

**WORKSHOP PEMBUATAN MAKET JEMBATAN DARI KAYU BALSA
SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN KREATIVITAS DAN PEMAHAMAN
KONSTRUKSI BAGI SISWA SMA DI SEKOLAH VICTORY PLUS BEKASI**

**WORKSHOP ON BUILDING BALSA WOOD BRIDGE MODELS:
ENHANCING CREATIVITY AND CONSTRUCTION UNDERSTANDING
FOR HIGH SCHOOL STUDENTS AT VICTORY PLUS SCHOOL, BEKASI**

M. Agphin Ramadhan^{1,a)}, Ansheila Rusyda Subiyantari^{1,b)}, Wildan Satria Kinasih
Gusti^{1,c)}, Rista Setiami^{1,d)}, dan Bayu Eka Sanktiaji^{1,e)}

Email : ^{a)}agphin@unj.ac.id, ^{b)}ansheila@unj.ac.id, ^{c)}wildansatria71@gmail.com,
^{d)}RistaSetiami_5415160106@mhs.unj.ac.id, ^{e)}bsanktiaji@gmail.com

¹Program Studi S1 Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas
Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta Timur, 13220, Indonesia

Abstract

The balsa wood bridge model workshop aimed to enhance high school students' understanding of fundamental construction concepts, develop technical skills, and strengthen teamwork capabilities through the integration of STEM-based learning. The activity was conducted at Sekolah Victory Plus Bekasi, involving 28 tenth-grade students. The primary issues identified were the students' limited understanding of abstract physics construction concepts, minimal technical skills in using tools, and lack of teamwork experience. The methodology included delivering fundamental construction material, forming groups, providing technical guidance, conducting the workshop, and evaluating outcomes through comprehension tests and bridge model results. The main material used was balsa wood, renowned for its lightweight and environmentally friendly properties. The results indicated a significant improvement in students' understanding, with post-test scores increasing by an average of 20% compared to pre-test scores. Additionally, two out of seven groups successfully completed their models according to the prescribed design, demonstrating sound technical skills and effective collaboration. The study concludes that integrating STEM through the creation of balsa wood bridge models effectively improves the quality of student learning. This activity has the potential to be expanded to other schools and developed with higher levels of complexity. It is recommended that additional training in tool usage and time management be provided to enhance future outcomes. Through this approach, STEM-based education in Indonesia is expected to grow further, offering long-term benefits for students and the broader educational landscape.

Received: 2024-01-05; Accepted: 2024-03-31

Keywords : *STEM Education, Bridge Model, Balsa Wood, Project-Based Learning*

Abstrak

Workshop pembuatan maket jembatan kayu balsa bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa SMA terhadap konsep dasar konstruksi, mengembangkan keterampilan teknis, dan memperkuat kemampuan kerja tim melalui integrasi pembelajaran berbasis STEM. Kegiatan ini dilaksanakan di Sekolah Victory Plus Bekasi dengan melibatkan 28 siswa kelas X. Permasalahan utama yang dihadapi mitra adalah kurangnya pemahaman konsep konsep fisika konstruksi secara abstrak, minimnya keterampilan teknis dalam menggunakan alat, serta pengalaman kerja tim yang terbatas. Metodologi yang digunakan meliputi pemberian materi dasar konstruksi, pembentukan kelompok, pemberian arahan teknis, pelaksanaan workshop, dan evaluasi melalui tes pemahaman serta hasil maket jembatan. Bahan utama yang digunakan adalah kayu balsa, yang dikenal karena sifatnya yang ringan dan ramah lingkungan. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan signifikan pada pemahaman siswa, dengan rata-rata skor post-test meningkat sebesar 20% dibandingkan pre-test. Selain itu, dua dari tujuh kelompok berhasil menyelesaikan maket sesuai dengan desain yang ditentukan, menunjukkan kemampuan teknis dan kolaborasi yang baik. Kesimpulan dari kegiatan ini adalah bahwa integrasi STEM melalui pembuatan maket jembatan kayu balsa efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran siswa. Kegiatan ini juga berpotensi untuk diperluas ke sekolah lain dan dikembangkan dengan tingkat kompleksitas yang lebih tinggi. Sebagai rekomendasi, pelatihan tambahan dalam penggunaan alat dan manajemen waktu dapat meningkatkan hasil kegiatan di masa mendatang. Dengan pendekatan ini, diharapkan pendidikan berbasis STEM di Indonesia dapat semakin berkembang, memberikan manfaat jangka panjang bagi siswa dan dunia pendidikan.

