



SEL VOLTA

DENGAN PENDEKATAN *STEM-MODELING*

NONFIKSI

ISSN 978-623-95448-4-3



9 786239 544843

Giyanto
Leny Heliawati
Bibin Rubini

SEL VOLTA

DENGAN PENDEKATAN STEM-MODELING

Undang-undang Nomor 19 Tahun 2002
Tentang Hak Cipta

Pengertian Hak Cipta

Pasal 2

1. Hak cipta merupakan hak eksklusif bagi pencipta atau pemegang hak cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Ketentuan Pidana (Pasal 72)

1. Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 Ayat (1) atau Pasal 49 Ayat (1) dan Ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta atau hak terkait sebagaimana dimaksud pada Ayat (1) dipidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

SEL VOLTA

DENGAN PENDEKATAN STEM-MODELING

Giyanto

Heliawati Leny

Bibin Rubini

Lindan  Bestari

Penerbit
Lindan Bestari

Sel Volta dengan Pendekatan *STEM-Modeling*

Penulis:

Giyanto, Heliawati Leny, Bibin Rubini

ISBN : 978-623-95448-4-3

Penyunting : Mukodas

Tata Letak : Gozali

Desain Sampul : Andri Novadina

Diterbitkan oleh : Penerbit Lindan Bestari

Diterbitkan oleh CV Lindan Bestari

Penerbit Anggota IKAPI

Alamat Redaksi

Jln. Raya Leuwiliang, Ds. Cibeber II

Kampung Cibeber IV. RT 02/02

Leuwiliang, Bogor. 16640

lindan.bestari@gmail.com

www.lindanbestari.com

0816-263-895

Cetakan Pertama Desember 2020

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara apapun tanpa izin dari penerbit.

Prakata

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah *Subhanahuwata'ala*, karena buku ini telah selesai disusun. Buku ini disusun agar dapat membantu para guru maupun siswa dalam mempelajari konsep-konsep Sel Volta dengan pendekatan STEM-Modeling.

Materi yang disajikan dalam buku referensi meliputi teori tentang Sel Volta dan bagaimana mempelajari Sel Volta dengan pendekatan STEM-Modeling yang merupakan hasil penelitian dari program hibah Penelitian Tesis Magister (PTM) Tahun 2019/2020 yang diselenggarakan oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada berbagai pihak di antaranya adalah sebagai berikut.

1. Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi.
2. Ketua Lembaga Penelitian Universitas Pakuan yang telah membantu dalam urusan pengusulan proposal.

3. Ketua Program Studi S-2 Pendidikan IPA Universitas Pakuan yang telah memfasilitasi penulis selama penyusunan buku.

Serta pihak-pihak lainnya yang telah membantu sehingga keinginan penulis menulis buku ini dapat terlaksanakan sesuai waktu yang direncanakan.

Penulis pun menyadari jika di dalam penyusunan buku ini mempunyai kekurangan, namun penulis meyakini sepenuhnya bahwa sekecil apapun buku ini tetap akan memberikan sebuah manfaat bagi pembaca.

Akhir kata untuk penyempurnaan buku ini, maka kritik dan saran dari pembaca sangatlah berguna untuk penulis di masa yang akan datang.

Bogor, Oktober 2020

Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar	v
Daftar isi	vi
Bab I Pendahuluan	1
Bab II Sel Volta dengan Pendekatan <i>STEM-Modeling</i>	9
Bab III STEM dalam Topik Sel Volta	17
Bab IV <i>Modeling Instruction</i> dalam Membelajarkan Sel Volta	39
Bab V Mengevaluasi Baterai pada Mobil	43
5.1 Konstruksi Baterai	43
5.2 Elektrolit Baterai	46
5.3 Reaksi Kimia pada Baterai	46
5.4 Mengevaluasi Aki	49
Bab VI Pengembangan Bahan Ajar dan Implementasi Pembelajaran Berbasis <i>STEM-Modeling</i> pada Materi Sel Volta	54
6.1 Hasil Pengembangan E-Modul	54
6.2 Hasil Uji Coba Implementasi E-Modul Berbasis <i>STEM- Modeling</i>	66
6.3 Pengujian Keefektifan E-Modul dan Pembahasan	75
Bab VII Penutup	79
Daftar Pustaka	81
Glosarium	86
Biodata Penulis	88

BAB 1

PENDAHULUAN

Dalam dunia Otomotif, kita tentu tidak asing lagi dengan benda ini, benda yang berfungsi sebagai sumber energi yang sangat penting. Benda apakah itu?

