

Seminar Nasional Hasil Pengabdian kepada Masyarakat

18 Mei 2024, Hal. 281-287

e-ISSN: 2686-2964

Implementasi *project-based learning* materi mekanika SMA dengan media roket air telemetri berbasis IoT

Damar Yoga Kusuma¹, Qonitatul Hidayah¹, Joko Purwadi²

Program Studi Fisika, Universitas Ahmad Dahlan, UAD Kampus IV, Jln. A. Yani (Ring Road Selatan), Tamanan, Banguntapan, D.I. Yogyakarta¹

Program Studi Matematika, Universitas Ahmad Dahlan, UAD Kampus IV, Jln. A. Yani (Ring Road Selatan), Tamanan, Banguntapan, D.I. Yogyakarta²

Email: damar.kusuma@fisika.uad.ac.id

ABSTRAK

Menurunnya minat dalam pembelajaran Sains dan Fisika menjadi tantangan umum yang dihadapi oleh sekolah-sekolah di seluruh Indonesia. Lemahnya pemahaman siswa/siswi di bidang Sains dan Fisika ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain; (1) kurangnya minat terhadap subjek, (2) metode pembelajaran yang kurang menarik, dan (3) kurangnya koneksi antara materi teori dengan aplikasinya di dunia nyata. Oleh karena itu rancangan pembelajaran Sains dan Fisika yang menarik sekaligus terkoneksi dengan aplikasi di dunia nyata perlu dilakukan dengan implementasi *Project-Based Learning* (PjBL). Dalam implementasi PBL ini, media Roket Air Telemetri berbasis *Internet of Things* (IoT) digunakan untuk membantu meningkatkan pemahaman siswa/siswi SMA Muhammadiyah 5 Yogyakarta terkait materi Mekanika Klasik dan Mekanika Fluida. Metode yang digunakan meliputi; (1) pendampingan penyusunan materi PBL bagi Guru MGMP Fisika se-DIY, (2) demonstrasi PBL dengan media Roket Air Telemetri berbasis IoT kepada siswa, dan (3) pengukuran indeks penguasaan materi siswa/siswi sebelum dan sesudah implementasi PBL. Dari hasil implementasi PBL ini didapatkan peningkatan pemahaman siswa/siswi yang signifikan pada materi Mekanika Klasik dan Mekanika Fluida dengan rerata indeks pemahaman mula-mula pada angka 49,08% meningkat menjadi 73,02% setelah implementasi PBL. Dari hasil program tersebut, dapat disimpulkan bahwa pendekatan PBL efektif untuk meningkatkan indeks pemahaman siswa/siswi di bidang Sains dan Fisika sehingga dapat digunakan sebagai *pilot project* dalam inovasi pembelajaran Sains dan Fisika untuk dapat diimplementasikan lebih luas kepada seluruh SMA Muhammadiyah di Kota Yogyakarta.

Kata kunci: *Project-based learning*, roket air, telemetri, mekanika klasik, mekanika fluida

ABSTRACT

Declining interest in learning Science and Physics is a common challenge faced by high schools throughout Indonesia. The poor understanding of students in the fields of Science and Physics is caused by several factors, including; (1) lack of interest in the subject, (2) non-interesting learning methods, and (3) lack of connection between theoretical material and its application in the real world. Therefore, learning designs that are interesting and connected

to real-world applications need to be implemented by implementing Project-Based Learning (PBL). In implementing this PBL, Internet of Things (IoT)-based Telemetry Water Rocket is used as learning media to improve the understanding of students from Muhammadiyah 5 Yogyakarta High School on the subject of Classical Mechanics and Fluid Mechanics. The methods used include; (1) assistance in preparing PjBL material for MGMP Physics Teachers throughout DI Yogyakarta, (2) demonstration of PjBL using IoT-based Water Telemetry Rocket media for students, and (3) measuring students' subject mastery index before and after PjBL implementation. From the results of PjBL implementation, it was found that there was a significant increase in students' understanding on Classical Mechanics and Fluid Mechanics subjects with the average understanding index at 49.08% initially increasing to 73.02% after PjBL implementation. From the results of this program, it can be concluded that the PjBL approach is effective in increasing students' understanding index in the fields of Science and Physics so that it can be used as a pilot project in Science and Physics learning innovations to be implemented more widely in all Muhammadiyah High Schools across Yogyakarta.

