siswa. Oleh karena itu, diperlukan media yang dirancang melalui pembelajaran berbasis proyek dimana selama pengerjaan proek, mahasiswa dituntut untuk menyelesaikan masalah secara sistematis. Padahal, selama pembuatan media pembelajaran berbasis pemrograman, mahasiswa belum mampu membuat tahapan sistematis dalam penyelesaian masalah. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu deskriptif dengan pendekatan kualitatif karena berdasarkan data hasil media Matlab yang diobservasi kesesuaiannya dengan tahapan PjBL dan CT. Subyek penelitian melibatkan mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika Angkatan 2018 dengan teknik analisis data secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan mahasiswa mampu mengikuti setiap tahapan PjBL dan media yang dikembangkan mahasiswa memenuhi ketepatan skrip dan kelogisan flowchart. Hal ini sesuai dengan indicator CT yang diukur dimana persentase aspek aspek abstraksi, pemikiran logaritmik, debugging/evaluasi, dan generalisasi sesuai dengan tahapan pembuatan media.

Kata kunci: Pembelajaran Berbasis Proyek, Berpikir Komputasional, Media Pembelajaran Matematika, Matlab

Abstract

This study aims to explore students' Computational Thinking (CT) abilities through project-based learning (Project Based Learning or PjBL). Programming Language Lectures contain various learning problems, namely the need for media that helps students' mathematical understanding. Therefore, we need media designed through project-based learning where during project work, students are required to solve problems systematically. In fact, during the making of programming-based learning media, students have not been able to make systematic steps in solving problems. The research method used in this study is descriptive with a qualitative approach because it is based on the observed data from Matlab media which is in accordance with the PjBL and CT stages. The research subjects involved students of the 2018 Mathematics Education Study Program with descriptive data analysis techniques. The results showed that students were able to follow each stage of PjBL and the media developed by students met the accuracy of the script and the logic of the flowchart. This is in accordance with the measured CT indicators where the percentage of aspects of abstraction, logarithmic thinking, debugging/evaluation, and generalization are in accordance with the stages of media creation.

Keywords: Project Based Learning, Computational Thinking, math media, Matlab

PENDAHULUAN

Mata kuliah Bahasa Pemrograman merupakan mata kuliah wajib di bidang matematika. Mahasiswa program studi pendidikan matematika diharapkan untuk menjadi guru yang profesional salah satunya dengan cara kreatif dalam membuat dan menggunakan media pembelajaran. Untuk memfasilitasi calon guru agar dapat membuat dan menggunakan media pembelajaran, mata kuliah Bahasa Pemrograman diharapkan dapat memfasilitasi dan mengembangkan aktivitas berpikir secara sistematis.

Pembelajaran Abad-21 menitikberatkan pada integrasi teknologi dalam pembelajaran (Lase, 2019; Nurhaifa et al., 2020; Santos, 2017). Hal ini bertentangan dengan kenyataan di lapangan dari hasil wawancara dengan 33 guru peserta Pendidikan Profesi Guru (PPG) yang berasal dari berbagai daerah bahwa masih ada guru yang belum mampu mengoperasikan komputer dengan baik. Akibatnya, pembelajaran matematika lebih sering menggunakan media pembelajaran cetak seperti modul, buku teks dan Lembar Kerja Siswa (LKS) yang dibeli dari penerbit swasta. Guru juga terlihat kesulitan dalam mengoperasikan *power point* terutama penggunaan menu. Ketika guru diberikan tutorial penambahan animasi, guru terlihat sangat tertarik dan mengamati secara seksama. Hal inilah yang mengakibatkan meski pembelajaran Abad-21 menuntut pembelajaran yang terintegrasi teknologi, beberapa sekolah masih belum menerapkannya.

Integrasi teknologi dalam pembelajaran dapat berupa media pembelajaran yang memerlukan komputer dan aplikasi dalam pengaksesannya, *e-learning*, *e-modul*, atau aplikasi *learning Management System* (LMS) (Dieker et al., 2017; Hadullo et al., 2017; Lutfiyah & Sulisawati, 2019; Maré & Mutezo, 2020; Zamzami Zainuddin, 2018). Media pembelajaran berbasis komputer yang sering digunakan pada penelitian sebelumnya yaitu berbantuan aplikasi Matlab (Gil, 2017; Setyansah & Apriandi, 2019; Sumarni et al., 2021). Media yang dikembangkan dengan memanfaatkan Matlab berupa *game*, modul *online*, dan media interaktif yang berisi materi, latihan soal, dan kuis. Pembuatan media pembelajaran interaktif harus mampu memenuhi unsur kemenarikan, ketepatan materi, dan kemudahan dalam pengoperasiannya (Dewi et al., 2020; Ummah et al., 2019). Untuk memenuhi tujuan tersebut, pembuatan media sebaiknya mempunyai tahapan yang sistematis, misalnya melalui tahapan model pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning* atau PjBL).