Kata Kunci : Pendidikan STEM, Maket Jembatan, Kayu Balsa, Pembelajaran Berbasis Proyek

PENDAHULUAN

Kayu balsa, yang dikenal di Indonesia sebagai kayu Jati Londo, merupakan salah satu jenis kayu yang cukup langka di Indonesia (Setiadi et al., 2021). Kayu ini memiliki karakteristik unik, yaitu kerapatan yang sangat rendah (sekitar 60 hingga 380 kg/m³) (Borrega & Gibson, 2015) dan rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi (Da Silva & Kyriakides, 2007). Kombinasi sifat-sifat ini menjadikan kayu balsa bahan yang ideal untuk berbagai aplikasi, termasuk pembuatan model konstruksi seperti jembatan. Dalam konteks pendidikan, penggunaan kayu

balsa untuk pembuatan model jembatan menawarkan peluang untuk mengintegrasikan pembelajaran berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics).

Kajian literatur menunjukkan bahwa integrasi STEM melalui proyek-proyek konstruksi telah diterapkan di berbagai tingkatan pendidikan. Sebagai contoh, siswa kelas VI SD berhasil menerapkan prinsip-prinsip STEM dalam pembuatan jembatan kertas (English & King, 2019). Di tingkat sekolah menengah, penggunaan dan pengujian model jembatan kayu balsa telah terbukti menjadi metode yang efektif untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap prinsip-prinsip fisika, teknik, dan matematika (Walkington et al., 2014). Namun, di Indonesia, adopsi metode ini masih relatif terbatas, terutama dalam konteks pengembangan keterampilan teknis siswa sekolah menengah.

Artikel ini menghadirkan kebaruan ilmiah dengan mengadopsi integrasi STEM dalam pembuatan maket jembatan kayu balsa untuk siswa SMA di Indonesia. Melalui pendekatan ini, diharapkan siswa tidak hanya memahami prinsip dasar konstruksi dan fisika, tetapi juga mengembangkan keterampilan teknis dan kerja tim yang relevan dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21. Kegiatan ini memberikan kontribusi dengan memanfaatkan kayu balsa, yang jarang digunakan di Indonesia, untuk memfasilitasi pembelajaran berbasis proyek.

Permasalahan utama yang dihadapi mitra, yaitu siswa kelas X SMA, adalah kurangnya pemahaman terhadap konsep dasar konstruksi, minimnya keterampilan teknis, dan kurangnya pengalaman dalam bekerja secara tim. Hal ini menjadi tantangan yang relevan untuk diatasi melalui pendekatan pembelajaran berbasis proyek yang terintegrasi dengan STEM.

Tujuan utama dari kegiatan ini adalah meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep dasar konstruksi, mengembangkan keterampilan teknis mereka dalam menggunakan alat dan bahan, serta memperkuat kemampuan kerja tim melalui pembuatan maket jembatan kayu balsa. Secara spesifik, kegiatan ini bertujuan agar minimal 80% siswa mampu memahami konsep dasar konstruksi jembatan. Dengan demikian, diharapkan hasil kegiatan ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam mendukung pendidikan STEM di tingkat sekolah menengah.

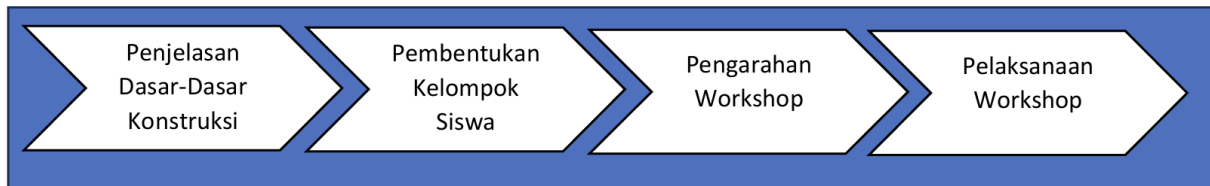
METODOLOGI KEGIATAN

Kegiatan dilaksanakan di Sekolah Victory Plus (SVP) Bekasi, yang berlokasi di Perumahan Kemang Pratama, Jalan Citra Niaga Raya Blok AO1-14, Bojong Rawalumbu, Kecamatan Rawalumbu, Kota Bekasi. Partisipan kegiatan adalah siswa kelas X Sekolah Menengah Atas (SMA) di sekolah tersebut. Pemilihan partisipan dilakukan dengan pendekatan purposif, yaitu seluruh siswa kelas X diundang untuk berpartisipasi, karena

kelompok ini dianggap sesuai dengan tujuan kegiatan, yakni meningkatkan kreativitas dan pemahaman dasar-dasar konstruksi di kalangan pelajar.

