



Peningkatan Computational Thinking Melalui Pembelajaran Pemrograman Berorientasi Objek 2 Dimensi

Rita Wiryasaputra, Gisela Nina Sevani, Khen Aditya Cahya Obi, Debora Meiliana

Program Studi Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Kristen Krida Wacana
Jl. Tanjung Duren Raya no.4, Jakarta Barat
rita.wiryasaputra@ukrida.ac.id

Abstract

Education is essential in preparing students to face global demands in the digital era. The ability to think computationally is one of the keys to solving everyday problems. Given Indonesia's low PISA (Program for International Student Assessment) score, efforts are needed to improve students' computational abilities. However, the implementation of STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) learning as an effort to increase computational abilities is constrained by the 2013 curriculum. In this context, object-oriented learning programs with Greenfoot applications are implemented to improve programming concepts and develop analytical skills in problem-solving. Activities are divided into 3 phases: preparation, implementation, and evaluation. Students' abilities were measured using a pre-test and post-test based on Problem-Based Learning and Analysis Learning. The feedback indicated that the training ran smoothly and could improve students' computational thinking skills.

Keywords: greenfoot, computational thinking, object oriented programming

I. Pendahuluan

Pendidikan berperan penting dalam mempersiapkan generasi muda untuk menghadapi tantangan global di era digital saat ini. Berpikir komputasi (*Computational Thinking*) menjadi keterampilan mendasar untuk mengatasi masalah dengan konsep komputasi dan cara berpikir algoritmik. Upaya meningkatkan kemampuan berpikir komputasi pada siswa dapat dilakukan melalui berbagai metode, seperti penggunaan pemrograman berbasis blok seperti *Code.org* dan *Lightbot*, serta bahasa pemrograman seperti *Python* [1]. Namun, sangat disayangkan karena berdasarkan Organisasi untuk Kerjasama dan Pembangunan Ekonomi (OECD), hasil asesmen PISA (*Program for International Student Assessment*) Indonesia masih menduduki lima terbawah [2]. Penilaian PISA menunjukkan bahwa siswa/i di Indonesia masih memiliki tantangan dalam mencapai kemampuan komputasional yang memadai [3].

PISA (*Programme for International Student Assessment*) merupakan sebuah evaluasi internasional yang dilakukan oleh Organisasi untuk Kerjasama dan Pembangunan

Ekonomi (OECD) untuk mengukur tingkat kompetensi siswa di berbagai negara [4]. Tahun 2018, hasil PISA negara Indonesia memiliki posisi yang relatif rendah dalam hal kemampuan membaca, matematika, dan sains yaitu sebesar 379 [5]. Untuk meningkatkan kemampuan literasi matematis, perlu juga memperhatikan proses pembelajaran, seperti bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran. Salah satu cara untuk meningkatkan kemampuan literasi matematis siswa adalah dengan membangun bahan ajar matematika yang berkualitas dan bernuansa *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)* [6].

Pendidikan STEM telah menjadi sorotan utama di Indonesia karena dianggap sebagai metode efektif dalam mempersiapkan siswa untuk bersaing di era ke-21. Namun, implementasi pembelajaran STEM masih menghadapi tantangan karena belum ada panduan resmi yang sesuai dengan kurikulum 2013. Sebuah studi menyeluruh telah dilakukan untuk mencari solusi dengan merujuk berbagai literatur guna menemukan pendekatan pembelajaran STEM yang dapat diintegrasikan secara tepat dengan kurikulum 2013. Hasil penelitian tersebut mengusulkan suatu langkah pembelajaran yang menggabungkan EDP (*Electronic Data Processing*) dalam konteks STEM, pendekatan saintifik yang sesuai dengan kurikulum 2013, serta langkah pembelajaran berbasis proyek [6].