PjBL merupakan inovasi model pembelajaran yang mengedepankan produk sebagai hasil belajar dan memerlukan waktu yang tidak singkat (Gil, 2017; Ummah et al., 2019; Yahya et al., 2020). Penelitian sebelumnya meneliti implementasi PjBL yang berfokus pada kemampuan komunikasi matematis, literasi, kemampuan penalaran siswa, dan (Abidin et al., 2021; Prananda et al., 2020; Pratiwi et al., 2020; Septian & Prabawanto, 2020). PjBL juga berfokus pada penggunaan Geogebra, Matlab dan media manipulatif sebagai media pembelajaran dan implementasinya di sekolah. Penelitian ini mendukung penelitian sebelumnya dengan pembeda yaitu berfokus pada penggunaan Matlab untuk pengembangan media pembelajaran matematika.

Pembelajaran matematika mempunyai tuntutan yang cukup tinggi pada pembelajaran Abad-21. Hal ini dapat dilihat dari ketermuatan tuntutan kemampuan pada pembelajaran berdasarkan kebijakan pemerintah, diantaranya kemampuan berpikir kritis (*critical thinking skills*), kemampuan berpikir kreatif (*creative thinking skills*), kemampuan kolaboratif (*collaborative*), dan kemampuan komunikasi matematis (*communication*). Computational Thinking (CT) atau berpikir komputasi merupakan hal yang sangat diperlukan dalam matematika (Kawuri et al., 2019; Yasin, 2020). Selain kemampuan tersebut, pembelajaran matematika yang erat kaitannya dengan penyelesaian masalah juga menuntut siswa memiliki kemampuan berpikir komputasional atau *Computational Thinking* (CT). CT pada dasarnya merupakan aktivitas berpikir siswa dalam memahami konteks permasalahan, kemudian siswa akan bernalar sampai ke tahapan abstraksi serta berakhir pada penyelesaian masalah yang sistematis (Cahdriyana, 2020; Zydney et al., 2020). Dengan kemampuan CT ini, berdasar hasil penelitian sebelumnya, seseorang dituntut untuk memproses masalah yang dihadapinya dalam bentuk urutan penyelesaian yang sesuai. CT dapat melatih seseorang untuk berpikir terstruktur, kreatif dan logis. Kemampuan CT memiliki kedudukan yang sama dengan kemampuan menghitung (Zhong et al., 2016). Kemampuan CT seseorang memiliki keterkaitan yang kuat dengan kemampuan penyelesaian masalah (Grover et al., 2015; Jim & Rom, 2016).

International Society for Technology in Education (ISTE) telah menyediakan rubrik aktivitas untuk pemikiran komputasi dalam tahun 2011, 2015 dan 2016. Tabel 1 adalah daftar kegiatan diurutkan berdasarkan kata kunci.

Tabel 1. Beberapa rubrik aktivitas CT

Rubrik CT	Sumber
Merumuskan, mengorganisir, menganalisis, memodelkan, abstraksi, pemikiran algoritmik, otomatisasi, efisiensi, generalisasi, mentransfer	ISTE (2011)
Kreativitas, pemikiran algoritmik, pemikiran kritis, pemecahan masalah, kerja sama	ISTE (2015)
Analisis data, pemikiran abstrak, pemikiran algoritmik, pemodelan, merepresentasikan data, memecahkan masalah komponen, otomatisasi	ISTE (2016)

Indikator Berpikir komputasional yang digunakan pada penelitian sebelumnya diantaranya dekomposisi masalah, berpikir algoritma, pengenalan pola, abstraksi dan generalisasi (Cahdriyana, 2020). Penelitian ini mengadaptasi deskripsi indikator berpikir komputasional pada penelitian sebelumnya.

Tahapan dekomposisi masalah pada pembuatan media pembelajaran matematika berbasis Matlab berarti menggali informasi materi matematika manakah yang paling sulit dipahami siswa di SMP maupun SMA. Hal ini dapat dilakukan dengan cara wawancara maupun observasi langsung ke sekolah. Tahap selanjutnya yaitu berpikir algoritma dimana mahasiswa diminta membuat storyboard untuk media pembelajaran berbasis Matlab yang akan dibuat. Storyboard memuat *flowchart*, dan petunjuk pengoperasian media. Setelah mahasiswa berpikir algoritma, mahasiswa masuk ke tahapan pengenalan pola dimana mahasiswa memahami data yang diperlukan dalam pembuatan media sampai pada tahap pembuatan media. Tahap abstraksi merupakan aktivitas mahasiswa memahami konsep yang termuat pada media yang telah dibuat. Tahap akhir yaitu generalisasi dimana mahasiswa memberikan hipotesis dari hasil uji coba media apakah media tersebut mampu mengatasi permasalahan pemahaman konsep matematika siswa di sekolah.

Permasalahan utama yang dijadikan fokus penelitian yaitu rendahnya kemampuan mahasiswa dalam mengatasi masalah di sekolah, mengabstraksi konsep matematika melalui media pembelajaran berbasis Matlab, dan mengkonkretisasi konsep matematika dalam bentuk media pembelajaran berbasis Matlab. Pentingnya mengeksplorasi kemampuan CT yaitu dapat mengidentifikasi permasalahan pada mahasiswa selama proses pembuatan media pembelajaran yang dilakukan melalui PjBL. Jika pada penelitian sebelumnya, identifikasi dan analisis CT dalam pembelajaran matematika dilakukan untuk siswa sekolah, penelitian ini berfokus pada mahasiswa sebagai calon guru matematika dalam mengembangkan media pembelajaran matematika menggunakan aplikasi Matlab. Dengan demikian, tujuan penelitian ini yaitu untuk mendeskripsikan implementasi *Project Based Learning* untuk mengeksplorasi kemampuan berpikir komputasional mahasiswa dalam pembuatan media pembelajaran matematika.