Yup benar, aki (ACCU) namanya. Aki atau baterai merupakan topik bahasan yang sangat penting dalam dunia SMK kompetensi keahlian Teknik Kendaraan Ringan dan juga bagi siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) kelas XII. Hal ini disebabkan pembelajaran saat ini diharapkan kontekstual sesuai dengan kondisi lingkungan. Dalam hal ini ilmu kimia bukan sekadar ilmu teoretis, tetapi juga aplikatif yang mampu memecahkan berbagai permasalahan pada era revolusi industri 4.0 saat ini.

Pada era revolusi industry 4.0 diharapkan dapat diimplementasikan pembelajaran abad 21. Untuk membelajarkan peserta didik agar memiliki keterampilan abad 21, guru harus mampu mengubah orientasi pembelajaran dari pembelajaran berpusat pada guru (*teacher centered*) menjadi pembelajaran berpusat pada peserta didik (*student*

centered) dan cara peserta didik mendapatkan pengetahuannya secara konstruktif (Ah-nam & Osman, 2017; Redhana, 2019). Salah satu pendekatan pembelajaran yang dapat mengakomodasi karakteristik pembelajaran tersebut adalah pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* atau disingkat dengan *STEM* (Meyrick, 2011; Wilcox *et al*, 2017; Ridwan & Rahmawati, 2017) dengan pemodelan (*Modeling Instruction*) (Jackson *et al*, 2007; Cullen, 2015).

Modeling Instruction merupakan pendekatan pembelajaran yang melibatkan siswa untuk mengonstruksi model sains dalam pembelajaran. Model sains digunakan dalam pemecahan masalah-masalah sains berdasarkan pengetahuan yang telah dimiliki siswa. Siswa melakukan konstruksi pengetahuan melalui kegiatan ilmiah yang meliputi konstruksi model, mengecek kebenaran model dan melakukan revisi kemudian siswa memecahkan masalah sains dengan model yang telah dikonstruksi tersebut. *Modeling Instruction* dilaksanakan melalui dua tahap yaitu *model development* dan *model deployment*. Secara garis besar, siswa membangun model pada tahap *model development* melalui kegiatan praktikum dan diskusi selanjutnya menerapkan model yang

diperoleh untuk menyelesaikan masalah dalam *model deployment* (Sujarwanto & Hidayat, 2014). *Modeling Instruction* relevan dibelajarkan dengan pendekatan *STEM*.

Pembelajaran dengan pendekatan *STEM* dan pemodelan perlu ditunjang dengan bahan ajar yang representatif. Bahan ajar yang representatif harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut: kecermatan isi; ketepatan cakupan; kemutakhiran materi; ketercernaan naskah; penggunaan bahasa; dan penggunaan ilustrasi. Khususnya pada Sekolah Menengah Kejuruan, maka point penting dalam bahan ajar adalah ketepatan cakupan dan kemutakhiran materi (Depdiknas, 2008).

Bahan ajar yang representatif hendaknya menyesuaikan situasi dan kondisi lingkungan. Kondisi di mana terjadi pandemik covid-19 seperti saat ini diperlukan terobosan agar format bahan ajar dapat dipakai praktis dan efisien, salah satu contohnya adalah dikemas dalam bentuk e-modul. *Electronic module* (e-modul) merupakan salah satu jenis bahan ajar yang disusun secara sistematis, sehingga siswa mampu belajar secara mandiri, aktif dan kreatif. E-modul hendaknya mengakomodasi karakteristik pembelajaran abad 21 agar mampu menciptakan siswa yang memiliki penguasaan konsep

kuat dan kreativitas yang tinggi (Mulyadi, *et al.*, 2019; Shobrina, *et al.* 2020; Kurniawati *et al.*, 2020; Cahyani, *et al.*, 2020).

