

## DESAIN MODEL STEM-FC PADA PERKULIAHAN GEOSAINS

Didit Ardianto<sup>1\*</sup>, Anna Permanasari<sup>2</sup>, Harry Firman<sup>2</sup>, dan Taufik Ramlan Ramalis<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan IPA, Universitas Pakuan  
Jalan Pakuan No. 1, Bogor, Jawa Barat

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan IPA, Universitas Pendidikan Indonesia  
Jalan Dr. Setiabudhi No 229, Bandung, Jawa Barat

<sup>3</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia  
Jalan Dr. Setiabudhi No 229, Bandung, Jawa Barat

\*E-mail: [diditardianto@unpak.ac.id](mailto:diditardianto@unpak.ac.id)

**Abstrak:** Artikel ini membahas tentang desain STEM-FC yang dikembangkan pada perkuliahan geosains bagi mahasiswa calon guru. Pengembangan dilakukan dengan menggunakan metode *developmental research*. Namun, pada artikel ini tidak membahas secara keseluruhan tahapan pengembangan. Pembahasan difokuskan pada tahap *developing* yang menitik beratkan pada uji coba model. Partisipan yang terlibat yaitu 25 mahasiswa calon guru SD yang sedang mengikuti perkuliahan ilmu bumi dan antariksa. Desain STEM-FC yang dikembangkan mampu memfasilitasi mahasiswa untuk belajar secara aktif. Selain itu desain perkuliahan yang dikembangkan juga membuat mahasiswa menajai antusias dalam belajar geosains.

Kata Kunci: STEM-FC, geosains,

### PENDAHULUAN

Geosains merupakan cabang keilmuan yang sangat dibutuhkan untuk memenuhi tantangan lingkungan dan keterbatasan sumber daya alam di abad 21 (The Geological Society of America (GSA), 2016). Pemahaman tentang penyebab dan akibat proses alami bumi (seperti gempa dan gunung meletus, banjir, tanah longsor, tsunami, cuaca dan perubahan iklim) dan ketersediaan sumber daya alam sangat penting. Proses alami dan sumber daya alam sangat mempengaruhi ekonomi, keselamatan, dan keberlanjutan dari suatu lingkungan. Indonesia merupakan wilayah yang secara geografis rawan terhadap bencana kebumihan (seperti gempa, gunung meletus, banjir, tsunami) dan sangat kaya akan sumber daya alam. Oleh karena itu, pembekalan siswa dengan pengetahuan sains dan keterampilan untuk membuat keputusan berdasarkan informasi sebagai warga negara penting dilakukan di semua jenjang pendidikan.

Geosains mengintegrasikan biologi, kimia dan fisika yang berlaku dalam sistem kerja bumi. Sifat terapan dan visualnya membantu siswa dalam melihat relevansinya dengan kehidupan dan komunitasnya. Pelibatan siswa untuk belajar ilmu bumi dapat membantu pengembangan keterampilan pemecahan masalah, berpikir kritis (Schifman et al., 2013; Yacobucci, 2013) dan mengenalkan

pentingnya karir di bidang sains teknologi, engineering dan matematika bagi masyarakat (National Academy of Sciences, 2012). Oleh karena itu, pembelajaran geosains seharusnya mampu dapat digunakan untuk menjembatani siswa dalam penerapan pengetahuan mereka dan sebagai kerangka dalam menyelediki fenomena kebumian yang terjadi di masyarakat.