METODE PENELITIAN

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif deskriptif. Pendekatan kualitatif dilakukan untuk mendeskripsikan dan mengungkapkan keterlaksanaan pembelajaran *project based learning*. Subyek dalam penelitian ini adalah 38 mahasiswa yang memprogram matakuliah Bahasa Pemrograman semester 3 Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Malang tahun akademik 2019/2020. Subyek dipilih berdasarkan tujuan penelitian dimana pembuatan media pembelajaran dikhususkan pada penggunaan Matlab sebagai aplikasi. Aplikasi ini digunakan pada Mata Kuliah Bahasa Pemrograman.

Penelitian menggunakan tahapan perancangan instrument penelitian, pelaksanaan penelitian dan analisis data. Tahap perancangan meliputi pembuatan format catatan lapangan sebagai hasil observasi dan pedoman wawancara. Selanjutnya, pelaksanaan penelitian dilaksanakan selama satu semester dengan mengikuti tahapan PjBL seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Implementasi PjBL dan Ketermuatan CT

Tahapan PjBL	Deskripsi Kegiatan Mahasiswa	Ketermuatan CT
Perumusan Indikator Capaian Pembelajaran	Mengidentifikasi permasalahan melalui observasi atau wawancara dengan guru di sekolah	Dekomposisi Masalah
Perumusan desain proyek dan tagihannya	Proyek dilaksanakan dengan cara pembuatan rancangan media pembelajaran dalam bentuk <i>storyboard</i> dan <i>flowchart</i>	Berpikir Algoritma
Penyusunan jadwal kegiatan	Mahasiswa membuat <i>timeline</i> dan target capaian kerja	Berpikir Algoritma
Pemantauan proyek	Mahasiswa mengisi catatan lapangan sebagai bentuk evaluasi diri tentang ketercapaian pembuatan media pembelajaran	Pengenalan Pola Abstraksi
Evaluasi	Mahasiswa mempresentasikan dan tanya-jawab tentang ketermuatan konsep matematika pada media pembelajaran	Abstraksi
Refleksi	Mahasiswa mengemukakan kekurangan media pembelajaran, rencana perbaikannya dan upaya penyelesaian masalah di sekolah	Generalisasi

(Diadaptasi dari (Al Awab et al., 2021))

Pengambilan data dilaksanakan melalui kegiatan observasi dan catatan lapangan. Observasi dilakukan oleh dosen dengan mengamati perkembangan mahasiswa dalam membuat media pembelajaran. Catatan lapangan diisi oleh mahasiswa dalam bentuk uraian atau narasi tentang apa yang dilakukan dan rencana selanjutnya. Setelah pembuatan media pembelajaran berakhir, mahasiswa diminta mempresentasikan dan diberikan pertanyaan tentang ketermuatan konsep matematika pada media sebagai identifikasi aktivitas CT yaitu abstraksi.

Teknik analisis data yaitu dengan cara melakukan triangulasi data dari hasil observasi, catatan lapangan dan wawancara. Selanjutnya, dilakukan reduksi data dengan membuang data yang tidak diperlukan, dalam hal ini data yang tidak sesuai dengan tahapan PjBL dan indikator CT. Hasil penelitian dideskripsikan secara naratif berurutan sesuai tahapan PjBL dan hasil media pembelajaran matematika yang dibuat oleh mahasiswa.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Implementasi PjBL diawali dari kegiatan perkuliahan di awal semester. Deskripsi kegiatan pada tahapan ini sejalan dengan penjadwalan PjBL pada penelitian sebelumnya (Al Awab et al., 2021). Dosen bersama mahasiswa merumuskan kontrak perkuliahan yang memuat indikator capaian kompetensi mata kuliah Bahasa Pemrograman. Adapun indikator capaian kompetensi Mata Kuliah Bahasa Pemrograman yaitu:

- 1) Mengidentifikasi permasalahan pembelajaran matematika yang dapat diselesaikan menggunakan media pembelajaran berbasis Matlab
- 2) Merancang media pembelajaran matematika yang sesuai dengan permasalahan di sekolah
- 3) Menyusun Storyboard
- 4) Membuat *flowchart*
- 5) Membuat media pembelajaran
- 6) Mengevaluasi target capaian pembuatan media pembelajaran
- 7) Menjelaskan ketermuatan konsep matematika pada media pembelajaran
- 8) Merefleksikan kebermanfaatan media pembelajaran yang disesuaikan dengan permasalahan di sekolah.