Menyikapi hal tersebut, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Program Studi Informatika Universitas Kristen Krida Wacana (UKRIDA), bekerjasama dengan SMAK Mater Dei, mengembangkan suatu kegiatan ekstrakurikuler pemrograman yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir komputasional pada siswa sekolah menengah atas [7]. Kegiatan ekstrakurikuler menggunakan aplikasi pemrograman *Greenfoot 2 Dimensi* yang merepresentasikan visual dari objek dan interaksinya. Lingkungan pemrograman visual menjadi sarana efektif dalam pembelajaran konsep pemrograman kepada para pemula. Penggunaan aplikasi pemrograman berorientasi objek dan pendidikan kecerdasan buatan terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir komputasi siswa [9,10].

II. Metode Pelaksanaan

Metode ekstrakurikuler dilaksanakan melalui 3 tahap yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, serta tahap evaluasi.

1. Perencanaan

Tahap ini merupakan tahap koordinasi antara pihak Universitas Kristen Krida Wacana dengan pihak sekolah terkait jadwal pelaksanaan, metode pelaksanaan dan hasil yang akan dihasilkan melalui kegiatan ekstrakurikuler. Setelah didapatkan hasil koordinasi, maka para instruktur berdiskusi secara daring melalui *platform Google Meet* untuk menentukan rancangan kegiatan pembelajaran dengan durasi 10 pertemuan.

2. Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan ekstrakurikuler dilaksanakan dengan menerapkan kombinasi dari 3 metode yaitu metode pendampingan, metode praktik langsung disertai evaluasi dan metode *Problem-Based Learning* disertai dengan *Project Based Learning*. Ketiga metode tersebut diaplikasikan seiring dengan materi yang telah dipersiapkan. Dilanjudi dengan proses pendampingan, dimana para siswa diminta untuk mempraktekkan materi yang telah dipresentasikan oleh para instruktur. Di akhir, setiap pertemuan dilakukan *Problem-Based Learning* serta *Project Based Learning*, dimana siswa-siswi akan diminta untuk mengerjakan kuis terkait materi yang telah diajarkan.

Pelaksanaan kegiatan dilakukan secara *online* melalui aplikasi ZOOM yang disediakan oleh pihak sekolah. Kegiatan ekstrakurikuler berlangsung selama empat bulan dengan durasi 90 menit untuk setiap pertemuan. Pertemuan dimulai pukul 14.00 sampai dengan pukul 15.30 WIB, dimana diatur berdasarkan jadwal instruktur dari Program Studi Informatika, Universitas Kristen Krida Wacana serta jadwal pulang sekolah dari SMAK Mater Dei.

Pada pelaksanaan kegiatan ekstrakurikuler, para siswa dilatih dengan menggunakan materi yang telah dipersiapkan oleh para instruktur. Tabel 1 merupakan topik-topik untuk setiap pertemuan.

Tabel 1. Topik per Pertemuan

Pertemuan	Deskripsi topik
1	<i>Introduction</i>
2	<i>World and Documentation</i>
3	<i>Actor</i>
4	<i>Actor Movement</i>
5	<i>Location</i>
6	<i>Keyboard Inputs</i>
7	<i>Shoot</i>
8	<i>Sound</i>
9	<i>Evaluation</i>
10	<i>Evaluation</i>

3. Evaluasi

Tahapan evaluasi sebagai tahapan umpan balik, dimana kemampuan siswa diukur setelah berproses selama kegiatan

pelatihan. Evaluasi dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian pemahaman dan bagian analisis. Bagian pemahaman merupakan pengukuran tingkat pemahaman dasar siswa terhadap aplikasi pemrograman berorientasi objek dalam hal ini adalah *Greenfoot*. Sedangkan untuk tipe evaluasi analisis, cuplikan-cuplikan *source code* diberikan dalam bentuk soal dan siswa diminta untuk menganalisis serta memperbaikinya sehingga program dapat dijalankan. Evaluasi singkat juga diberikan pada pertemuan yang dianggap cukup penting dengan penggunaan aplikasi *Kahoot* dan *Google Form* sebagai media untuk evaluasi. Bentuk soal dari *evaluation test* adalah *multiple choice*. Setiap bagian terdiri dari 10 soal, yaitu 10 soal pemahaman dan 10 soal analisis dengan durasi total waktu adalah 60 menit.

