

## Pengembangan alat peraga permeabilitas untuk pembelajaran geologi di SMK

Aisyah Indah Irmaya<sup>1\*</sup>, Enda Apriani<sup>2</sup>, Rena Juwita Sari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Proklamasi 45

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Proklamasi 45

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Proklamasi 45

\*Email: [aisyahirmaya@up45.ac.id](mailto:aisyahirmaya@up45.ac.id)

### Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan mengembangkan alat peraga sederhana untuk pembelajaran praktik konsep permeabilitas batuan pada Program Keahlian Geologi Pertambangan di SMK Negeri 1 Temon, Kulonprogo. Permasalahan utama mitra adalah keterbatasan sarana laboratorium, khususnya alat uji permeabilitas, sehingga pembelajaran masih bersifat teoritis. Metode pelaksanaan meliputi analisis kebutuhan, perancangan dan pembuatan alat peraga berbahan lokal, pelatihan penggunaan bagi guru dan siswa, serta evaluasi peningkatan pemahaman konsep. Alat peraga yang dikembangkan berupa tabung transparan berisi media berpori dengan sistem aliran fluida sederhana berbasis hukum Darcy. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa penerapan alat peraga mampu meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan praktik siswa, serta mendorong keterlibatan aktif melalui pembelajaran berbasis proyek, sebagaimana dilaporkan dalam berbagai studi tentang pembelajaran aktif, problem-based learning, dan experiential learning (Kolb, 2014; M. Prince, 2004; Savery, 2017; Wurdinger & Carlson, 2009). Kegiatan ini juga meningkatkan kapasitas guru dalam mengembangkan media ajar mandiri dan berpotensi diterapkan secara berkelanjutan.

**Kata Kunci:** alat peraga; geologi pertambangan; pembelajaran praktik; permeabilitas; SMK

## *Development of permeability teaching aids for geology learning in Vocational Schools*

### *Abstract*

*This community service activity aims to develop a simple teaching aid for practical learning of rock permeability concepts in the Mining Geology programme at SMK Negeri 1 Temon, Kulonprogo. The main problem faced by the partner is the lack of laboratory facilities, particularly permeability testing equipment, resulting in predominantly theoretical learning. The implementation stages included needs analysis, design and fabrication of locally sourced teaching aids, training for teachers and students, and evaluation of learning outcomes. The developed teaching aid consists of a transparent tube filled with porous media and a simple fluid flow system based on Darcy's law. The results indicate that the teaching aid effectively improves students' conceptual understanding and practical skills, while project-based learning enhances student engagement. The activity also strengthens teachers' capacity to develop independent learning media and supports sustainable implementation.*

**Keywords:** *mining geology; permeability; practical learning; teaching aid; vocational school*

### 1. Pendahuluan

Pembelajaran geologi pertambangan di SMK menuntut pemahaman konsep yang bersifat abstrak dan kuantitatif, salah satunya permeabilitas batuan, sehingga diperlukan media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan proses aliran fluida dalam media berpori secara kontekstual (Bear, 2013; Fetter & Kremer, 2021). Namun, keterbatasan alat praktikum di SMK Negeri 1 Temon menyebabkan proses pembelajaran masih dominan berbasis teori. Kondisi ini berdampak pada rendahnya keterampilan eksperimental siswa. Media pembelajaran berbasis praktik, demonstrasi, dan Project-Based Learning terbukti mampu meningkatkan pemahaman konseptual, keterampilan berpikir kritis, serta keterlibatan aktif siswa vokasi (Arif, Handoyo, & Rosyida, 2022; Daluba, 2013; Guillaume, Laurent, & Genge, 2023; Nafiah & Suyanto, 2014; M. J. Prince & Felder, 2006).

Permeabilitas merupakan parameter penting dalam geologi, hidrogeologi, dan pertambangan karena berkaitan langsung dengan kemampuan batuan mengalirkan fluida dan karakteristik medisa

berpori (Bear, 2013; Fetter & Kreamer, 2021). Oleh karena itu, diperlukan media ajar sederhana yang aplikatif dan mudah direplikasi. Kegiatan pengabdian ini bertujuan mengembangkan alat peraga permeabilitas berbasis bahan lokal untuk meningkatkan kualitas pembelajaran praktik serta kapasitas guru dalam inovasi media ajar, sejalan dengan pendekatan experiential learning dan active learning dalam pendidikan vokasi dan teknik (Kolb, 2014; M. J. Prince & Felder, 2006; Savery, 2017; Schunk, 2012; Wurdinger & Carlson, 2009).