Bahan yang digunakan dalam kegiatan ini meliputi kayu balsa berukuran 1 x 1 x 100 cm sebagai bahan utama dalam pembuatan maket jembatan dan superglue untuk penyambungan komponen. Alat yang disediakan mencakup penggaris dan cutter untuk memastikan pengukuran dan pemotongan material dilakukan dengan presisi.

Adapun pelaksanaan kegiatan ini dilakukan melalui beberapa tahapan, sebagai berikut:



Gambar 1. Rangkaian Pelaksanaan Kegiatan

Pemberian Penjelasan Dasar: Sebelum memulai workshop, siswa diberikan materi mengenai dasar-dasar pengenalan jembatan, termasuk jenis-jenis jembatan, prinsip konstruksi, dan pentingnya perencanaan struktur. Materi disampaikan dalam bentuk presentasi interaktif oleh narasumber. Selanjutnya, siswa dibagi ke dalam kelompok yang terdiri atas empat orang per kelompok. Pembagian ini bertujuan untuk mendorong kolaborasi dan kerja tim selama kegiatan berlangsung.

Tahap berikutnya, narasumber memberikan arahan. Setiap kelompok diberikan gambar model jembatan yang akan dibuat, beserta bahan dan alat yang diperlukan. Narasumber memberikan arahan mengenai langkah-langkah dalam pembuatan maket jembatan kayu balsa, termasuk teknik pemotongan, perakitan, dan penyambungan material.

Pada pelaksanaan workshop siswa secara langsung mempraktikkan pembuatan maket jembatan dengan bimbingan narasumber. Selama proses ini, siswa didorong untuk mendiskusikan dan mengeksplorasi desain serta penerapan prinsip konstruksi.

Setelah workshop selesai, siswa diberikan tes untuk mengukur pemahaman mereka mengenai dasar-dasar konstruksi jembatan. Tes ini dirancang untuk mengidentifikasi sejauh mana siswa memahami konsep-konsep yang telah disampaikan dan diterapkan selama kegiatan.

Model jembatan yang dibuat menggunakan kayu balsa telah dirancang untuk merepresentasikan struktur sederhana yang memungkinkan siswa memahami konsep dasar konstruksi, seperti distribusi beban dan stabilitas. Alat seperti penggaris dan cutter diperlukan untuk memastikan proses pengerjaan efisien dan aman bagi siswa. Produktivitas dinilai berdasarkan kemampuan setiap kelompok menyelesaikan maket dalam waktu yang ditentukan.

Data dikumpulkan melalui observasi selama kegiatan berlangsung, tes pemahaman setelah workshop, dan dokumentasi hasil kerja siswa berupa maket yang dihasilkan. Observasi dilakukan untuk menilai partisipasi aktif siswa dan efektivitas bimbingan narasumber. Tes pemahaman digunakan untuk mengukur keberhasilan transfer pengetahuan, sedangkan dokumentasi hasil kerja memberikan gambaran mengenai tingkat kreativitas dan ketelitian siswa dalam menyelesaikan tugas.

Data dari observasi, tes, dan dokumentasi dianalisis secara deskriptif. Observasi dianalisis untuk mengidentifikasi pola interaksi dan tantangan yang dihadapi selama kegiatan. Hasil tes dianalisis secara kuantitatif untuk menghitung skor rata-rata dan distribusi pemahaman siswa. Dokumentasi maket dinilai secara kualitatif berdasarkan kriteria desain, kekuatan struktur, dan kesesuaian dengan model yang diberikan. Analisis ini memberikan gambaran komprehensif mengenai pencapaian tujuan kegiatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potret dan Khalayak Sasaran

Kegiatan ini melibatkan 28 siswa kelas X Sekolah Victory Plus Bekasi sebagai partisipan. Usia rata-rata siswa adalah 15–16 tahun, dengan sebagian besar baru mulai mempelajari mata pelajaran Fisika sebagai bagian dari kurikulum di tingkat SMA. Berdasarkan observasi awal, siswa memiliki pengetahuan teoritis yang sangat dasar terkait konsep konstruksi, seperti gaya, beban, dan stabilitas struktur. Namun, keterampilan teknis, seperti menggunakan alat pengukur atau memotong bahan dengan presisi, masih sangat terbatas. Selain itu, pengalaman kerja tim mereka juga belum optimal, terlihat dari kesulitan dalam berbagi tugas dan mengatur waktu selama simulasi awal kegiatan.