Hasil field study di salah satu LPTK Kota Bogor tentang pembelajaran ilmu bumi diperoleh bahwa proses pembelajaran masih menekankan pada kegiatan *minds on* dibandingkan dengan *hands on*. Sebanyak 70% mahasiswa tidak pernah melakukan aktivitas pemecahan masalah tentang kebumian. Sebagian besar mahasiswa tidak pernah melakukan kegiatan inkuiri. Selain itu, sebanyak 100% mahasiswa menyatakan mereka tidak pernah menggunakan pemikiran matematik dalam proses perkuliahan tentang konsep kebumian (Ardianto, 2017). Fakta ini bisa dapat diinferensikan bahwa pembelajaran ilmu bumi belum memfasilitasi dalam pengembangan keterampilan abad 21 dan belum dikaitkan dengan karir di bidang STEM. Padahal, literasi STEM merupakan kemampuan yang sangat dibutuhkan bagi generasi masa depan (National Academy of Sciences, 2012). Individu yang literate terhadap STEM diyakini dapat mengatasi permasalahan berdasarkan pengetahuannya dan mampu bersaing di bidang pekerjaan modern (National Academy of Sciences, 2012). Ini menunjukkan bahwa betapa pentingnya seseorang memiliki literasi STEM.

Beberapa peneliti telah menggunakan pendidikan geosains sebagai sarana untuk mengembangkan literasi, seperti pengembangan literasi iklim melalui (Clary & Wandersee, 2014; Cook, Bedford, & Mandia, 2014; Dewaters, Andersen, Calderwood, & Powers, 2014; Uz et al., 2014) dan literasi sistem kebumian (Beaulieu et al., 2015; Ladue & Clark, 2012; Nunn & Braud, 2013), serta literasi STEM (Wagner, McCormick, & Martinez, 2015; Clark, Majumdar, Bhattacharjee, & Hanks, 2015). Beberapa penelitian tedahulu tersebut, menunjukkan bahwa pembelajaran geosains memiliki peran penting dalam membekali keterampilan hidup siswa.

Pendekatan STEM merupakan salah satu terobosan yang dapat membekali keterampilan abad 21 dan pengetahuan interdisipliner yang dibutuhkan dalam pemecahan masalah (Firman, 2015; National Research Council, 2011). Pendekatan ini menekankan pada proses sains dan desain engineering. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini dapat meningkatkan kinerja siswa dan pengetahuan siswa sesuai bidang studinya (Han, et al., 2014), minat siswa terhadap subjek dan karir di bidang STEM (Tseng, et al., 2013; Lou, et al, 2014); daya imajinasi siswa (Lou, et al, 2014). Selain itu, pendekatan ini juga dapat meningkatkan literasi sains siswa (Afriana, et al., 2016) dan kerjasama antar siswa (Yuen, et al., 2014). Hasil penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa pendekatan STEM dapat mengembangkan kemampuan kognitif, keterampilan dan sikap siswa.

Era revolusi industry 4.0 saat ini memberikan banyak pengaruh pada segi kehidupan, khususnya pendidikan. Orientasi pengajaran di perguruan Tinggi merupakan salah satu aspek yang mengalami perubahan disruptif. Proses belajar mengajar bergeser dari tatap muka di dalam kelas menjadi pembelajaran yang menggunakan teknologi dengan jangkauan tak terbatas, melewati batas ruang

kelas, kampus, dan bahkan negara (yang dikenal dengan istilah (*Massive Open Online Courses*)). Oleh karena itu, pendekatan STEM yang dikombinasikan dengan *Flipped Classroom* (FC) dapat menjadi solusi menghadapi perubahan disruptif di pendidikan. FC merupakan pola pembelajaran yang mengkombinasikan antara metode pembelajaran tatap muka dengan e-learning (Voos, 2003; Garrison & Kanuka, 2004; Graham, 2006) dan memberikan akses dan fleksibilitas yang tinggi bagi siswa (Graham, 2006).

Penerapan pendekatan STEM dan FC pada pendidikan geosains menjadi solusi untuk membekali siswa dengan literasi STEM. Sistem kebumiharian yang kompleks sangat cocok bila ditinjau dengan pendekatan pembelajaran yang multidisiplin seperti STEM. Pendekatan STEM yang dikombinasikan dengan FC memberikan akses kepada siswa secara aktif dalam mencari informasi dan pengetahuan tambahan yang tidak terbatas dengan ruang dan waktu. Oleh karena itu, artikel ini akan membahas tentang desain STEM-FC pada perkuliahan geosains bagi calon guru.