## **2. Metode**

Metode pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat ini disusun secara sistematis untuk mengatasi permasalahan mitra, yaitu keterbatasan alat peraga praktik permeabilitas dan rendahnya kapasitas guru dalam mengembangkan media ajar mandiri. Adapun tahapan pelaksanaan mencakup:

### **2.1. Sosialisasi**

Tahap sosialisasi dilaksanakan pada bulan pertama melalui koordinasi dengan kepala program keahlian dan guru produktif geologi pertambangan di SMK Negeri 1 Temon. Kegiatan ini mencakup: penjelasan mengenai tujuan, manfaat, dan luaran program pengabdian, Penyampaian jadwal dan tahapan kegiatan, Identifikasi kebutuhan guru dan siswa terkait media pembelajaran permeabilitas, diskusi mengenai kesiapan partisipasi mitra, termasuk penyediaan ruang pelatihan, peserta guru, serta dukungan teknis lain. Hasil dari sosialisasi berupa kesepahaman bersama mengenai peran masing-masing pihak dalam program, serta diperolehnya informasi kebutuhan spesifik guru dalam pengembangan alat bantu ajar.

### **2.2. Pelatihan**

Pelatihan dilaksanakan 1 hari. Materi pelatihan dirancang agar guru tidak hanya memahami teori, tetapi juga mampu mempraktikkannya secara langsung. Rangkaian kegiatan meliputi: pengenalan prinsip dasar permeabilitas berdasarkan hukum Darcy, praktik langsung penggunaan alat oleh guru dan siswa, simulasi pembelajaran di kelas menggunakan alat yang telah dikembangkan, evaluasi awal untuk mengetahui pemahaman dan keterampilan siswa pasca pelatihan. Melalui pelatihan ini, guru diharapkan dapat memperoleh pengetahuan praktis sekaligus keterampilan teknis dalam pembuatan serta penggunaan alat peraga permeabilitas.

### **2.3. Penerapan Teknologi**

Tahapan penerapan teknologi dilakukan dengan fokus pada pemanfaatan alat peraga di sekolah. Bentuk penerapan meliputi: distribusi alat peraga sederhana berbasis prinsip Darcy kepada guru dan siswa, penerapan alat dalam kegiatan praktik siswa di laboratorium/kelas, penyediaan panduan cetak (modul ajar). Melalui penerapan teknologi ini, guru dan siswa dapat melakukan pengukuran permeabilitas secara langsung, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih aplikatif, menarik, dan mudah dipahami.

### **2.4. Pendampingan dan Evaluasi**

Pendampingan dilakukan untuk memastikan guru benar-benar menguasai keterampilan yang diperoleh. Mekanisme pendampingan mencakup: kunjungan lapangan oleh tim pengusul sebanyak dua kali untuk memonitor penggunaan alat, review hasil penggunaan alat oleh guru, pemberian masukan terkait kendala yang dihadapi guru saat praktik.

Evaluasi pelaksanaan program dilakukan dengan metode:

- Wawancara dengan guru dan siswa untuk menilai efektivitas alat dalam proses pembelajaran.
- Dokumentasi kegiatan praktik di kelas sebagai bukti implementasi.

Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar penyusunan laporan akhir sekaligus rencana tindak lanjut keberlanjutan program.

### **2.5. Keberlanjutan Program**

Keberlanjutan program dirancang agar manfaat kegiatan tidak berhenti setelah pengabdian selesai. Strategi keberlanjutan meliputi: transfer keterampilan kepada guru agar mampu membuat dan mereplikasi alat secara mandiri, penyediaan modul, manual, dan video sebagai referensi berkelanjutan,

rencana sekolah untuk mengembangkan alat bantu ajar sederhana lain dengan memanfaatkan bahan local, pembentukan forum diskusi guru geologi pertambangan lintas sekolah sebagai wadah berbagi pengalaman dan inovasi.

Dengan keberlanjutan ini, diharapkan tercipta budaya inovasi di lingkungan sekolah serta peningkatan kualitas pembelajaran praktik geologi pertambangan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil kegiatan berdasarkan tahapan:

#### 3.1. Sosialisasi

Kegiatan sosialisasi dilaksanakan bertempat di ruang guru SMK Negeri 1 Temon. Dalam kegiatan ini disampaikan tujuan, manfaat, serta luaran program. Guru pengampu program keahlian memberikan masukan terhadap kebutuhan media pembelajaran praktikum geologi.