Masalah utama yang dihadapi siswa sebelum kegiatan adalah: pertama, kurangnya pemahaman dasar konstruksi. Sebagian besar siswa memahami konsep fisika konstruksi secara abstrak, tetapi belum mampu mengaplikasikannya dalam bentuk nyata. Kedua, minimnya keterampilan teknis. Siswa memiliki pengalaman terbatas dalam menggunakan alat-alat seperti gergaji kayu, meteran, dan penggaris untuk tujuan konstruksi. Termasuk, kurangnya pengalaman kerja tim. Sebagian besar siswa belum terbiasa bekerja dalam kelompok untuk menyelesaikan proyek berbasis tugas yang memerlukan koordinasi dan komunikasi yang baik.

Hasil Kegiatan dan Dampaknya

Kegiatan workshop berhasil melibatkan seluruh 29 siswa yang terbagi dalam 7 kelompok. Selama workshop, siswa diberi kesempatan untuk mengaplikasikan teori fisika

yang telah dipelajari ke dalam praktik pembuatan maket jembatan kayu balsa. Foto-foto pelaksanaan workshop menunjukkan aktivitas siswa yang sedang memotong dan mengukur kayu balsa dengan menggunakan alat seperti penggaris dan cutter.



Gambar 2. Pelaksanaan Kegiatan

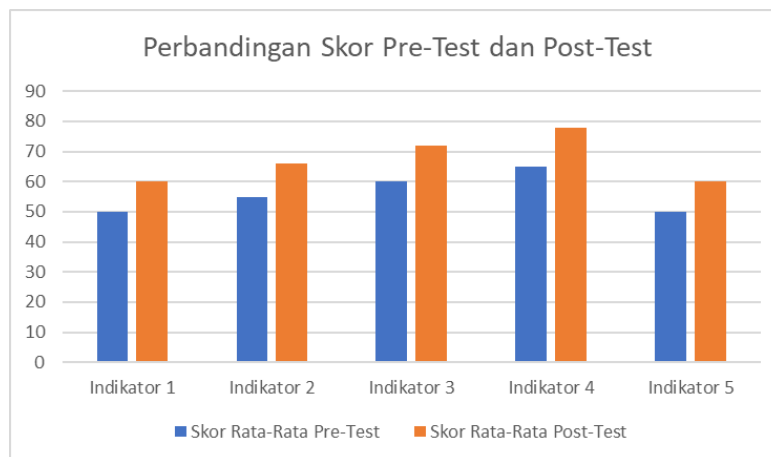
Namun, dari 7 kelompok yang berpartisipasi, hanya 2 kelompok yang berhasil menyelesaikan maket jembatan sesuai dengan desain dalam waktu 2,5 jam yang dialokasikan (lihat Gambar 3). Kelompok lainnya menghadapi berbagai kendala, seperti kesulitan dalam menyusun komponen secara presisi dan tantangan dalam pembagian tugas antar anggota. Hal ini menunjukkan adanya variasi dalam tingkat keterampilan teknis dan koordinasi tim di antara kelompok.



Gambar 3. Hasil Penyuluhan

Workshop ini memberikan dampak positif bagi siswa, baik dari sisi pengetahuan maupun keterampilan. Ditinjau dari sisi pengetahuan, hasil tes yang dilakukan sebelum dan sesudah

workshop menunjukkan peningkatan skor rata-rata sebesar 20%. Hal ini mencerminkan pemahaman siswa terhadap konsep dasar konstruksi jembatan telah meningkat cukup signifikan. Konsep dasar konstruksi jembatan yang diukur terdiri dari: 1) Mengidentifikasi jenis-jenis gaya yang bekerja pada jembatan, 2) Menjelaskan bentuk struktur yang mampu menjaga stabilitas dan keseimbangan struktur, 3) Menginterpretasikan gambar desain jembatan, 4) Menjelaskan bahan konstruksi yang digunakan, dan 5) Mengaitkan teori dengan praktik. Gambar 4 menunjukkan perbandingan skor pre-test dan post-test siswa dalam memahami konsep dasar konstruksi jembatan.