Keywords: *Project-based learning, water rocket, telemetry, mechanics, fluid mechanics*

PENDAHULUAN

SMA Muhammadiyah 5 Yogyakarta, didirikan sejak tahun 1979. SMA Muhammadiyah 5 Yogyakarta terletak di Jln. KH Ahmad Dahlan, Purwodiningratan NG 1/902a, di dalam Kompleks Perguruan Muhammadiyah, Pakualaman, Yogyakarta, Indonesia 55122. Dalam Kompleks tersebut juga terdapat beberapa sekolah Muhammadiyah yaitu SD Muhammadiyah Purwodiningratan 1, SD Muhammadiyah Purwodiningratan 2, dan SMP Muhammadiyah 1 Yogyakarta. Saat ini SMA Muhammadiyah 5 Yogyakarta memiliki jumlah peserta didik sebanyak 225 siswa per tahun yang terbagi dalam 8 rombongan belajar (rombel), kelas eksakta 6 rombel dan kelas sosial 2 rombel.

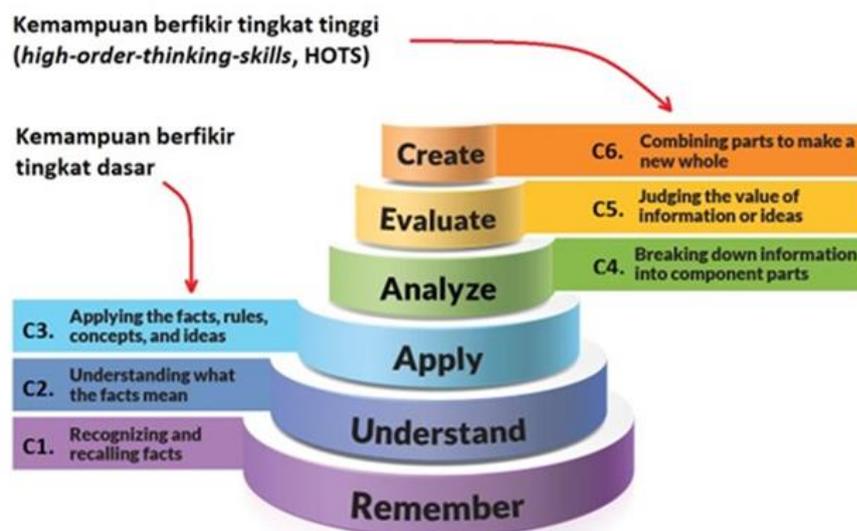
Siswa-siswi SMA Muhammadiyah 5 Yogyakarta merasa kesulitan dalam mengimplementasikan pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*, PBL) di bidang Sains-Fisika karena kurangnya contoh-contoh atau aplikasi konsep Fisika yang dekat dan relevan dalam teknologi sehari-hari. Selain itu, permasalahan kurangnya teknologi yang dapat digunakan sebagai contoh aplikasi dalam pembelajaran Sains khususnya Fisika di SMA Muhammadiyah 5 Yogyakarta. Oleh karena itu, program PkM Implementasi PBL dengan Media Roket Air Telemetri berbasis *Internet of Things* ini diharapkan dapat mendorong peran Guru dan Teknologi dalam meningkatkan minat dan bakat siswa di bidang Sains khususnya ilmu Fisika melalui penerapan teknologi tepat guna berbasis konsep Fisika dalam kehidupan sehari-hari. Selanjutnya, mitra Guru di SMA Muhammadiyah 5 Yogyakarta juga merasa kesulitan dalam menyusun PBL yang dapat mengintegrasikan konsep-konsep Sains-Fisika dalam bentuk pembelajaran yang interaktif, komprehensif sekaligus menyenangkan bagi siswa. Tiga permasalahan utama yang dihadapi mitra, yaitu (1) kesulitan dalam pemilihan tema/topik proyek yang relevan untuk diimplementasikan sebagai PBL di SMA Muhammadiyah 5 Yogyakarta, (2) kesiapan Sumber Daya Manusia (SDM) Guru yang memadai untuk merancang sistem pembelajaran berbasis proyek, serta (3) diperlukan adanya upaya untuk mengkorelasikan konsep-konsep Fisika yang dipelajari ke dalam teknologi terapan atau aplikasi yang relevan dalam kehidupan sehari-hari.