Hasil utama dari kegiatan ini adalah:

- Terbangunnya kesepahaman antara tim pengabdian dan pihak sekolah mengenai bentuk kolaborasi dan pembagian peran.
- Teridentifikasinya kebutuhan spesifik mitra, yaitu alat uji permeabilitas sederhana dan modul ajar berbasis eksperimen.

#### 3.2. Pelatihan Guru

Pelatihan pembuatan dan penggunaan alat peraga sederhana uji permeabilitas dilaksanakan secara tatap muka di laboratorium geologi sekolah (**Gambar 1**). Kegiatan diikuti oleh guru produktif dan siswa.

Selama kegiatan, guru dan siswa mendapatkan pemahaman teori dasar hukum Darcy, praktik pembuatan alat menggunakan bahan local, serta simulasi pembelajaran berbasis proyek.

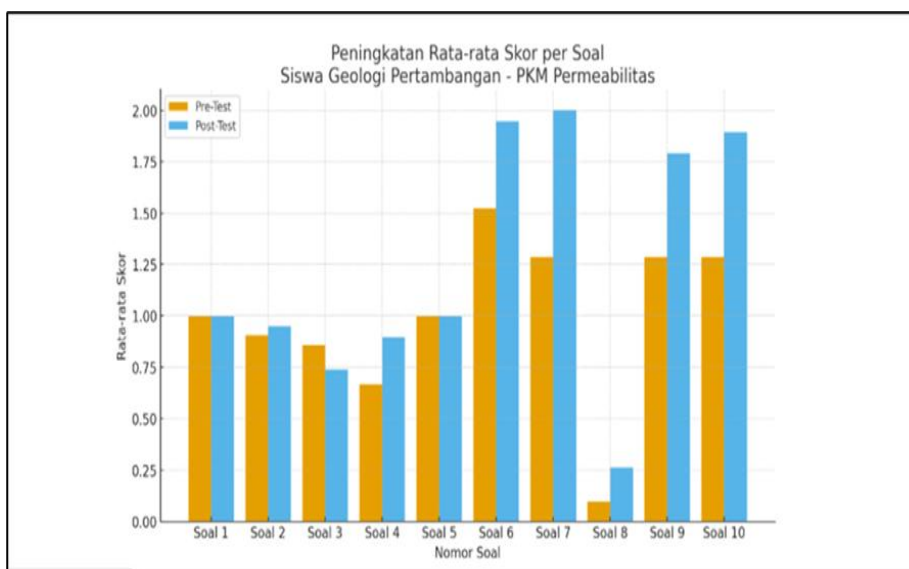
Capaian dari kegiatan ini:

- Guru mampu mengoperasikan alat uji permeabilitas secara mandiri.
- Guru dan siswa memahami hubungan antara ukuran butir, porositas, dan laju aliran fluida.
- Tercipta rancangan modul pembelajaran praktikum permeabilitas yang siap diintegrasikan ke dalam kurikulum Geologi Pertambangan.
- Hasil evaluasi (**Gambar 2** dan **Gambar 3**) menunjukkan dari 10 soal yang diberikan, hasil masing-masing soal mengalami peningkatan setelah dilakukan pelatihan.

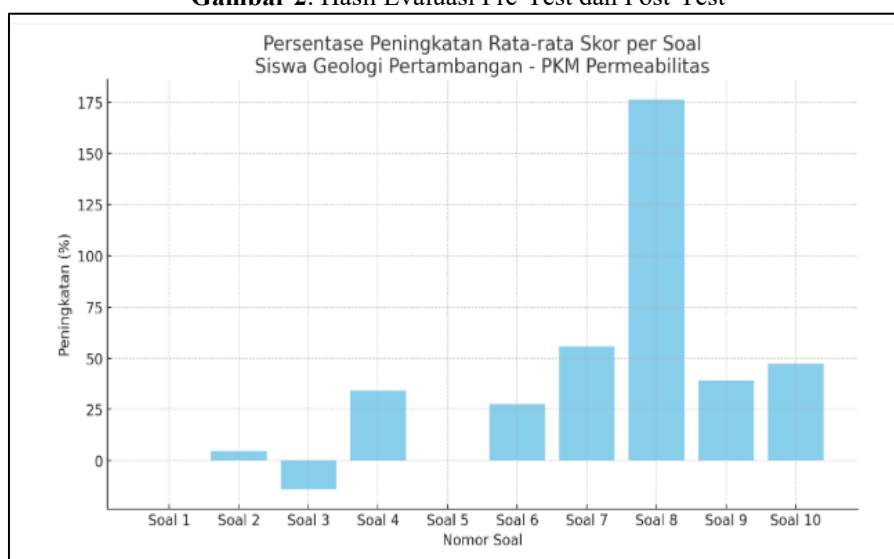
Hasil ini sejalan dengan temuan bahwa pendekatan demonstrasi, pembelajaran induktif, dan pemanfaatan media spasial mampu meningkatkan pemahaman konseptual dan kemampuan analisis siswa (Daluba, 2013; Kartadireja, Somantri, & Sugito, 2024; M. J. Prince & Felder, 2006). Pembelajaran berbasis proyek mendorong keterlibatan aktif siswa dalam mengamati, menganalisis, dan menginterpretasi hasil percobaan. Selain itu, penggunaan alat peraga sederhana memberikan pengalaman kontekstual yang memperkuat pemahaman konsep geologi terapan.