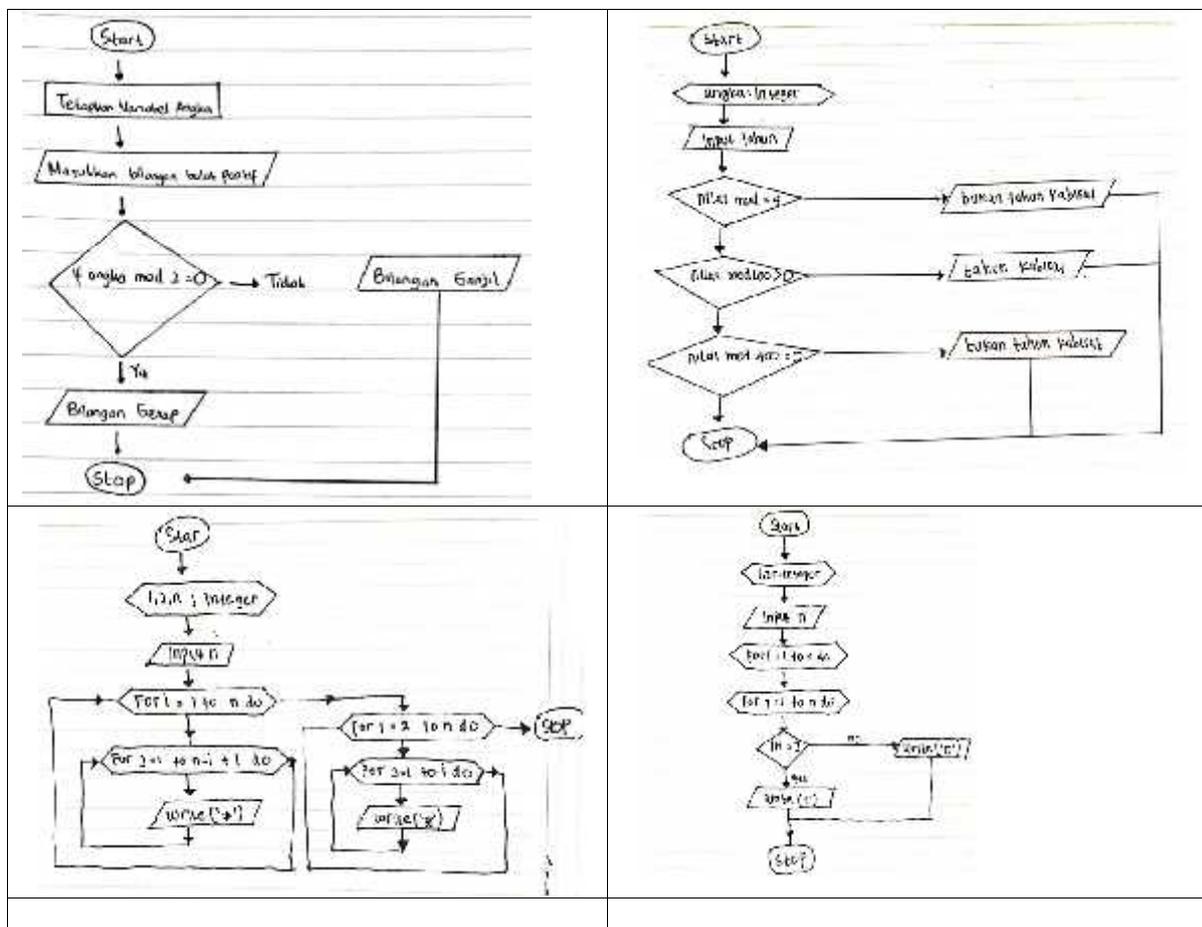
Indikator capaian perkuliahan ini terbagi dalam 16 kali pertemuan selama satu semester pada perkuliahan Bahasa Pemrograman. Adapun media pembelajaran yang disepakati yaitu berbantuan Matlab. Hal ini berbeda dengan implementasi PjBL pada penelitian terdahulu dimana fokus aplikasi yang digunakan adalah Geogebra (Septian & Prabawanto, 2020).

Mahasiswa juga diminta mengobservasi atau mewawancarai guru matematika tentang permasalahan pembelajaran matematika di sekolah. Hal ini dimaksudkan agar media pembelajaran yang dibuat mahasiswa mempunyai keterkaitan dengan permasalahan yang dihadapi. Adapun tahapan

identifikasi masalah ini bertujuan untuk mengidentifikasi keterlaksanaan aktivitas dekomposisi masalah pada CT. Kegiatan yang merujuk pada aktivitas CT dekomposisi masalah berbeda dengan penelitian terdahulu dimana pada tahap ini dilakukan menuliskan apa yang diketahui dari permasalahan matematika atau soal yang akan diselesaikan (Kawuri et al., 2019). Hasil aktivitas dekomposisi masalah dapat dirumuskan sebagai berikut:

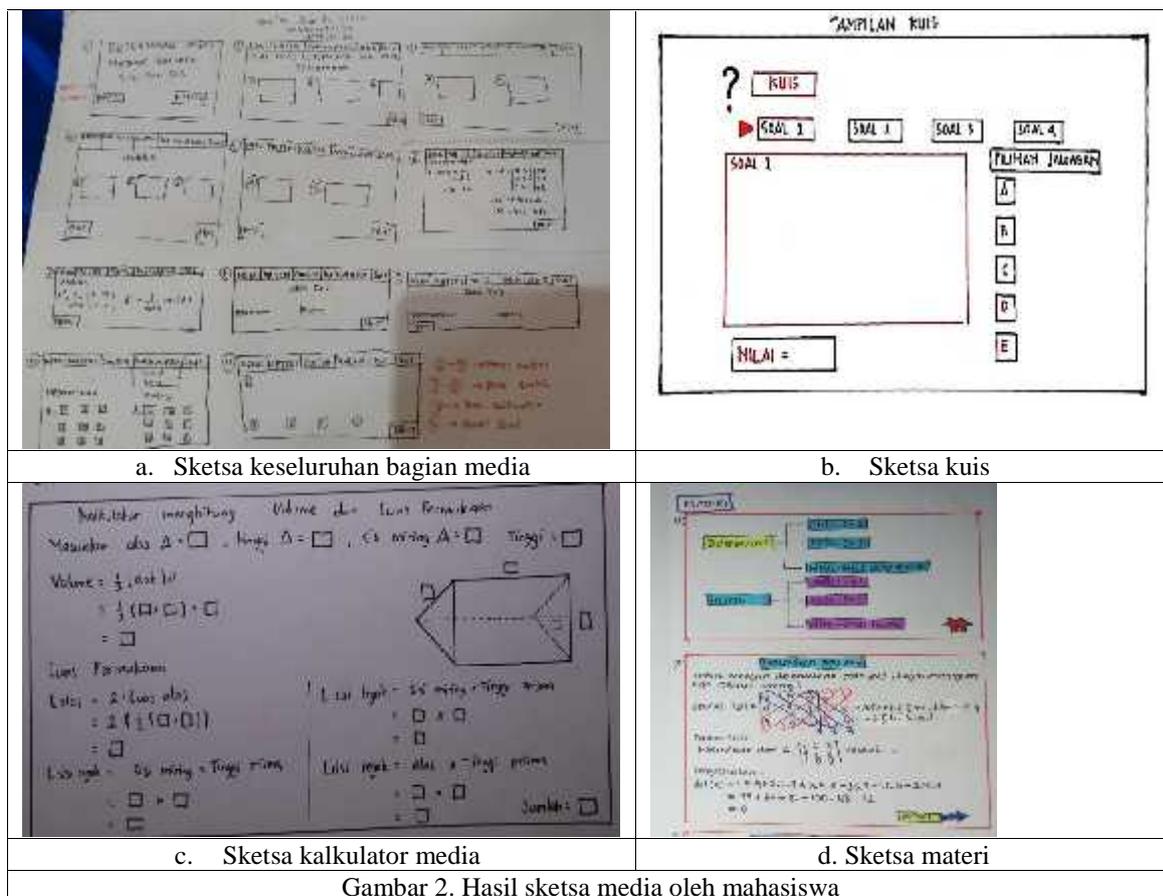
- 1) Tidak ada media pembelajaran berbasis Matlab di sekolah
- 2) Guru menggunakan Lembar Kerja Siswa cetak yang dibeli dari penerbit
- 3) Guru tidak pernah mengoperasikan Matlab
- 4) Materi yang sulit dipahami siswa yaitu bangun ruang dan transformasi geometri

Tahap PjBL selanjutnya yaitu menyusun *storyboard* dan *flowchart*. Pada tahap ini, pembuatan *storyboard* berlangsung pada pertemuan kedua. Namun, mahasiswa mengusulkan untuk membuat *flowchart* saja dikarenakan lebih efektif dalam membaca alur media pembelajaran dan tidak memerlukan alat dan bahan. Karena tahap pembuatan *storyboard* tidak dilakukan, dosen meminta mahasiswa menjelaskan tentang alur pengelolaan media melalui *flowchart*. *Flowchart* yang dibuat ini akan digunakan dalam pembuatan skrip pada Matlab. Adapun contoh *flowchart* yang disusun mahasiswa seperti terlihat pada Gambar 1.



Pada saat presentasi dilaksanakan, mahasiswa mempunyai kesulitan dalam menjelaskan fungsi dari icon *flowchart*. Adapun kesulitan yang paling sering dialami mahasiswa yaitu membedakan bentuk persegi Panjang yang menyatakan pernyataan dan jajar genjang sebagai proses. Kesulitan lain yang muncul pada saat pembuatan *flowchart* yaitu menjelaskan kemungkinan yang terjadi apabila diberikan nilai inputan berbeda. Mahasiswa juga sering mengalami kekeliruan dalam menuliskan skrip “for” dan “else”. Berdasar hasil catatan lapangan selama pembuatan *flowchart*, beberapa mahasiswa juga