METODE

Solusi yang dirancang untuk menyelesaikan permasalahan dalam usulan program PkM adalah sebagai berikut:

(1) Pengenalan metode pembelajaran *Project-Based Learning*, PjBL dengan integrasi pembelajaran Sains-Fisika dalam perancangan dan peluncuran roket air telemetri berbasis *Internet of Things* (IoT).

(2) *Training of Trainer* (ToT) pembelajaran *Project-Based Learning*, PjBL kepada Guru SMA Muhammadiyah 5 Yogyakarta dengan penerapan *flipped classroom* yang mengintegrasikan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) dalam pembelajaran sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Tingkatan berpikir kognitif menurut taksonomi Bloom. Kemampuan berpikir Tingkat tinggi (*high-order-thinking-skills*, HOTS) diasosiasikan dengan tingkat C4-6 (1).

(3) Kuliah umum dan kuliah praktisi untuk dari dosen Prodi Fisika terkait teknologi roket, teknologi pesawat tanpa awak (UAV), teknologi rudal dan teknologi drone kepada Guru dan Siswa SMA Muhammadiyah 5 Yogyakarta, untuk mengkorelasikan konsep-konsep Sains-Fisika yang relatif abstrak ke dalam aplikasi yang relevan dalam kehidupan sehari-hari.

Solusi permasalahan yang dapat ditawarkan untuk penyelesaian tersebut telah mengacu pada *roadmap* Prodi Fisika maupun Fakultas Sains dan Teknologi Terapan yang diturunkan dari *roadmap* Universitas. Adapun track record tim pengusul yang sesuai dengan kegiatan ini meliputi riset bersama dengan mahasiswa antara lain pada penelitian peluncuran roket air karbon fiber dengan teknologi telemetri (2), serta untuk sistem telemetri berbasis IoT pada pengembangan sistem mitigasi bencana pergeseran tanah (3) dan sistem monitoring luaran daya panel surya (4).

Metode pelaksanaan kegiatan PkM ini melibatkan Tim ToT, 10 orang sasaran Guru SMA Muhammadiyah 5 Yogyakarta yang kemudian diperluas menjadi guru-guru Fisika se-DIY, serta 70 sasaran siswa SMA Muhammadiyah 5 Yogyakarta. Secara umum, kegiatan dibagi menjadi 3 bagian, yaitu tahap persiapan, pelaksanaan dan evaluasi. Tahapan persiapan dilakukan dengan pelaksanaan ToT untuk tim pelaksana dan mitra. Selanjutnya data akan

dianalisis sesuai dengan solusi yang ditawarkan untuk SMA Muhammadiyah 5 Yogyakarta. Adapun tahap pelaksanaan kegiatan adalah sebagai berikut:

1. Pelatihan metode pembelajaran Project-Based Learning, PBL kepada Guru SMA Muhammadiyah 5 Yogyakarta dan mitra lainnya, telah dilaksanakan pada tanggal 6 November 2023.
2. Training of Trainer dalam desain dan peluncuran roket air telemetri berbasis IoT dilaksanakan pada tanggal 6 November 2023. Pada kegiatan ini juga dilakukan pelatihan akuisisi data dari sensor akselerometer dan altimeter dengan metode telemetri (5).
3. Selanjutnya, pelaksanaan kuliah umum dan kuliah praktisi terkait teknologi roket, rudal, UAV dan drone telah dilaksanakan pada tanggal 18 Januari 2024.
4. Integrasi konsep mekanika dan momentum dalam analisis desain bodi roket air sebelum peluncuran dan gerak roket air pada saat peluncuran dilaksanakan pada tanggal 20 Februari 2024.
5. Integrasi konsep aerodinamika dalam analisis data gerakan roket air pada saat peluncuran dilaksanakan pada tanggal 21 Februari 2024. Analisis data akselerometer dan altimeter dilakukan sesuai dengan integrasi trapezoidal (6).
6. Pengolahan data telemetri dan internet of things dari hasil peluncuran roket air dilaksanakan pada tanggal 21 Februari 2024.

Pelaksanaan kegiatan PkM ini telah disesuaikan dengan kepakaran dan tugas tim pelaksana (dosen dan mahasiswa) di bidang Mekanika Fisis dan Komputasi Saintifik. Partisipasi mitra dalam kegiatan PkM ini antara lain dalam mengkoordinasikan guru-guru Fisika sebagai peserta ToT, serta menyediakan tempat untuk pelaksanaan pelatihan dan implementasi *Project-Based Learning*, PjBL berbasis roket air telemetri di lingkungan SMA Muhammadiyah 5 Yogyakarta. Tahapan pelaksanaan ini dibentuk tim teknis yang terdiri dari Tim Guru, Tim mahasiswa ToT dan sasaran kelompok siswa kelas 10, 11 dan 12 SMA Muhammadiyah 5 Yogyakarta, yang dilatih untuk dapat melaksanakan proses PBL berbasis roket air telemetri. Evaluasi program juga dilaksanakan pada akhir kegiatan PkM dalam bentuk pengujian instrumen pre-test dan post-test yang diberikan kepada peserta sebelum dan setelah kegiatan dilaksanakan.

HASIL, PEMBAHASAN, DAN DAMPAK

Pada tanggal 25 Oktober 2023, tim pelaksana PkM melaksanakan Focus Group Discussion dengan perwakilan Musyawarah Guru Mata Pelajaran Fisika DIY dan Guru-Guru dari SMA Muhammadiyah 5 Yogyakarta secara luring. Dalam diskusi tersebut mitra secara terbuka meminta tim untuk melakukan pendampingan dalam merancang Project-Based Learning yang sesuai untuk diimplementasikan ke dalam Kurikulum Merdeka SMA, khususnya di bidang Fisika. Dengan pembelajaran berbasis aktivitas (*learning by doing*) seperti PjBL ini diharapkan mampu meningkatkan minat dan selanjutnya meningkatkan pemahaman siswa/siswi di bidang Fisika. Selanjutnya, dilakukan serangkaian kegiatan PkM implementasi PjBL dengan Media Roket Air Telemetri berbasis IoT yang meliputi (1) Pelatihan PjBL dan diklat perancangan serta implementasi kurikulum merdeka bagi Guru-Guru MGMP Fisika DIY, termasuk Guru-Guru dari SMA Muhammadiyah 5 Yogyakarta; (2) Demonstrasi