Berdasarkan studi pendahuluan pada 16 guru kimia di 16 sekolah berbeda di Kota dan kabupaten Sukabumi, ditemukan bahwa bahan ajar yang dipakai secara umum sudah baik dalam beberapa hal seperti: penggunaan Bahasa; ketercernaan naskah; dan penggunaan ilustrasi. Namun demikian, untuk komponen isi ada beberapa indikator yang belum memadai yakni belum mengakomodasi kebutuhan siswa yang kontekstual sesuai dengan kompetensi keahlian. Bahan ajar yang ada juga tidak ada satupun yang mengakomodasi pendekatan yang mampu menjadikan siswa sebagai subjek pembelajar yang kreatif. Analisis terhadap isi bahan ajar ditemukan fakta-fakta yang menunjukkan bahwa bahan ajar yang ada amenujukkan tidak kontekstual sehingga menimbulkan permasalahan belajar bagi siswa. Studi awal menemukan dari 95 orang siswa, kemampuan berpikir kreatif siswa baru mencapai 27,03%. Penguasaan konsep juga relatif rendah dengan rata-rata nilai hasil belajar sebesar 22,4 dari skor maksimal 100. Rendahnya kreativitas salah satunya disebabkan karena bahan ajar belum

berorientasi untuk menuntun siswa menciptakan suatu karya atau produk. Rendahnya penguasaan konsep siswa diduga terjadi karena bahan ajar yang ada dikemas dalam penyajian konten pengetahuan secara langsung, tidak disertai kegiatan-kegiatan kontekstual yang mampu mendorong siswa menemukan konsep. Dengan demikian dapat dikatakan, bahan ajar yang digunakan guru dalam pembelajaran tidak layak dari sisi konten, tidak kontekstual dan dari sisi penyajian tidak memfasilitasi siswa membangun sendiri kemampuan sains-nya, sehingga berakibat pada rendahnya kreatifitas maupun penguasaan konsep.

Permasalahan bahan ajar menjadi semakin kompleks dalam pembelajaran saat penelitian dilakukan karena dalam situasi pademi covid-19. Siswa dan sekolah sasaran penelitian berstatus zona merah, artinya siswa dan guru belajar dari rumah yang dilakukan melalui daring atau online. Situasi belajar di rumah tetap harus berjalan sesuai dengan kebijakan pemerintah di Indonesia. Kebutuhan bahan ajar untuk mengatasi berbagai temuan dalam studi pendahuluan dan kebutuhan mengemas penyajian bahan ajar secara daring menjadi sangat penting dilakukan penelitian. Bahan ajar dikembangkan agar siswa mampu meningkatkan penguasaan

konsep maupun kreativitas siswa dalam situasi pembelajaran daring, maka dipihlah bahan ajar berbentuk e-modul. Apabila hal ini tidak dilakukan segera, maka dikhawatirkan tujuan pendidikan yang salah satu aspeknya adalah menjadikan siswa kreatif, tidak dapat tercapai.

Bahan ajar ideal sesuai tuntutan pembelajaran abad 21 harus mampu mendorong siswa untuk kreatif dan mampu membangun sendiri konsep keilmuan. Bahan ajar yang mampu mendorong siswa kreatif mempunyai ciri pada penyajiannya yang menjadikan siswa sebagai pusat pembelajar (Czajka & Mcconnell, 2019; Rayens & Ellis, 2018). Bahan ajar yang dapat mendorong penguasaan konsep siswa adalah bahan ajar yang bersifat kontekstual sesuai dengan kehidupan (Prins, *et al*, 2018) dan yang sesuai kompetensi keahlian (Supriadi, *et al*, 2020).

Kreativitas siswa juga bisa dikembangkan melalui bahan ajar dengan mengintegrasikan berbagai bidang keilmuan. Dalam hal ini, STEM mampu meningkatkan kreativitas (Henriksen, 2014). Adapun Penguasaan konsep siswa, berdasarkan penelitian Edwards & Head (2016), Cullen (2015), (Jackson *et al.*, 2007) mampu ditingkatkan dengan pembelajaran pemodelan. Bahan ajar berbasis STEM yang

diimplementasikan dengan pembelajaran pemodelan akan menjadi kombinasi yang unik dan menarik. Terjadi gap yang cukup jauh antara kondisi bahan ajar di berbagai sekolah dengan kondisi ideal bahan ajar yang sesuai dengan kriteria pembelajaran abad 21. Apabila kondisi ini tidak segera diatasi dengan cara pengembangan bahan ajar yang kontekstual, mengintegrasikan berbagai bidang ilmu dan disajikan secara konstruktivis, maka akan berdampak luas pada rendahnya kreativitas maupun penguasaan konsep siswa. Sehingga sangat penting untuk segera dilakukan pembuatan bahan ajar sesuai dengan kriteria tersebut.