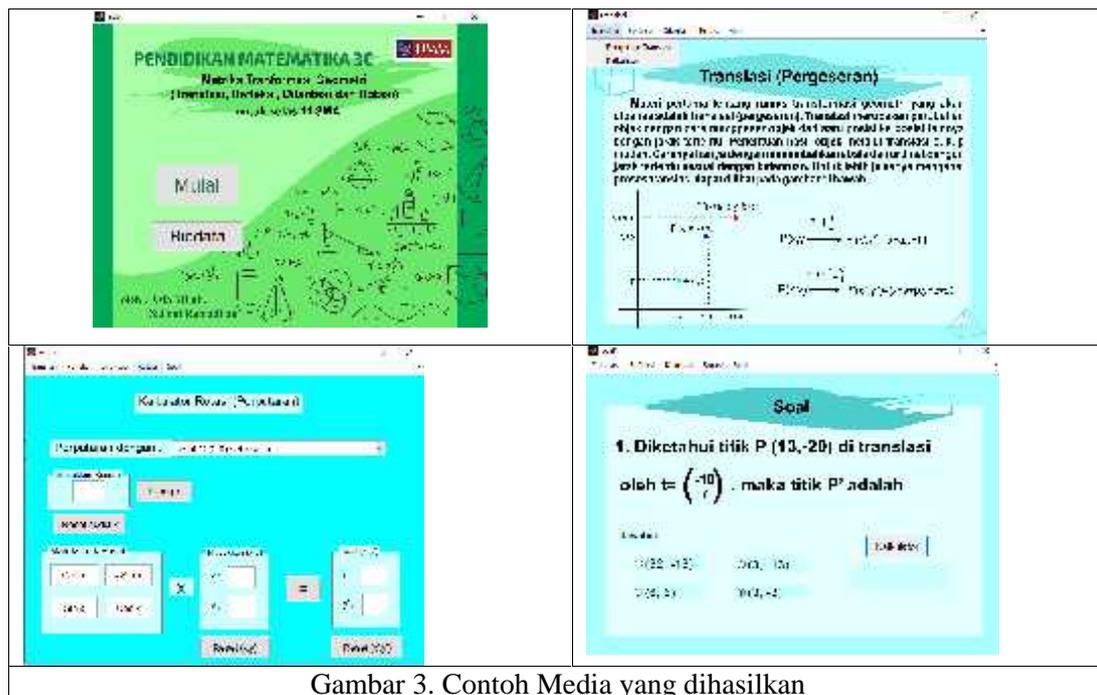
ada yang membuat desain tata letak media pembelajaran. Adapun contoh pembuatan desain tata letak media pembelajaran menggunakan Matlab dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil sketsa media oleh mahasiswa

Tahapan desain proyek menghasilkan sketsa media, *flowchart* dari masing-masing fungsi objek dalam media, dan membuat *Graphical User Interface* (GUI) pada Matlab sehingga program ini dapat digunakan. Aktivitas CT yang sesuai dengan tahapan PjBL ini yaitu berpikir algoritma. Karena tidak semua mahasiswa mampu menjawab pertanyaan dosen tentang *flowchart* dan fungsi icon, maka aktivitas berpikir logaritma dapat dikategorikan cukup baik. Hal ini berbeda dengan penelitian terdahulu dimana aktivitas berpikir logaritma siswa dalam merancang penyelesaian masalah dilakukan dengan baik (Cahdriyana, 2020) Kegiatan penjadwalan seperti yang termuat pada tahapan PjBL yang mengadaptasi penelitian sebelumnya yaitu perancangan jadwal proyek (Septian & Prabawanto, 2020; Yahya, 2020). Perbedaannya, penjadwalan yang dibuat mahasiswa disertai dengan target capaian di setiap kegiatan.

Langkah kegiatan PjBL selanjutnya yaitu pembuatan media pembelajaran yang merupakan representasi kegiatan pemantauan proyek. Mahasiswa mulai mengoperasikan Matlab sesuai dengan *flowchart* atau sketsa media yang telah dirancang sebelumnya. Adapun contoh media yang telah dibuat mahasiswa dapat dilihat pada Gambar 3.

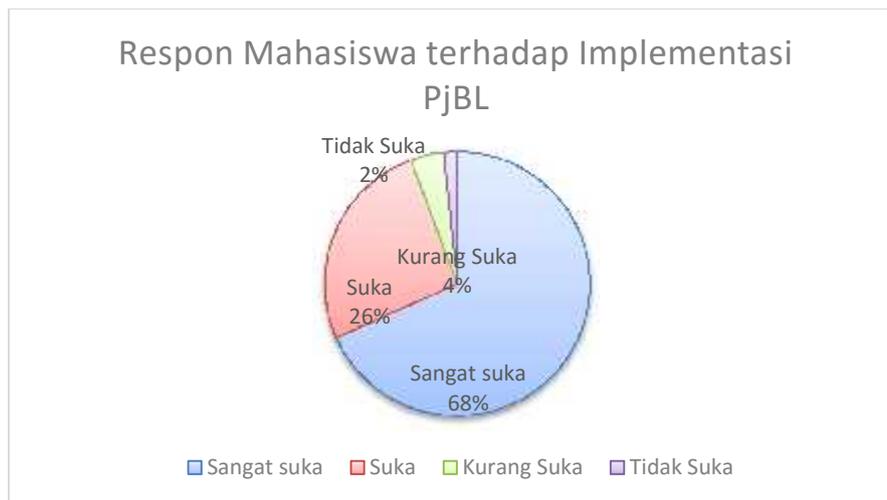


Gambar 3. Contoh Media yang dihasilkan

Gambar 3 menunjukkan contoh media yang dihasilkan. Mahasiswa membuat GUI dan skrip pada Matlab. Mahasiswa diberikan waktu selama empat minggu untuk menyelesaikan media. Pada aktivitas berpikir algoritma, mahasiswa mampu Menyusun media pembelajaran sesuai dengan *flowchart* yang dirancang sebelumnya. Hal ini menunjukkan aktivitas abstraksi mahasiswa sangat baik. Hal ini berbeda dengan penelitian sebelumnya dimana aktivitas CT yang sangat baik dilakukan siswa yaitu pada dekomposisi masalah dan berpikir algoritma (Francisco & López, 2016; Magana & Silva Coutinho, 2017). Komponen penyusun media pembelajaran matematika berbasis Matlab diantaranya materi pembelajaran, soal-soal kuis dan kalkulator pembelajaran.