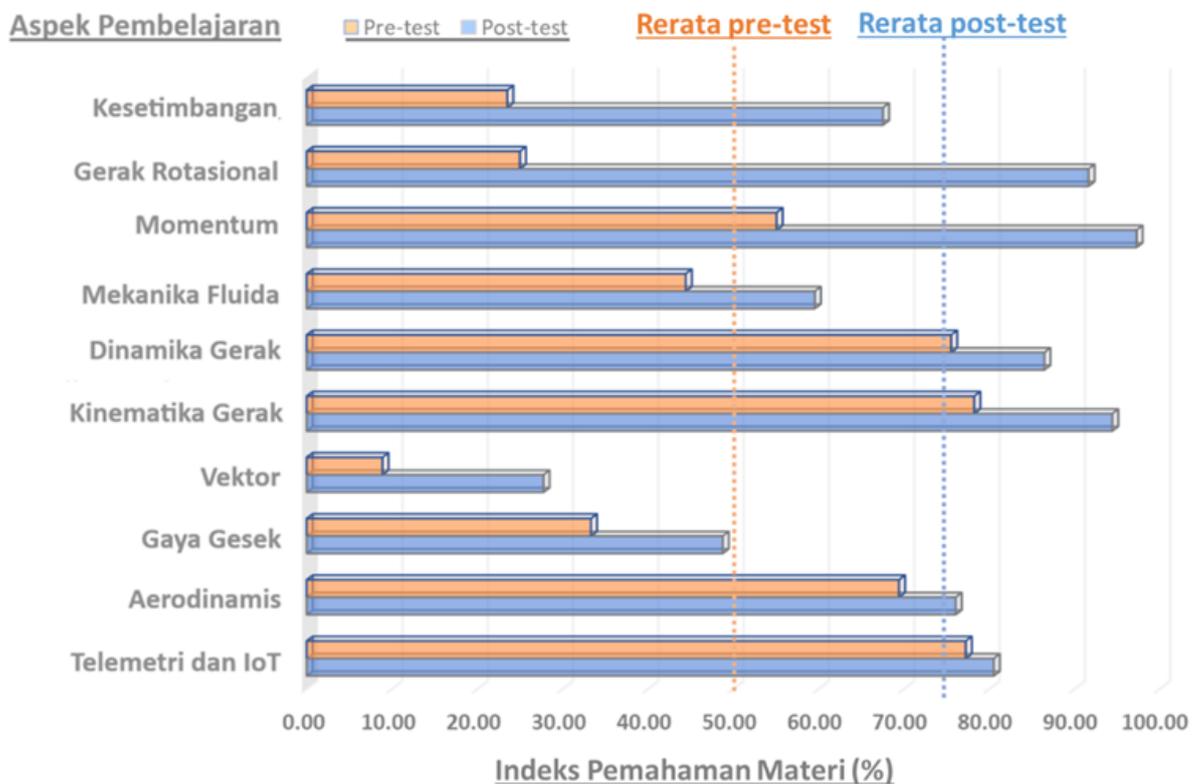
pembelajaran PBL berbasis roket air telemetri bagi siswa/siswi, serta (3) praktek implementasi PBL dan pengukuran tingkat pemahaman siswa setelah implementasi PjBL. Gambar 3 merangkum serangkaian kegiatan PkM yang telah dilakukan.



Gambar 2. Rangkaian kegiatan PkM implementasi PjBL dengan Media Roket Air Telemetri berbasis IoT (a-b) suasana *Focus Group Discussion* tim PkM dengan mitra, (c-d) pelatihan PjBL dan diklat perancangan proyek roket air untuk Kurikulum Merdeka, (e-f) Demonstrasi pembelajaran PjBL dengan roket air telemetri.

Hasil dari implementasi pembelajaran terhadap peningkatan pemahaman siswa/siswi dalam materi Mekanika Klasik dan Mekanika Fluida diukur dengan menggunakan soal-soal *pre-test* dan *post-test* yang diberikan sebelum dan sesudah aktivitas Implementasi PBL dengan Media Roket Air Telemetri berbasis IoT. Adapun hasilnya dianalisis dan disajikan dalam Gambar 4. Hasil *pre-test* menunjukkan bahwa rerata pemahaman siswa pada materi Mekanika Klasik dan Mekanika Fluida relatif rendah dengan nilai rerata 49,08%. Sedangkan hasil *post-test* menunjukkan peningkatan indeks pemahaman yang signifikan dengan rerata 73,02%. Secara umum, pengetahuan mitra meningkat dalam berbagai aspek materi Mekanika Klasik

dan Mekanika Fluida, dengan indeks pemahaman materi di atas 60% untuk materi kesetimbangan, gerak rotasional, momentum, dinamika gerak, kinematika gerak, aerodinamis serta telemetri dan IoT. Akan tetapi masih terdapat aspek materi di mana indeks pemahaman mitra belum meningkat secara signifikan, antara lain terkait mekanika fluida, vektor, dan gaya gesek. Gambar 3 menunjukkan sebaran peningkatan indeks pemahaman mitra pada berbagai materi Fisika Klasik.