III. Diskusi

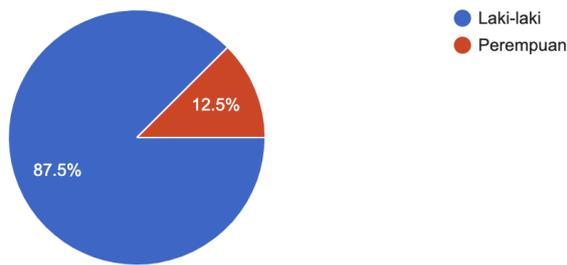
UKRIDA merupakan salah satu universitas Kristen yang menerapkan nilai-nilai Kristianitas, dimana salah satu bentuk penerapan nilai Kristiani adalah dengan berdoa. Sebelum dan sesudah kegiatan ekstrakurikuler yang berlangsung selama 10 pertemuan selalu diadakan doa bersama. Kegiatan setelah berdoa adalah penjelasan silabus materi pada pertemuan tersebut, dan selanjutnya instruktur membawakan materi dan mengakhiri materi dengan memberikan tes evaluasi singkat yang berisi pemaparan materi kepada siswa.



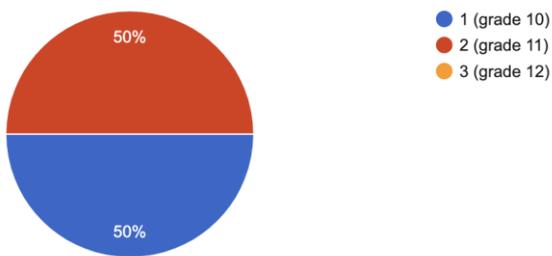
Gambar 1. Dokumentasi Pertemuan Pertama

Pertemuan pertama dimulai dengan memperkenalkan para instruktur dari UKRIDA yang menjadi pelatih serta pendamping selama kegiatan ekstrakurikuler dilanjutkan dengan memperkenalkan UKRIDA melalui video. Gambar 1 merepresentasikan instruktur, peserta dan pihak sekolah yang terkait dalam kegiatan. Selanjutnya, instruktur memaparkan materi *introduction*. Peserta akan diminta mengerjakan tes awal (*PreTest*) untuk mengetahui kemampuan berpikir komputasi dari para peserta sebelum kegiatan pelatihan diselenggarakan. Gambar 2 menunjukkan bahwa dominasi jenis kelamin dalam kegiatan ekstrakurikuler adalah berjenis kelamin laki-laki dan komposisi berimbang antara kelas 10 maupun kelas 11 yang ditunjukkan pada gambar 3. Setelah peserta menyelesaikan semua tes awal, instruktur membahas soal tes awal tersebut. Pada pertemuan pertama ini, instruktur juga menjelaskan *tools* yang akan dipakai selama pertemuan dan siswa sudah mulai melakukan instalasi aplikasi. Peserta

diminta untuk mengikuti setiap langkah dalam instalasi aplikasi *Greenfoot*.



Gambar 2. Dominasi Peserta Pelatihan



Gambar 3. Dominasi Kelas Peserta Pelatihan

Pertemuan kedua dimulai dengan demonstrasi permainan yang telah dibuat oleh instruktur yaitu permainan yang diberi nama *Alien Shooter*. Instruktur juga memperkenalkan IDE (*Integrated Development Environment*) dari aplikasi *Greenfoot* yaitu *World and Documentation*. Siswa selaku peserta pelatihan diperkenalkan dengan fitur-fitur yang terdapat pada aplikasi *Greenfoot*, misal *greenfoot class documentation*. Diakhir kegiatan peserta diminta untuk mengerjakan kuis singkat berisi 10 soal dengan menggunakan media Kahoot yang bertujuan untuk mengingatkan kembali apa yang telah dipelajari pada pertemuan kedua.