Tahap selanjutnya yaitu evaluasi atau *debugging* dimana mahasiswa diminta mempresentasikan media pembelajaran yang telah dibuat. Pada tahap ini, lebih dari 70% keseluruhan tombol dapat berfungsi dengan sangat baik. Kesalahan atau *error* terjadi akibat mahasiswa keliru dalam membuat skrip. Contohnya, penetapan inputan awal, rentangan nilai yang diinputkan, penetapan semesta bilangan, dan operator bilangan. Hal ini berarti, aktivitas CT yaitu abstraksi belum terlaksana dengan baik. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan siswa kurang mampu dalam membuat abstraksi dari objek yang diberikan perlakuan (Magana & Silva Coutinho, 2017). Mahasiswa juga belum dapat memberikan penjelasan ketika diklarifikasi tentang penyebab *error* dan upaya perbaikannya.

Tahap PjBl terakhir yaitu refleksi dimana pada tahap ini mahasiswa digali respon terhadap implementasi PjBL dalam pembuatan media pembelajaran berbasis Matlab melalui wawancara. Hasil wawancara menyatakan bahwa sebanyak 68% mahasiswa menyukai perkuliahan berbasis proyek untuk membuat media seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Hasil Respon Mahasiswa terhadap Implementasi PjBL

Berkaitan dengan aktivitas CT, mahasiswa mampu membuat media dengan menyesuaikan permasalahan yang telah diidentifikasi sebelumnya melalui observasi maupun wawancara. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas CT generalisasi tercapai dengan kategori sangat baik. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa tahapan generalisasi mampu dicapai siswa dengan sangat baik melalui proses penarikan kesimpulan yang didasarkan pada permasalahan (Angeli et al., 2016; Francisco & López, 2016; Gil, 2017; Santoso et al., 2020).

KESIMPULAN

Penerapan *project based learning* dalam pembuatan media dengan aplikasi Matlab yang meliputi tahapan perumusan indikator capaian pembelajaran, perumusan desain proyek dan tagihannya, penyusunan jadwal, pemantauan proyek, evaluasi dan refleksi terlaksana dengan baik dan sesuai dengan penjadwalan serta target capaian. Adapun tahapan yang paling optimal yaitu pada saat pemantauan proyek dimana mahasiswa mampu melaksanakan jadwal kegiatan yang direncanakan sebelumnya dengan sangat baik. Selain itu, pelaporan mahasiswa tentang *progress* kegiatan tersusun secara naratif dan lengkap.

Aktivitas CT terlaksana secara keseluruhan dengan baik melalui pembuatan media pembelajaran berbasis Matlab. Adapun ketercapaian aktivitas CT yang sangat baik yaitu pada saat mahasiswa melaksanakan proyek sehingga mahasiswa mampu melakukan pengolahan pola dan abstraksi dengan sangat baik yang ditandai dengan kelancaran media pembelajaran berdasarkan *flowchart* yang disusun. Selain itu, aktivitas CT generalisasi mampu membuat mahasiswa menyelesaikan permasalahan di sekolah melalui media pembelajaran interaktif berbantuan Matlab. Kekurangan penelitian ini yaitu kemampuan mahasiswa dalam menjelaskan *flowchart* masih rendah. Hal ini dapat dijadikan fokus penelitian selanjutnya dengan penambahan tahapan PjBL yaitu penyajian atau presentasi desain proyek sehingga dapat memantau mahasiswa ketika dilakukan kesalahan.

REFERENCES

- Abidin, Z., Herman, T., Jupri, A., & Farokhah, L. (2021). Gifted Children's Mathematical Reasoning Abilities on Problem-Based Learning and Project-Based Learning Literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1720(1), 12018.
- Al Awab, Z., Kosim, N., & Putri, M. N. (2021). Pembelajaran berbasis proyek pada pelajaran Matematika Sekolah Dasar. *Himpunan: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Matematika*, 1(1), 77–82.

- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., & Zagami, J. (2016). A K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge. *Educational Technology and Society, 19*(3), 47–57.
- Cahdriyana, R. A. (2020). *Berpikir Komputasi Dalam Pembelajaran Matematika. XI*(1), 33–35.
- Dewi, R. M., Ghofur, M. A., & Soejoto, A. (2020). Pelatihan Game Edukasi Android Berbasis HOTS Sebagai Media Evaluasi Pembelajaran. *Abimanyu: Journal of Community Engagement, 1*(1), 59–67.
- Dieker, L. A., Hughes, C. E., Hynes, M. C., & Straub, C. (2017). Using Simulated Virtual Environments to Improve Teacher Performance. *School-University Partnerships, 62–81*. <http://www.teachlive.org>
- Francisco, J. G. P., & López, A. R. (2016). Relationship of knowledge to learn in programming methodology and evaluation of computational thinking. *ACM International Conference Proceeding Series, 02-04-Nove, 73–77*. <https://doi.org/10.1145/3012430.3012499>
- Gil, P. (2017). Short project-based learning with MATLAB applications to support the learning of video-image processing. *Journal of Science Education and Technology, 26*(5), 508–518.
- Grover, S., Pea, R., & Cooper, S. (2015). Designing for deeper learning in a blended computer science course for middle school students. *Computer Science Education, 25*. <https://doi.org/10.1080/08993408.2015.1033142>
- Hadullo, K., Oboko, R., & Omwenga, E. (2017). A model for evaluating e-learning systems quality in higher education in developing countries. *International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology, 13*(2), 185–204. <https://doi.org/http://ijedict.dec.uwi.edu/viewarticle.php?id=2311>
- Jim, C., & Rom, M. (2016). *Computers in Human Behavior Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test n-Gonz a*. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047>
- Kawuri, K. R., Budiharti, R., & Fauzi, A. (2019). Penerapan Computational Thinking untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X MIA 9 SMA Negeri 1 Surakarta pada Materi Usaha dan Energi 6. *Jurnal Materi Dan Pendidikan Fisika, 9*, 116–121.
- Lase, D. (2019). Education and Industrial Revolution 4.0. *Handayani Journal PGSD FIP Unimed, 10*(1), 48–62. <https://doi.org/10.24114/jh.v10i1.14138>
- Lutfiyah, L., & Sulisawati, D. N. (2019). Efektivitas Pembelajaran Matematika Menggunakan Media Berbasis E-Learning. *Jurnal Pendidikan Matematika (JUDIKA EDUCATION), 2*(1), 58–65. <https://doi.org/10.31539/judika.v2i1.716>
- Magana, A. J., & Silva Coutinho, G. (2017). Modeling and simulation practices for a computational thinking-enabled engineering workforce. *Computer Applications in Engineering Education, 25*(1), 62–78. <https://doi.org/10.1002/cae.21779>
- Maré, S., & Mutezo, A. T. (2020). The effectiveness of e-tutoring in an open and distance e-learning environment: evidence from the university of south africa. *Open Learning, 00*(00), 1–17. <https://doi.org/10.1080/02680513.2020.1717941>
- Nurhaifa, I., Hamdu, G., & Suryana, Y. (2020). Rubrik Penilaian Kinerja pada Pembelajaran STEM Berbasis Keterampilan 4C. *Indonesian Journal of Primary Education, 4*(1), 101–110. <https://ejournal.upi.edu/index.php/IJPE/article/view/24742>
- Prananda, M. R., Proboningrum, D. I., Pratama, E. R., & Laksono, P. (2020). Improving higher order thinking skills (hots) with project based learning (pjb) model assisted by geogebra. *Journal of Physics: Conference Series, 1467*(1), 12027.
- Pratiwi, G., Sova, F., Putra, F. G., Putra, R. W. Y., Kusuma, A. P., & Rahmawati, N. K. (2020). The Influence of Project-based Learning (PjBL) and Learning Style on Mathematics Communication Skills of Junior High School Students. *Journal of Physics: Conference Series, 1467*(1), 12064.
- Santos, J. M. (2017). 21st Century Learning Skills: A Challenge in Every Classroom International Journal of Emerging Multidisciplinary Research. *International Journal of Emerging Multidisciplinary Research, 1*(1), 31–35. <https://doi.org/10.22662/IJEMR.2017.1.1.031>
- Santoso, H., Rochadiani, T. H., & MayaTopani, H. (2020). Pengembangan Berpikir Komputasional Melalui Pemrograman Dasar Dengan Mit App Inventor. *Jurnal Pengabdian Masyarakat, 1*(1), 1–10.

- Septian, A., & Prabawanto, S. (2020). Mathematical representation ability through geogebra-assisted project-based learning models. *Journal of Physics: Conference Series*, 1657(1), 12019.
- Setyansah, R. K., & Apriandi, D. (2019). Development of Textbook Based on E-Learning “Matlab Simulation” in Numerical Analysis. *Journal of Physics: Conference Series*, 1254(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1254/1/012024>
- Sumarni, R. A., Juliardi, M., Widiyatun, F., Astuti, I. A. D., Okyranida, I. Y., & Bhakti, Y. B. (2021). MATLAB-based physics calculator: alternative for learning media for work and energy concept. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1), 12022.
- Ummah, S. K., Inam, A., & Azmi, R. D. (2019). Creating manipulatives: Improving students' creativity through project-based learning. *Journal on Mathematics Education*, 10(1). <https://doi.org/10.22342/jme.10.1.5093.93-102>
- Yahya, R. (2020). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Flipped Classroom Bercirikan. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 4(1), 78–91. <https://pdfs.semanticscholar.org/a891/e7c4af473f5f8c4b85717a8abc0caef8a815.pdf>
- Yahya, R., Ummah, S. K., & Effendi, M. M. (2020). Media Pembelajaran Interaktif Articulate Storyline: Pengembangan Perangkat Pembelajaran Flipped classroom Bercirikan Mini-project. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 4(1), 78–91.
- Yasin, M. (2020). *Computational Thinking untuk Pembelajaran Dasar-Dasar Pemrograman Komputer*. April, 0–11.
- Zamzami Zainuddin, C. M. K. (2018). Blended Learning Method Within Indonesian Higher Education Institutions. *JPH - Jurnal Pendidikan Humaniora*, 6(1), 69–77. <https://doi.org/10.17977/jph.v6i1.10604>
- Zhong, B., Wang, Q., Chen, J., & Li, Y. (2016). An exploration of three-dimensional integrated assessment for computational thinking. *Journal of Educational Computing Research*, 53(4), 562–590. <https://doi.org/10.1177/0735633115608444>
- Zydney, J. M., Warner, Z., & Angelone, L. (2020). Learning through experience: Using design based research to redesign protocols for blended synchronous learning environments. *Computers and Education*, 143. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103678>