Gambar 3. Indeks pemahaman materi siswa/siswi sebelum dan setelah implementasi PjBL dengan media roket air telemetri berbasis IoT.

Dari hasil analisis peningkatan indeks pemahaman materi oleh mitra, dapat disimpulkan bahwa aspek pengetahuan, aspek keterampilan, serta aspek kemampuan manajemen mitra dalam mengelola PjBL dengan media roket air telemetri berbasis IoT meningkat dengan adanya program PkM

SIMPULAN

Dari hasil implementasi PBL ini didapatkan peningkatan pemahaman siswa/siswi yang signifikan pada materi Mekanika Klasik dan Mekanika Fluida dengan rerata indeks pemahaman mula-mula pada angka 49,08% meningkat menjadi 73,02% setelah implementasi PBL. Dari hasil program tersebut, dapat disimpulkan bahwa pendekatan PBL efektif untuk meningkatkan indeks pemahaman siswa/siswi di bidang Sains dan Fisika sehingga dapat digunakan sebagai pilot project dalam inovasi pembelajaran Sains dan Fisika untuk dapat diimplementasikan lebih luas kepada seluruh SMA Muhammadiyah di Kota Yogyakarta. Sebagai pembelajaran untuk aktivitas selanjutnya, diharapkan lebih banyak lagi pembelajaran berbasis proyek untuk dapat diimplementasikan pada materi Sains dan Fisika yang lebih luas.

Selanjutnya perlu diadakan evaluasi cara penyampaian materi, khususnya terkait mekanika fluida, vektor, dan gaya gesek supaya mendapatkan indeks pemahaman yang lebih baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) UAD atas dukungan finansial dalam pelaksanaan program PkM ini. Penulis juga menghaturkan terima kasih atas dukungan mitra SMA Muhammadiyah 5 Yogyakarta dan Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Fisika DIY atas dukungan, kerjasama serta kontribusinya dalam mensukseskan program PkM baik secara langsung maupun tidak langsung.

DAFTAR PUSTAKA

1. Aprillia. Riskan Qadar, and Shelly Efwinda. Using Revised Bloom's Taxonomy to Evaluate the Cognitive Levels of Questions in Indonesian High School Physics Textbooks. *International Journal of STEM Education for Sustainability*. 2023; 3(1); 195-211.
2. Hidayah Q, Salamah U, dan Sasono M. Analisis Uji Peluncuran Roket Air berbasis Carbon Fiber menggunakan Sistem Telemetry. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika (JTAF)*. 2022; 10(1); 81-88.
3. Hidayah Q, Salamah U, dan Pratama YW. Simulation of Land Movement Detection System Using Accelerometer Sensors and Fiber Optic. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*. 2022; 12(1); 24-33.
4. Salamah U, Hidayah Q, Handayaningsih S, Kusuma DY, Praja ARI. Solar Electricity Generating Technology as a Power Supply Automatization of Deep Well Water Pumps in Gunungkidul, Indonesia. *Indonesian Journal of Innovation and Applied Sciences*. 2022; 2(2); 93-97.
5. Yang J, Li JB dan Lin G. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*. 2006; 26; 725-734.
6. Seifert K dan Camacho O. NXP Freescale Semiconductor Application Note. AN3397. 2007; 1-13
7. Kangas M, Konttila A, Winblad I dan Jamsa T. *Proc. 29th Ann. Int. Conf. IEEE EMBS*. 2007; 054; 1367-1370.