Gambar 4. Diagram Perbandingan Skor Pre-Test dan Pos-Test Siswa dalam Memahami Konsep Dasar Konstruksi Jembatan

Selain itu, kegiatan ini berdampak pada pengembangan keterampilan teknis. Meskipun tidak semua kelompok mampu menyelesaikan maket jembatan kayu balsa, terdapat dua kelompok yang berhasil menyelesaikan maket. Mereka menunjukkan kemampuan menggunakan alat dengan lebih baik, terutama dalam memotong kayu balsa dengan presisi dan menyambung komponen menggunakan super glue. Bagi kelompok yang berhasil menyelesaikan maket tersebut, mereka juga telah mampu untuk bekerja sama, saling berbagi tugas, dan menyelesaikan masalah bersama, yang merupakan keterampilan penting dalam pembelajaran berbasis proyek.

Kegiatan ini diselenggarakan sebagai upaya SVP untuk menerapkan pembelajaran STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Beberapa literatur ilmiah memperkuat pernyataan ini bahwa workshop pembuatan maket jembatan kayu balsa menerapkan konsep STEM, seperti yang dilakukan oleh Sánchez-Cambronero et al. (2021) dan Walkington et al. (2014).

Pembelajaran STEM yang memadukan sains, teknologi, teknik, dan matematika melalui pembelajaran langsung berbasis masalah memiliki beberapa dampak, antara lain: Pertama, mengembangkan keterampilan teknis. Siswa belajar merancang, menganalisis, dan membangun struktur, yang merupakan keterampilan dasar dalam bidang teknik (Ardakani,

2020). Kedua, mendorong siswa untuk kreatif. Proses berulang dalam merancang, membangun, dan menguji jembatan menumbuhkan kreativitas dan inovasi (Li & Chen, 2019). Ketiga, meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Siswa dituntut untuk memecahkan berbagai tantangan teknis dan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah (Garner et al., 2017). Keempat, meningkatkan kerja sama tim dan kolaborasi. Workshop sering kali melibatkan proyek kelompok sehingga membantu siswa mengembangkan keterampilan kerja sama tim dan komunikasi (Pate et al., 2023). Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya memberikan pemahaman konseptual dan teknis kepada siswa tetapi juga memperkuat aspek keterampilan non-teknis seperti komunikasi dan kerja tim, yang berperan penting dalam keberhasilan siswa di masa depan.

Evaluasi, Kendala, dan Keberlanjutan

Evaluasi kegiatan dilakukan dengan menggunakan beberapa kriteria utama, yaitu jumlah maket yang berhasil diselesaikan, hasil tes pemahaman siswa sebelum dan sesudah workshop, serta tingkat partisipasi siswa selama proses berlangsung. Indikator keberhasilan meliputi peningkatan skor tes pemahaman siswa, tingkat penyelesaian maket sesuai desain, serta umpan balik positif yang diberikan oleh siswa melalui kuesioner evaluasi. Sebagai tolok ukur, target awal kegiatan adalah mencapai 80% siswa yang mampu memahami konsep dasar konstruksi setelah workshop, yang sebagian besar telah berhasil tercapai berdasarkan hasil tes post-test yang menunjukkan peningkatan rata-rata sebesar 20%.

Namun, terdapat beberapa kendala yang dihadapi selama pelaksanaan kegiatan. Kendala utama adalah keterbatasan waktu, di mana durasi 2,5 jam tidak cukup bagi sebagian besar kelompok untuk menyelesaikan maket dengan sempurna. Selain itu, perbedaan tingkat keterampilan teknis siswa dalam menggunakan alat seperti cutter dan penggaris juga mempengaruhi hasil akhir. Kendala lain termasuk kesulitan dalam koordinasi kelompok, terutama bagi siswa yang kurang berpengalaman dalam bekerja secara tim.

Dampak keberlanjutan dari kegiatan ini cukup signifikan. Workshop ini memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut dengan memperluas jangkauan ke sekolah lain atau dengan meningkatkan kompleksitas proyek konstruksi di masa depan, seperti membuat maket dengan struktur yang lebih realistis dan melibatkan beban dinamis. Selain itu, kegiatan ini dapat menjadi model untuk pengembangan pembelajaran berbasis proyek yang terintegrasi dengan kurikulum STEM. Pelatihan tambahan bagi siswa mengenai penggunaan alat-alat teknis juga dapat meningkatkan hasil di masa mendatang. Dengan keberhasilan yang telah dicapai, kegiatan ini memiliki potensi untuk menjadi program rutin yang mendukung penguatan pendidikan STEM di kalangan siswa sekolah menengah.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilaksanakan berhasil mencapai tujuan yang telah dirumuskan, yaitu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep dasar konstruksi, mengembangkan keterampilan teknis, dan memperkuat kemampuan kerja tim melalui pembuatan maket jembatan kayu balsa. Sebagian besar siswa menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep dasar konstruksi jembatan. Selain itu, keterampilan teknis siswa dalam menggunakan alat dan bahan juga meningkat, terutama pada kelompok yang berhasil menyelesaikan maket sesuai dengan desain yang ditentukan.