Salah satu topik bahasan yang sangat penting dalam dunia SMK kompetensi keahlian Teknik Kendaraan Ringan Otomotif adalah baterai. Baterai mempunyai peranan penting seperti: sumber energi listrik; menghidupkan mesin; dan sumber kelistrikan lainnya dalam mobil. Dalam pelajaran Kimia topik baterai dibahas secara intensif pada materi Elektrokimia-Sel Volta. Kebanyakan siswa SMK memahami baterai hanya sebatas pengukuran saja, belum secara mendetail hingga ke reaksi-reaksi yang ada dalam baterai. Hal ini berakibat para siswa hanya mampu merekomendasi baterai seperti ganti baterai atau tidak berdasarkan pengukuran tadi.

Padahal harapannya para siswa di samping merekomendasi harus bisa melakukan perbaikan mandiri jika baterai mengalami kerusakan. Lebih jauh dari itu semua, harapannya adalah siswa mampu mendesain dan membuat battery sendiri. Melihat permasalahan tersebut, sangat menarik untuk melakukan riset dengan topik “Pengembangan E-Modul Berbasis *STEM-Modeling* pada Materi Sel Volta untuk Meningkatkan Kreativitas dan Penguasaan Konsep Siswa”. Hasil penelitian ini kemudian dituangkan dalam bentuk karya buku referensi yang ada di hadapan pembaca saat ini.

BAB VII

PENUTUP

Dari uraian dan pembahasan di atas dapat diperoleh kesimpulan bahwa telah dikembangkan bahan ajar berbentuk e-modul berbasis *STEM-Modeling* yang berisi materi tentang Sel Volta dengan spesifikasi yang unik yaitu bahan ajar yang aspek kontennya kontekstual dan spesifik sesuai dengan kompetensi keahlian dan aspek penyajiannya, mengintegrasikan *STEM-Modeling*, *student centered* dan merangsang kreativitas siswa. Bahan ajar juga telah melalui proses penilaian kelayakan, uji efektivitas terhadap kreativitas, dan penguasaan konsep siswa. Hasil uji kelayakan menggunakan lembar penilaian bahan ajar, diolah dengan prosedur CVI/CVR menunjukkan bahan ajar termasuk kategori layak digunakan dengan nilai rata-rata CVI sebesar 0,94.

Uji efektivitas menunjukkan e-modul berbasis *STEM-Modeling* yang dibelajarkan secara daring dapat meningkatkan baik kreativitas maupun penguasaan konsep ditandai dengan N-gain kategori sedang yaitu N-gain kreatifitas sebesar 0,65 dan N-Gain penguasaan konsep

sebesar 0,63. Efektivitas implementasi e-modul secara daring berdasar umpan balik siswa juga cukup efektif dengan nilai efektivitas mencapai 72,06 % untuk aspek penugasan dan 78 % untuk aspek angket siswa. Dapat disimpulkan e-modul efektif digunakan dalam pembelajaran daring, terutama pada saat pandemik Covid-19.

DAFTAR PUSTAKA

- Ah-Nam, L., & Osman, K. (2017). Developing 21st century skills through a constructivist-constructionist learning environment. *K-12 STEM Education*, 3(2), 205-216.
- Anik, K., Sudana, I. N., & Setyosari, P. (2019). The Effects of Electronic Modules in Constructivist Blended Learning Approaches to Improve Learning Independence. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 9(10), 82-93.
- Association American Modeling Teacher. (2018). Synopsis Of Modeling. Retrieved January 14, 2020, from <https://modelinginstruction.org/>
- Aulia, A., & Andromeda, A. (2019). Pengembangan E-Modul Berbasis Inkuiri Terbimbing Terintegrasi Multirepresentasi dan Virtual Laboratory pada Materi Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit untuk Kelas X SMA/MA. *Edukimia*, 1(2), 94-102.
- Azhar. (2017). Lantanida Journal, Vol. 5 No. 1, 2017. *Lantanida Journal*, 5(1), 73-82.
- Brame, C. J. (2016). Effective educational videos: Principles and guidelines for maximizing student learning from video content. *CBE—Life Sciences Education*, 15(4), es6.
- Cullen, D. M. (2015). Modeling Instruction: A Learning Progression That Makes High School Chemistry More Coherent to Students. *Journal of Chemical Education*, 92, 1269-1272. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00544>
- Czajka, C. D., & McConnell. (2019). The adoption of student-centered teaching materials as a professional development experience for college faculty professional development experience for college faculty. *International Journal of Science Education*, 0(0), 1-19. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1578908>.