Agenda pada pertemuan ketiga adalah penjelasan terkait *Actor* dalam aplikasi *Greenfoot*. Instruktur mendemonstrasikan bagaimana cara untuk memasukkan gambar atau *file* dari *local folder* yang akan dijadikan sebagai *actor* dalam permainan. *Actor* merupakan pemeran atau karakter dalam suatu permainan. Setelah instruktur selesai menjelaskan dan memberikan contoh, selanjutnya peserta diminta untuk mempraktikkan serta memperlihatkan hasil pekerjaan melalui fitur *share screen* pada aplikasi *Zoom*.

Pertemuan keempat, instruktur memberikan penjelasan materi yang juga berkaitan dengan pertemuan ketiga yaitu *actor movement*. Instruktur menjelaskan dan memperagakan bagaimana cara menggerakkan *actor (move)* dan *turn* (berputar). Tujuan dari materi ini adalah untuk menunjukkan pergerakan dasar yang dapat dilakukan oleh *actor* yaitu berputar dan berpindah tempat. Selanjutnya, peserta diberi waktu untuk mengerjakan tugas sesuai dengan apa yang diperagakan, dan pertemuan ini diakhiri dengan kuis untuk

meninjau hasil pembelajaran pada pertemuan keempat, kemudian instruktur membahasnya secara singkat.

Pertemuan kelima merupakan pertemuan dimana instruktur meninjau materi pada pertemuan sebelumnya. Pengayaan materi *Actor Movement* dengan memberi penjelasan seputar arah pergerakan *actor* dan kecepatan *actor* dalam bergerak. Selanjutnya, peserta juga mengikuti apa yang diperagakan. Peserta diminta untuk mengerjakan kuis untuk meninjau materi yang telah dijelaskan oleh instruktur, dilanjutkan dengan pembahasan setiap soal pada kuis tersebut. Peserta berkesempatan untuk bertanya dan berdiskusi dengan instruktur.

Pertemuan keenam, instruktur membawakan materi tentang *location*. Dalam pertemuan ini peserta diajak untuk mengingat *syntax* dasar pemrograman *Java* dan dilanjutkan dengan pembelajaran struktur pengkondisian (*selection*) *if else* yang berfungsi untuk menentukan *location* pada *actor* dan *enemy* pada aplikasi *Greenfoot*. Sebagai refleksi keterlibatan para peserta dalam kegiatan, maka para peserta diminta untuk mencoba dan memperlihatkan hasil percobaan tersebut kepada instruktur melalui fitur *share screen* pada aplikasi *Zoom*.

Tabel 2. Perbandingan Analisis Hasil Tes Peserta

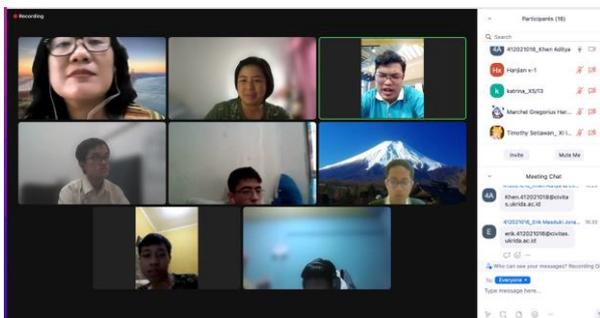
Deskripsi	Sebelum Pelatihan	Sesudah Pelatihan
Pengetahuan Bahasa Pemrograman	Para peserta telah mengetahui <i>basic</i> dari Bahasa pemrograman. Hal ini dapat dilihat dari hasil <i>pre-test</i> yang cukup baik.	Setelah dilakukan pelatihan, dan mengerjakan <i>post-test</i> dapat dilihat bahwa mereka semakin memahami pengembangan dari bahasa pemrograman khususnya, bahasa pemrograman <i>Java</i> .
Logika Analisis	Melalui soal analisis <i>Pre-test</i> sebagian peserta masih memiliki kemampuan logika analisis masih kurang. Hanya 2 dari 14 peserta yang berhasil menjawab tes dasar logika analisis.	Setelah mengikuti pembelajaran peserta diberi soal analisis yang lebih rumit, dan para peserta yang menjawab benar sudah lebih banyak 13 dari 15 peserta yang menjawab benar soal logika analisis menggunakan soal <i>if else condition</i> .
Pemahaman Konsep Pemrograman Berorientasi Objek	Saat mengerjakan <i>pre-test</i> soal konsep pemrograman berorientasi Objek diberikan dengan model soal cerita dan 12 dari 14 peserta telah berhasil menjawab pertanyaan dengan	Saat mengikuti pelatihan para peserta diberi materi lebih dalam terkait pemrograman berorientasi objek melalui aplikasi <i>greenfoot</i> . Karena mereka telah mengetahui dasar