## METODE

Penelitian ini menggunakan desain *Developmental Research*. Metode digunakan untuk mengembangkan solusi berbasis penelitian terhadap permasalahan kompleks di praktek pendidikan. Metode penelitian ini melibatkan siklus seperti analisis, desain dan pengembangan, evaluasi, dan revisi secara interaktif. Selain itu, metode ini sangat relevan dengan praktek pendidikan karena berorientasi pemahaman dan meningkatkan sebuah intervensi (*process oriented*) (Plomp, 2013). *Developmental Research* bertujuan untuk mengembangkan produk, program, atau media pembelajaran dengan mengaplikasikan prinsip-prinsip penelitian pengembangan yang menitikberatkan pada suatu proses interaktif (Richey & Klein, 2005; Tracey, 2009). Penelitian ini menggunakan framework Plomp (2013) yang terdiri dari 3 fase penelitian, yaitu: *preliminary research*, *development/prototyping*, *assessment phase*. Namun, pembahasan artikel ini akan mengkaji tentang desain STEM-FC yang diujicobakan pada mahasiswa calon guru SD.

Partisipan yang terlibat dalam uji coba ini terdiri dari mahasiswa S1 PGSD semester 4 sebanyak 25 orang yang mengontrak mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa (IPBA). Mahasiswa yang terlibat dalam uji coba ini telah mendapatkan perkuliahan seperti Fisika Dasar, Biologi Dasar, Kimia Dasar, dan Matematika Dasar. *Logbook* peneliti digunakan untuk mencatat aktivitas dan catatan observasi yang dihubungkan dengan implementasi model dan bahan ajar yang digunakan selama perkuliahan. Uji coba pertama dilakukan pada mahasiswa S1 PGSD. Perkuliahan terdiri dari fase tatap muka dan online.

Uji coba diimplementasikan pada topik gempa bumi dan air tanah. Untuk topik gempa terdiri dari 3 kali tatap muka dan online. Sedangkan, topik air tanah

terdiri dari 3 kali tatap muka dan online. Sebelum uji coba dimulai, peneliti mengunggah bahan ajar yang diperlukan saat sesi online, sedangkan bahan ajar untuk sesi tatap muka digandakan terlebih dahulu. Setiap sesi tatap muka diberikan alokasi waktu 100 menit (2 SKS). Uji coba dilakukan pada perkuliahan Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji coba proses perkuliahan dengan model STEM-FC dilakukan sebanyak 6 kali pertemuan secara tatap muka. Mahasiswa yang terlibat sebanyak 25 orang yang sedang belajar mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa. Uji coba dilakukan sebelum UTS selama 3 kali pertemuan pada topik gempa bumi dan 3 kali pertemuan setelah UTS pada topik air tanah. Instrumen yang digunakan selama proses uji coba ini yaitu handycam dan logbook. Selain tatap muka, mahasiswa juga belajar secara online pada web e-learning mata kuliah IPBA. Oleh karena itu, observasi perkuliahan dilakukan saat tatap muka dan ketika sesi online. Aspek yang menjadi fokus observasi peneliti meliputi, keterlaksanaan dari model perkuliahan, kelebihan dan kelemahan dari LKM yang digunakan mahasiswa saat perkuliahan, serta kesulitan mahasiswa saat mengikuti proses perkuliahan.

Tahap pertama dari perkuliahan yaitu *orientation*. Pada tahap ini dosen menyajikan permasalahan tentang fenomena gempa bumi yang terjadi di Indonesia (Topik Gempa Bumi) dan Permasalahan air tanah di Jakarta (Topik Air Tanah). Kegiatan ini bertujuan untuk memotivasi siswa dalam belajar materi geosains. Permasalahan yang disajikan juga kontekstual yang memungkinkan mahasiswa dapat melihat keterhubungan pentingnya materi yang akan dipelajari. Setelah masalah ditayangkan di web, dosen juga memberikan instruksi agar mahasiswa menuliskan permasalahan yang relevan.