**Gambar 1.** Pelatihan Guru dan Siswa di SMK N 1 Temon



**Gambar 2.** Hasil Evaluasi Pre-Test dan Post-Test



**Gambar 3.** Prosentase Peningkatan Rata-Rata Skor

### 3.3. Penerapan Teknologi

Setelah pelatihan, dilakukan penerapan alat di kelas oleh guru bersama siswa kelas XI Geologi Pertambangan. Praktikum dilaksanakan dalam dua sesi menggunakan dua alat peraga hasil pelatihan. Hasil pengamatan menunjukkan siswa sangat antusias karena dapat melakukan pengujian langsung terhadap berbagai jenis batuan berpori.

Beberapa temuan penting:

- Siswa mampu memahami konsep permeabilitas secara kontekstual melalui eksperimen langsung.
- Guru memperoleh pengalaman baru dalam mengelola kegiatan praktikum berbasis proyek.
- Alat yang dibuat terbukti fungsional, mudah digunakan, dan dapat direplikasi dengan bahan local.

### 3.4. Pendampingan

Tahap pendampingan dilakukan setelah guru dan siswa mulai memanfaatkan alat peraga permeabilitas dalam kegiatan praktikum. Pendampingan dilaksanakan secara terjadwal melalui kunjungan langsung ke sekolah dan komunikasi daring untuk memastikan teknologi yang diberikan

benar-benar terimplementasi secara optimal dalam proses pembelajaran. Beberapa aktivitas pendampingan meliputi:

- a. Monitoring penggunaan alat oleh guru di kelas, termasuk observasi proses praktikum, kesesuaian langkah kerja dengan modul ajar, dan kendala teknis yang muncul.
- b. Pendampingan penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) berbasis proyek yang mengintegrasikan alat peraga permeabilitas sebagai media utama.
- c. Penyempurnaan modul ajar, terutama pada aspek prosedur pengukuran, keamanan kerja, serta integrasi hasil eksperimen ke dalam diskusi kelas.
- d. Forum umpan balik guru, tempat guru menyampaikan kebutuhan tambahan, ide pengembangan alat, serta dampak penggunaan alat terhadap pemahaman siswa.

Pendampingan ini sekaligus memastikan bahwa alat dan modul yang diberikan benar-benar dimanfaatkan sebagai bagian integral dari pembelajaran vokasional di SMK Negeri 1 Temon.

### **3.5. Rencana Keberlanjutan**

Rencana keberlanjutan disusun untuk memastikan bahwa dampak program tidak berhenti setelah kegiatan PKM berakhir, tetapi terus berkembang dan memberi manfaat bagi guru, siswa, dan program keahlian Geologi Pertambangan secara jangka panjang. Keberlanjutan ini dirancang dalam tiga level: keberlanjutan fasilitas, keberlanjutan kapasitas, dan keberlanjutan kolaborasi.

#### **3.5.1. Keberlanjutan Fasilitas**

Sekolah telah menyatakan komitmennya untuk melanjutkan pemanfaatan alat peraga permeabilitas sebagai sarana praktikum rutin pada mata pelajaran Geologi Teknik. Alat yang telah dibuat memiliki desain modular, sehingga guru dapat memperbaiki atau menambah komponen secara mandiri menggunakan bahan lokal. Pihak sekolah juga berencana memproduksi beberapa unit tambahan agar setiap kelompok siswa dapat melakukan eksperimen secara bersamaan.