benar. Hal ini menunjukkan bahwa para peserta telah mengetahui dasar dari pemrograman berorientasi objek	pemrograman berorientasi objek mereka dapat menjawab soal pada <i>post-test</i> dengan baik. 15 dari 16 orang menjawab soal dengan benar.
--	---

Pertemuan ketujuh dimulai dengan peninjauan ulang materi pada pertemuan sebelumnya. Selanjutnya, instruktur memaparkan materi tentang *input* sehingga pemain dapat menjalankan aplikasi permainan yang dibuat oleh peserta melalui media *inputan keyboard* dan *mouse*. Materi *keyboard input* berisikan fungsi kontrol *keyboard* atas *actor* pada permainan, seperti *keypad* dan *numpad* pada *keyboard*. Untuk dapat menggunakan tombol pada *keyboard* dapat melihat pada *greenfoot class documentation*. Setelah peserta mempraktekkan dan berhasil menerapkan dalam aplikasi permainannya, maka instruktur memberikan kuis untuk peninjauan materi melalui *website* “kahoot.it”. Sebelum menutup pertemuan ketujuh, instruktur juga membahas hasil dari kuis yang telah dikerjakan.

Pertemuan kedelapan membahas tentang *Shoot*. Instruktur memulai dengan memberikan materi dengan meninjau materi sebelumnya *keyboard input*. Instruktur melanjutkan materi dengan membuat aksi pada *actor* pada *greenfoot* agar dapat melakukan tembakan (*shoot*). Ketika *keyboard* di klik maka *actor* akan menembak. Tidak hanya itu, instruktur juga memberikan demonstrasi agar *enemy* pada permainan dapat menembak juga. Setelah pemaparan materi selesai dibawakan, para peserta diminta untuk mempraktekkan apa sudah disampaikan, dengan didampingi oleh para instruktur untuk melakukan kegiatan ini.

Pertemuan kesembilan, pemaparan materi terakhir oleh instruktur, yaitu *sound*. Aplikasi yang dibuat oleh peserta diperkaya dengan penambahan *audio visual*. Gunanya adalah menciptakan agar permainan tidak membosankan. Misal pemain dapat mendengar *background* pada permainan dan efek suara tembakan ketika *actor* melakukan tembakan. Peserta diminta untuk mempraktekkan materi yang telah dipaparkan. Akhir dari pertemuan ditutup dengan *briefing* untuk tes evaluasi pada pertemuan selanjutnya.



Gambar 4. Dokumentasi Pertemuan Kesembilan

Pertemuan kesembilan ditutup dengan kegiatan doa Bersama dengan lima peserta, kepala sekolah, dan instruktur untuk mempersiapkan diri mengikuti ujian pada pertemuan kesepuluh.