Hasil analisis ini menunjukkan bahwa sebenarnya video permasalahan yang disajikan di awal perkuliahan bisa menarik perhatian mahasiswa. Namun, bentuk analisis mahasiswa banyak ditemukan kemiripan. Selain itu, mahasiswa hanya menuliskan teori-teori tentang gempa yang kurang relevan dengan video permasalahan. Kelemahan ini mungkin disebabkan oleh instruksi dosen yang terlalu umum, sehingga jawaban-jawaban mahasiswa juga sangat umum. Oleh karena itu, perlu adanya instruksi yang lebih spesifik terhadap mahasiswa (misalnya buatlah pertanyaan yang relevan dengan video tersebut), dan orientasi masalah sebaiknya tidak hanya disajikan secara online. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir mahasiswa dalam meniru ide temannya. Selain itu, apabila orientasi masalah dilakukan secara tatap muka kemudian dilanjutkan tahapan perkuliahan selanjutnya, membuat konflik kognitif mahasiswa terpecahkan di waktu yang sama. Pada tahap ini, dosen juga seharusnya menginstruksikan kepada mahasiswa untuk membuat ide pertanyaan yang tidak boleh sama. Sehingga, dosen bisa memilih pertanyaan-pertanyaan yang relevan dengan pembelajaran yang akan dilakukan.

Tahap kedua dari model perkuliahan yaitu *reserach*. Tujuan dari tahapan ini yaitu mahasiswa mengidentifikasi konsep-konsep relevan tentang materi yang

dipelajari. Aktivitas ini dirancang dengan alokasi waktu 100 menit untuk tiap topik. Informasi yang diperoleh dari hasil observasi menunjukkan bahwa sebenarnya mahasiswa begitu antusias dengan kegiatan yang dirancang selama proses perkuliahan. Namun, ada beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan kembali, seperti LKM dan alokasi waktu selama proses inkuiri. LKM yang digunakan sebenarnya sudah mampu memfasilitasi aktivitas inkuiri mahasiswa. Namun, perlu adanya tambahan teori di bagian pendahuluan LKM. Selain itu, instruksi pada LKM seharusnya lebih spesifik dan disertai contoh (misalnya pada LKM tentang penentuan lokasi episenter gempa dan peta aliran air tanah). Aspek yang kedua yaitu waktu yang diperlukan mahasiswa saat eksperimen. Seharusnya perlu ada batasan waktu dalam setiap pengerjaan LKM, agar perkuliahan berjalan efektif. Secara umum, tahap *research* yang dirancang dapat meningkatkan antusiasme mahasiswa selama proses pembelajaran. Mahasiswa juga terlibat aktif dalam mengidentifikasi konsep-konsep yang relevan. Namun, LKM yang digunakan mahasiswa perlu revisi di beberapa bagian, seperti bagian pendahuluan, instruksi, dan pertanyaan-pertanyaan diskusi. Selain itu, pada tahapan ini sebaiknya tidak hanya dilakukan secara tatap muka, mahasiswa juga bisa diberikan tugas diluar perkuliahan.

Tahap ketiga dari model perkuliahan yaitu mahasiswa mendesain dan membuat solusi terhadap permasalahan geosains berupa produk teknologi. Mahasiswa secara berkelompok mendesain prototype bangunan tahan gempa dan teknologi penjernihan air. Mahasiswa diminta untuk mendesain produk berdasarkan alat dan bahan yang sudah disediakan. Hasil observasi menunjukkan bahwa semua mahasiswa terlibat diskusi aktif dalam kelompoknya masing-masing. Semua kelompok membuat prototipe tanpa menggambar terlebih dahulu, padahal dosen telah menginstruksikan agar semua kelompok menggambar desain pada lembar kerja yang telah disediakan. Mayoritas kelompok menggambar desain setelah prototipe selesai dibuat. Selain itu, mahasiswa juga tidak memperhitungkan berapa banyak bahan yang diperlukan dalam membuat desainnya.