#### **3.5.2. Keberlanjutan Kapasitas Guru**

Guru produktif telah difasilitasi modul dan panduan teknis sehingga mampu mengembangkan alat peraga sejenis di kemudian hari. Melalui pelatihan dan pendampingan sebelumnya, guru telah memperoleh keterampilan baru dalam merancang media ajar sederhana, yang mendorong budaya inovasi di lingkungan sekolah. Selain itu, guru berencana mengintegrasikan kegiatan praktikum permeabilitas ke dalam model pembelajaran Project-Based Learning (PjBL) pada kelas XI dan XII.

#### **3.5.3. Keberlanjutan Kolaborasi Perguruan Tinggi–SMK**

Pihak sekolah mengharapkan kerja sama berkelanjutan dalam bentuk:

- pendampingan lanjutan untuk pengembangan alat praktikum lain seperti uji porositas atau analisis ukuran butir;
- peluang magang siswa di laboratorium kampus;
- pelatihan lanjutan untuk guru terkait teknologi geosains terkini;
- kolaborasi penelitian terapan yang dapat melibatkan mahasiswa dan guru sebagai mitra penelitian.

Kerja sama berkelanjutan ini diharapkan menjadi jembatan yang memperkuat link and match pendidikan vokasi dengan dunia akademik, sehingga lulusan Geologi Pertambangan SMK Negeri 1 Temon semakin siap menghadapi kebutuhan industry

## **4. Kesimpulan**

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang berfokus pada pengembangan alat peraga dan strategi pembelajaran praktik konsep permeabilitas geologi pertambangan telah berhasil meningkatkan kualitas proses pembelajaran di SMK Negeri 1 Temon Kulonprogo.

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa:

- a. Alat peraga yang dikembangkan efektif membantu siswa memahami konsep dasar permeabilitas dan penerapannya dalam bidang geologi pertambangan.
- b. Strategi pembelajaran berbasis proyek mendorong keterlibatan aktif siswa serta meningkatkan kemampuan analisis dan interpretasi data.

- c. Terdapat peningkatan signifikan terhadap pemahaman konseptual dan keterampilan praktik siswa setelah penerapan inovasi pembelajaran ini.

## 5. Ucapan terimakasih

Terimakasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi (Kemdiktisaintek) Republik Indonesia atas dukungan pendanaan melalui Program Kemitraan Masyarakat Perguruan Tinggi yang telah memfasilitasi terlaksananya PKM ini, SMK N 1 Temon sebagai Mitra Aktif dan Universitas Proklamasi 45.

## Daftar Pustaka

- Arif, S. H., Handoyo, B., & Rosyida, F. (2022). Pengembangan media pembelajaran Geografi menggunakan augmented reality pada materi vulkanisme berbasis spasial. *Jurnal Integrasi dan Harmoni Inovatif Ilmu-Ilmu Sosial*, 2(2), 184-193.
- Bear, J. (2013). *Dynamics of fluids in porous media*: Courier Corporation.
- Daluba, N. E. (2013). Effect of Demonstration Method of Teaching on Students' Achievement in Agricultural Science. *World journal of Education*, 3(6), 1-7.
- Fetter, C. W., & Kreamer, D. (2021). *Applied hydrogeology*: Waveland Press.
- Guillaume, L., Laurent, V., & Genge, M. J. (2023). Immersive and interactive three-dimensional virtual fieldwork: Assessing the student learning experience and value to improve inclusivity of geosciences degrees. *Journal of Geoscience Education*, 71(4), 462-475.
- Kartadireja, W. N., Somantri, L., & Sugito, N. T. (2024). Penggunaan Media Berbasis Sistem Informasi Geografis untuk Meningkatkan Kecerdasan Spasial dalam Pembelajaran. *Jurnal Penelitian Pendidikan Geografi*, 9(3), 138-146.
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*: FT press.
- Nafiah, Y. N., & Suyanto, W. (2014). Penerapan model problem-based learning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 4(1), 125-143.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of engineering education*, 93(3), 223-231.
- Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of engineering education*, 95(2), 123-138.
- Savery, J. R. (2017). Overview of problem-based learning. *Foundations of Learning and Instructional Design Technology*.
- Schunk, D. H. (2012). *Learning Theories an Educational Perspective*.
- Wurdinger, S. D., & Carlson, J. A. (2009). *Teaching for experiential learning: Five approaches that work*: R&L Education.