Pertemuan kesepuluh merupakan kegiatan evaluasi dan akhir dari kegiatan ekstrakurikuler yang berlangsung selama 1 semester. Sebelum memulai kegiatan evaluasi, instruktur memandu dan menerangkan teknis pelaksanaan evaluasi. Peserta diarahkan untuk mengerjakan soal evaluasi berdurasi 60 menit melalui *platform Google Form*. Hasil perbandingan tingkat keterampilan siswa dalam kondisi sebelum dan setelah pelatihan dapat dilihat pada Tabel 2. Secara garis besar, peserta pelatihan mengalami peningkatan atas beberapa aspek yaitu pengetahuan dasar pemrograman, logika analisis, dan pemahaman konsep pemrograman berorientasi objek. Para peserta mengikuti serangkaian kegiatan dari awal hingga akhir dengan penuh antusias, namun ada juga kendala yang terjadi saat pelatihan. Salah satu kendala adalah faktor cuaca yang kurang baik yang menyebabkan jaringan internet dan komunikasi yang kurang baik sehingga menyebabkan beberapa peserta keluar masuk ruang pelatihan. Gambar 5 menunjukkan salah soal terkait pemahaman perancangan latar permainan dengan pengukuran *world* pada aplikasi *Greenfoot* menjadi persegi. Untuk soal yang memerlukan ketajaman analisis dan pemahaman kode pemrograman dapat dilihat pada Gambar 6, dimana para peserta diminta untuk memperbaiki kode sesuai instruksi soal yang diberikan. Faktor kecepatan dan ketepatan menjawab soal juga menjadi penentu dalam evaluasi, dimana dalam waktu 60 menit peserta diminta untuk dapat mengingat dan mengaplikasikan pola-pola pemrograman yang telah dipelajari selama pelatihan.

:::

Diketahui script codingan awal terlihat pada gambar. Bagaimana cara mengubah * ukuran World menjadi Square(Persegi)?(Pilihan benar dapat lebih dari 1 buah)

```
public MyWorld()
{
    // Create a new world with 600x400 cells with a cell size of 1x1 pixels.
    super(400, 600, 1);
    prepare();
}
```

- Mengubah ukuran menjadi super (200, 300, 1);
- Mengubah ukuran menjadi super(300,300,1);
- Mengubah ukuran menjadi super(500, 500,1);
- Mengubah ukuran menjadi super(600,400,1);
- Mengubah ukuran menjadi super (1000,1000,1)

Gambar 5. Contoh Soal *Problem-Based Learning*

Gambar 5 merupakan salah satu contoh soal *Problem-Based-Learning* peserta harus mengerti dasar dari aplikasi *greenfoot* sebelum memulai membuat *coding*. Maka soal diatas merupakan contoh soal untuk menguji pemahaman dasar dari aplikasi *greenfoot*. Peserta diminta mengubah ukuran pada *world greenfoot*

Jika melihat pada baris ke-43, berapa nilai skor (score) yang akan ditampilkan di layar setelah tombol "space" ditekan 10 kali?

```

33 public class CustomWorld extends World {
34     private int score = 0;
35
36     public CustomWorld() {
37         super(800, 600, 1);
38         showScore();
39     }
40
41     public void act() {
42         if (Greenfoot.isKeyDown("space")) {
43             score++;
44             showScore();
45         }
46     }
47
48     private void showScore() {
49         showText("Score: " + score, 100, 50);
50     }

```

- 0
- 10
- 100
- 50

Gambar 6. Contoh Soal Analisis

Gambar 6 merupakan salah satu contoh soal dari analisis dimana peserta diminta untuk menganalisis *source code* yang diberikan sehingga dapat menentukan berapa *score* yang akan ditampilkan ketika ditekan 10 kali.

Gambar 7 merupakan distribusi hasil evaluasi, dimana sebagian besar mencapai nilai yang cukup memuaskan di atas nilai 60. Tabel 3 menunjukkan hasil kesimpulan dari umpan balik pelatihan yang dibentuk dalam format kuesioner dengan jawaban berpola skala *linkert* dalam interval 1 hingga 3. Nilai 1 merepresentasikan tidak baik, nilai 2 bermakna cukup, dan nilai 3 merepresentasikan sangat baik. Parameter umpan balik yang diukur terdiri dari faktor penyelenggaraan pelatihan, tingkat kemampuan peserta, dan materi pelatihan. Dari hasil umpan balik, dapat disimpulkan bahwa secara garis besar, peserta memberikan tanggapan positif atas kegiatan ekstrakurikuler.