Tahapan terakhir dari proses perkuliahan yaitu, *Evaluation*. Setiap kelompok diminta menguji produknya di depan kelas untuk mempresentasikan hasil eksperimen di depan kelas. Hasil observasi menunjukkan bahwa mayoritas mahasiswa belum mengevaluasi kelebihan dan kekurangan desainnya. Selain itu, mahasiswa yang lain kurang percaya diri untuk memberikan argumen terhadap kelompok yang presentasi. Pada akhir perkuliahan, dosen mereview pemahaman mahasiswa dengan mengajukan beberapa pertanyaan kepada mahasiswa. Setelah itu, mahasiswa dibimbing untuk menyimpulkan pembelajaran yang telah dilakukan.

Hasil observasi terhadap keterlaksanaan proses perkuliahan menunjukkan bahwa mahasiswa sangat antusias terhadap proses perkuliahan yang dirancang. Semua kelompok juga terlihat serius dalam mengerjakan LKM yang dirancang. Bahkan, ada beberapa kelompok yang melakukan eksperimen dengan mengulangi beberapa kali percobaan. Selain itu, masing-masing kelompok saling berkompetisi dalam membuat desain teknologi yang diinstruksikan. Selain itu, mahasiswa juga sangat aktif dalam kegiatan diskusi dalam kelompok ketika mengerjakan LKM,

sehingga pembelajaran terlihat tidak membosankan. Namun, ada beberapa hal yang kurang maksimal selama proses perkuliahan. Misalnya saat sesi online, beberapa argumen mahasiswa yang hanya meniru pendapat temannya. Selain itu, alokasi waktu untuk kegiatan investigasi, desain produk, dan uji coba produk perlu ditetapkan secara jelas, agar proses perkuliahan dapat berjalan secara efisien.

Uji coba perkuliahan geosains dengan model STEM telah memberikan sejumlah bahan *feedback* untuk revisi model tersebut. Hasil revisi desain perkuliahan geosains dengan STEM-FC dapat ditunjukkan pada Tabel 1.1

Tahap	Home based activities/LMS	Classroom based activities
<b>Topik Gempa Bumi</b>		
<b>Orientation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Dosen</b> menayangkan video permasalahan gempa bumi pada LMS dan sejumlah pertanyaan diskusi terkait video tersebut.</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut pada LMS.</li> <li>• <b>Dosen</b> menayangkan tujuan perkuliahan yang harus dicapai mahasiswa pada topik gempa bumi.</li> <li>• <b>Dosen</b> mengunggah materi awal tentang gempa bumi dalam bentuk video.</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> menyimak materi tersebut dan membuat rangkuman video tersebut.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Dosen</b> secara verbal memulai diskusi tentang permasalahan yang telah diupload di LMS.</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> mengidentifikasi beberapa permasalahan tentang video gempa yang telah diunggah pada LMS</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> terlibat diskusi tentang materi yang telah diunggah dalam LMS.</li> <li>• <b>Dosen</b> mereview konsepsi awal mahasiswa tentang gempa dengan memberikan beberapa pertanyaan secara verbal.</li> </ul>
<b>Research</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mahasiswa</b> mencari berbagai informasi tentang bangunan tahan gempa</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> membuat rangkuman tentang karakteristik bangunan tahan gempa</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> mengupload rangkuman karakteristik bangunan tahan gempa tersebut di LMS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Dosen</b> meminta mahasiswa berinkuiri tentang teori gempa (<i>elastic rebound</i>) dengan panduan LKM 1</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> melakukan pratikum tentang teori <i>elastic rebound</i> dan menganalisis hasilnya</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> mendiskusikan tentang lokasi episenter gempa dengan panduan LKM 2.</li> <li>• <b>Dosen</b> melakukan <i>brainstorming</i> tentang bagaimana mencegah kerusakan bangunan terhadap gempa.</li> </ul>
<b>Design &amp; Develop</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Setiap mahasiswa diberi tugas untuk mendesain bangunan tahan gempa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mahasiswa</b> secara berkelompok menentukan desain bangunan tahan gempa yang telah disepakati oleh kelompok</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> menggambar desain bangunan tahan gempa</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> membuat bangunan tahan gempa berdasarkan alat dan bahan yang sudah disediakan oleh Dosen.</li> </ul>