Kegiatan ini menunjukkan bahwa integrasi STEM melalui pembelajaran berbasis proyek memiliki potensi besar dalam meningkatkan kualitas pendidikan di tingkat sekolah menengah. Penggunaan kayu balsa sebagai bahan utama tidak hanya memberikan pengalaman pembelajaran yang aplikatif tetapi juga memperkenalkan siswa pada material yang ramah lingkungan dan jarang digunakan di Indonesia.

Sebagai rekomendasi, kegiatan serupa dapat diperluas ke sekolah lain dengan fokus pada pengembangan keterampilan yang lebih kompleks, seperti pembuatan maket dengan struktur yang lebih realistis dan melibatkan simulasi beban dinamis. Selain itu, pelatihan tambahan untuk siswa dalam penggunaan alat teknis dan manajemen waktu dapat meningkatkan hasil kegiatan di masa mendatang. Pemerintah dan institusi pendidikan diharapkan dapat mendukung penerapan pembelajaran berbasis STEM secara lebih luas untuk menghasilkan generasi yang kompeten dalam menghadapi tantangan teknologi dan inovasi di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardakani, S. M. S. (2020). Incorporating an entrepreneurial mindset competition into a structural analysis course. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, 2020-June. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85095769263&partnerID=40&md5=6b5f79c01a860f9930048c92e2b2cd34>
- Borrega, M., & Gibson, L. J. (2015). Mechanics of balsa (*Ochroma pyramidale*) wood. *Mechanics of Materials*, 84, 75–90. <https://doi.org/10.1016/j.mechmat.2015.01.014>
- Da Silva, A., & Kyriakides, S. (2007). Compressive response and failure of balsa wood. *International Journal of Solids and Structures*, 44(25–26), 8685–8717. <https://doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2007.07.003>
- English, L. D., & King, D. (2019). STEM Integration in Sixth Grade: Designing and Constructing Paper Bridges. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(5), 863–884. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9912-0>
- Garner, C., Rambo-Hernandez, K. E., Naz, A., & Lu, M. (2017). Improving high school math teachers' confidence and skills in assessment of engineering project-based learning. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, 2017-June. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85030533504&partnerID=40&md5=93178a584adab70f2134fee28b169016>
- Li, W., & Chen, C. (2019). An empirical study on STEM learning satisfaction and tendency for creativity of chinese secondary school students. *Proceedings of International Conference*

- on Computational Thinking Education, 116–121.
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85093081187&partnerID=40&md5=a4c7cec27afa9cf0eb5ceff0914940ba>
- Pate, M. L., Miller, B., Richard Beard, F., Miller, R., & Hatch, R. (2023). Quantitative Intensive for the not so Mathematically Minded: Project Based Research in Agricultural Systems. 2023 ASABE Annual International Meeting. <https://doi.org/10.13031/aim.202301486>
- Sánchez-Cambronero, S., Lozano-Galant, J. A., Castilla, F. J., Poveda, E., Galán, Á., Porras, R., Gallego, I., & López-Moya, R. (2021). Introducing High School Students into the Multidisciplinary World of Bridge Construction Using Project-Based Learning. *Journal of Civil Engineering Education*, 147(1). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.2643-9115.0000022](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.2643-9115.0000022)
- Setiadi, M. R., Abdillah, H., & Agustine, D. (2021). Pengujian Kayu Balsa untuk Struktur Jembatan. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik*, 2(1), 14–22. <http://ejournal.unis.ac.id/index.php/jimtek/article/view/1319>
- Walkington, C. A., Nathan, M. J., Wolfgram, M., Alibali, M. W., & Srisurichan, R. (2014). Bridges and barriers to constructing conceptual cohesion across modalities and temporalities: Challenges of STEM integration in the pre-college engineering classroom. In *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices* (pp. 183–210). Purdue University Press. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85015975579&partnerID=40&md5=103ec52b27603cfb6b32fff969a503c3>