Gambar 7. Hasil Tes Evaluasi

Tabel 3. Umpan Balik Pelatihan

Parameter yang diukur	Deskripsi	Hasil
Faktor Penyelenggaraan Pelatihan	Tema materi relevan dengan kebutuhan	Cukup relevan
	Kecukupan waktu pelatihan	Cukup sesuai
	Ketersediaan sarana pelatihan	Cenderung sangat membantu
Tingkat Kemampuan Peserta	Ketepatan waktu saat pelatihan berlangsung	Cukup tepat
	Tingkat kemampuan dan pengetahuan peserta saat sebelum pelatihan	Cenderung kurang baik
	Tingkat kemampuan dan pengetahuan peserta setelah pelatihan	Cukup baik
Materi Pelatihan	Tingkat kemampuan dan pengetahuan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pelatihan	Cukup baik
	Materi pelatihan dapat mendukung proses pembelajaran	Cukup baik
	Materi pelatihan dapat diterima dan diterapkan dengan mudah	Cenderung sangat mudah dimengerti
	Materi pelatihan disampaikan dengan urut dan sistematisa jelas	Cenderung sangat baik

Gambar 8 merupakan hasil dokumentasi salah satu umpan balik terkait materi pelatihan, dimana para peserta sangat puas atas materi pelatihan yang diberikan.



Gambar 8. Dokumentasi Umpan Balik

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi pembelajaran, dapat dilihat bahwa pendekatan pendampingan, pendekatan praktek

langsung yang disertai dengan evaluasi berdasar *Problem-Based Learning* dan *Project Based Learning* dapat meningkatkan kemampuan berpikir komputasi pada siswa-siswi di SMAK Mater Dei. Adapun mafaat yang dapat dipetik melalui kegiatan ekstrakurikuler adalah tidak hanya pada peningkatan minat belajar pemrograman, tetapi hasil pembelajaran juga berbanding lurus dengan peningkatan pada kemampuan berpikir kritis dan inovatif yang diperlukan dalam era Industri 4.0.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada pihak Sekolah Mater Dei yang telah bekerja sama dalam program pembelajaran programming dengan Program Studi Informatika Universitas Kristen Krida Wacana. Terima kasih juga kepada para siswa-siswi SMAK Mater Dei yang telah mengikuti setiap modul pembelajaran.

Daftar Pustaka

- [1] Angeli C, Giannakos M. Computational thinking education: Issues and challenges. *Comput. Human Behav.* 2020;105:106185.
- [2] Naryaningsih PD, Siswono TYE, Wintarti A. Literasi matematis siswa reflektif dan siswa impulsif dalam menyelesaikan masalah kontekstual berorientasi PISA. *J Cendekia J Pendidik Mat.* 2022;6(3):2685–2697.
- [3] Ismawati E, Hersulastuti, Amertawengrum IP, Anindita KA. Portrait of education in Indonesia: Learning from PISA results 2015 to present. *Int J Learn Teach Educ Res.* 2023;22(1):321–340.
- [4] Know WS, and Do CAN. PISA 2018 results (volume I). 2019;I.
- [5] Oliver KM, Houchins JK, Moore RL. Informing recommended makerspace outcomes through linguistic analytics. *Proc Soc Inf Technol Teach Educ Conf. SITE.* 2019:1624–1629.
- [6] Dewi NR, Maulida NF. The development of STEM-nuanced mathematics teaching materials to enhance students' mathematical literacy ability through information and communication technology-assisted preprospec learning model. *Int J Educ Methodol.* 2023;9(2):409–421.
- [7] Wiryasaputra R, Salomo A, Sevani N, Seruni. Peningkatan pola berpikir komputasi pada siswa/i SMAK Mater Dei melalui bahasa pemrograman Java dan Python. *Servirisma.* 2022;2(2):127–145.
- [8] Choi JS, Jun WC. Development of an education program for elementary gifted children in IT based on greenfoot programming tool. *Asia-pacific J Multimed Serv Converg with Art, Humanit Sociol.* 2016;6:273–280.
- [9] Gustiani I. Learning science through STEM base instructional material: Its effectiveness in improving students conceptual understanding and its effect towards engineering design behaviors. *Univ Pendidik Indones.* 2016.
- [10] Saad A, Zainudin S. A review of project-based learning (PBL) and computational thinking (CT) in teaching and learning. *Learn Motiv.* 2022;78:101802.