Tahap	Home based activities/LMS	Classroom based activities
<b>Evaluation</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mahasiswa</b> melakukan uji coba bangunan tahan gempa dengan menggunakan <i>shake table</i> di depan kelas.</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> menganalisis hasil uji coba</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> mengevaluasi kelebihan dan kekurangan dari bangunan tahan gempa yang telah dibuat.</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> membuat rekomendasi perbaikan terhadap bangunan tahan gempa berdasarkan hasil evaluasi .</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> membuat kesimpulan tentang pembelajaran gempa bumi.</li> </ul>
<b>Topik Air Tanah</b>		
<b>Orientation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Dosen</b> menayangkan video tentang pencemaran permukaan air tanah akibat limbah pabrik dan sejumlah pertanyaan diskusi terkait video tersebut.</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut pada LMS.</li> <li>• <b>Dosen</b> menayangkan tujuan perkuliahan yang harus dicapai mahasiswa pada topik air tanah.</li> <li>• <b>Dosen</b> menggunggah materi tentang air tanah</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> menyimak materi tersebut dan membuat mind map tentang materi tersebut.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Dosen</b> secara verbal memulai diskusi tentang permasalahan yang telah diupload di LMS.</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> mengidentifikasi beberapa permasalahan tentang video permasalahan yang telah diunggah pada LMS</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> terlibat diskusi tentang materi yang telah diunggah dalam LMS.</li> <li>• <b>Dosen</b> mereview konsepsi awal mahasiswa tentang air tanah dengan memberikan beberapa pertanyaan secara verbal.</li> </ul>
<b>Research</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mahasiswa</b> mencari berbagai informasi tentang teknologi pengolahan air</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> membuat rangkuman tentang teknologi pengolahan air</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Dosen</b> meminta mahasiswa berinkuiri tentang konsep porositas dan permeabilitas panduan LKM 1</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> melakukan praktikum tentang porositas dan permeabilitas dan menganalisis hasilnya</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> mendiskusikan tentang peta aliran air tanah dengan panduan LKM 4.</li> <li>• <b>Dosen</b> melakukan <i>brainstorming</i> tentang bagaimana mengolah air yang tercemar.</li> </ul>
<b>Design &amp; Develop</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mahasiswa</b> secara berkelompok menentukan teknologi pengolahan air beserta material yang dibutuhkan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mahasiswa</b> membuat teknologi pengolahan air menggunakan material yang telah disepakati oleh kelompok.</li> </ul>

Tahap	Home based activities/LMS	Classroom based activities
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mahasiswa</b> menggambar desain teknologi pengolahan air.</li> </ul>	
<b>Evaluation</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mahasiswa</b> melakukan uji coba teknologi pengolahan air di depan kelas.</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> menganalisis hasil uji coba</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> mengevaluasi kelebihan dan kekurangan dari teknologi pengolahan air yang telah dibuat.</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> membuat rekomendasi perbaikan terhadap teknologi pengolahan air berdasarkan hasil evaluasi.</li> <li>• <b>Mahasiswa</b> membuat kesimpulan tentang pembelajaran air tanah.</li> </ul>

## PENUTUP

Berdasarkan uraian diatas, secara umum perkuliahan geosains dengan model STEM-FC mampu memfasilitasi mahasiswa untuk belajar secara aktif dan berpusat pada siswa. Mahasiswa diberikan tantangan untuk menciptakan produk inovatif berdasarkan disiplin STEM. Eksperimen yang dilakukan selama perkuliahan juga mampu meningkatkan motivasi mahasiswa dalam proses perkuliahan. Selain itu, kegiatan eksperimen yang dirancang selama proses perkuliahan mampu membuat mahasiswa belajar secara kolaboratif, hands on, dan minds on. Selain itu, eksperimen yang dibuat juga memudahkan mahasiswa untuk membangun konsep-konsep yang dipelajari secara mandiri.

## REFERENSI

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Project Based Learning Integrated to STEM to Enhance Elementary School's Students Scientific Literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 261–267.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunity*. Arlington, VI: National Science Teachers Association (NSTA) Press.
- Boyle, T., Bradley, C., Chalk, P., Jones, R., & Pickard, P. (2003). Using blended learning to improve student success rates in learning to program. *Journal of Educational Media*, 28(2–3), 165–178.
- Capraro, R. ., & Slough, S. (2013). *Why PBL? Why STEM? Why now? an Introduction to STEM Project-Based Learning*. In: Capraro R.M., Capraro M.M., Morgan J.R. (eds) *STEM Project-Based Learning*. Rotterdam: SensePublishers.

- Clark, L., Majumdar, S., Bhattacharjee, J., & Hanks, A. C. (2015). Creating an Atmosphere for STEM Literacy in the Rural South Through Student-Collected Weather Data. *Journal of Geoscience Education*, 115, 105–115.
- Dohn, N. B. (2013). Situational Interest in Engineering Design Activities. *International Journal of Science Education*, 12, 37–41.
- Firman, H. (2015). Pendidikan STEM. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA dan PKLH, Universitas Pakkuan* (pp. 1–9).
- Garrison, D. R., & Kanuka, H. (2004). Blended learning: uncovering its transformative potential in higher education. *The Internet and Higher Education*, 7(2), 95–105.
- Geological Society of America. (2016). *The Importance of Teaching Earth Science*. Retrieved from <http://www.geosociety.org> accessed on 20-03-2019
- Graham, C. R. (2006). Blended learning systems: definition, current trends and future directions. In C. J. Bonk, & C. R. Graham (Eds.). In , *Handbook of blended learning: Global perspectives, local designs*. San Francisco: Pfeiffer.
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2014). Differently: The Impact Of Student Factors. *International Journal of Science and Mathematics Education*
- Lou, S.-J., Tsai, H.-Y., Tseng, K.-H., & Shih, R.-C. (2014). Effects of Implementing STEM-I Project-Based Learning Activities for Female High School Students. *International Journal of Distance Education Technologies*, 12(1), 52–73
- Lim, D. H., & Morris, M. L. (2009). Learner and instructional factors influencing learning outcomes within a blended learning environment. *Educational Technology & Society*, 12(4), 282–293.
- Marulcu, I. (2015). Teaching habitat and animal classification to fourth graders using an engineering-design mode. *Research in Science & Technological Education*. 37–41.
- Plomp, T. (2013). Educational Design Research: An Introduction. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Educational Design Research* (p. 11). Enschede.
- National Academy of Sciences. (2012). *A Framework for K-12 Science Education Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas Committee*. Washington, DC 20055; The National Academy Press.
- National Research Council. (2011). *Successful K–12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC 20055: National Academies Press.
- O’Toole, J. M., & Absalom, D. J. (2003). The impact of blended learning on student outcomes: is there room on the horse for two? *Journal of Educational Media*, 28(2-3), 179–190.
- Tam, M. (2000). Constructivism, instructional design, and technology: implications for transforming distance learning. *Educational Technology and Society*, 3(2), 50–60.
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., & Chen, W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87–102.

- Voos, R. (2003). Blended learning what is it and where might it take us? *Sloan-C View*, 2(1), 2–5.
- Wagner, T. P., McCormick, K., & Martinez, D. M. (2015). Fostering STEM literacy through a tabletop wind turbine environmental science laboratory activity. *Journal Environmental Study of Science*.
- Yacobucci, M. M. (2013). Integrating Critical Thinking About Values Into an Introductory Geoscience Course. *Journal of Geoscience Education*, 363, 351–363.
- Yuen. T.T., Boekcing, M., Tiger, E.P., Gomez, A., Arreguin, A., & Stone, J. (2014). Group tasks, activities, dynamics and interaction in collaborative robotics projects with elementary and middle school children. *Journal of STEM Education*, 15(1), 39-45