- Edwards, A. D., & Head, M. (2016). Introducing a Culture of Modeling To Enhance Conceptual Understanding in High School Chemistry Courses. *Journal of Chemical Education*, 93(8),1377–1382. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00125>
- Febriyandi, F., & Andromeda, A. (2019). Pengembangan E-Modul Berbasis Inkuiri Terbimbing Terintegrasi Laboratorium Virtual Pada Materi Sistem Koloid Kelas XI SMA/MA. *Edukimia*, 1(3), 24-30.
- Guzey, S. S., Ring-whalen, E. A., Harwell, M., & Peralta, Y. (2017). Life STEM: A Case Study of Life Science Learning Through Engineering Design. *Int J of Sci and Math Educ*. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9860-0>
- Helsy, I., I. Farida, and M. A. Ramdhani. (2017). "Volta-Based Cells Materials Chemical Multiple Representation to Improve Ability of Student Representation." In *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 895, no. 1, p. 012010. IOP Publishing
- Iriani, R., Norjanah, I., & Kusasi, M. (2020, February). The Development of Electronic Publication Module Integrated with Means-Ends Analysis Learning Model to Improve Students' Analytical Thinking Skill in Stoichiometry Materials. In *1st South Borneo International Conference on Sport Science and Education (SBICSSE 2019)* (pp. 196-199). Atlantis Press.
- Jackson, J., Dukerich, L., & Hestenes, D. (2007). Modeling Instruction : An Effective Model for Science Education. *Science Educator*, 17(April 2015), 10–17.
- Jenkins, J. L. and H. M. Elizabeth. (2019). Implementation of Modeling Instruction in a High School Chemistry Unit on Energy and States of Matter, *30(2)*, 97–104.
- Kapila, Vikram, Iskander, M. (2014). Lessons Learned from Conducting a K-12 Project to Revitalize Achievement by Using Instrumentation in Science Education. *Journal of STEM Education*, 15, 46–51. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=EJ1034678>

- Kimberlin, S., & Yeziarski, E. (2016). Effectiveness of Inquiry-Based Lessons Using Particulate Level Models To Develop High School Students' Understanding of Conceptual Stoichiometry. *Journal of Chemical Education*, 1002–1009. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b01010>
- Pangesti, K.I & Yulianti, D. S. (2017). Bahan Ajar Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA. *Unnes Physics Education Journal*, 6(3). Retrieved from <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/uepej>
- Kusumaningtyas, S. A., & Suparman, S. (2019). Deskripsi Kebutuhan E-modul berbasis Model Pembelajaran PBL untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif. *Prosiding Sendika*, 5(1).
- Lawshe. (1975). *A Quantitative Approach to Content Validity* (28th ed.). Personnel Psychology.
- Levin-goldberg, J. (2012). Teaching Generation TechX with the 4Cs : Using Technology to Integrate 21st Century Skills. *Journal of Instructional Reserach*, 1(Grand Canyon University), 59–66. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1127608.pdf>
- Lou, S. (2017). A Study of Creativity in CaC2 Steamship-derived STEM Project-based Learning. *EURASIA, Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8223(6), 2387–2404. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01231a>
- Mayasari, T., Kadarohman, A., Rusdiana, D., & Kaniawati, I. (2016). Exploration Of Student ' s Creativity by Integrating STEM Knowledge Into Creative Products. In *Proceedings of International Seminar on Mathematics, Science, and Computer Science Education* (Vol. 080005). American Institute of Physics. <https://doi.org/10.1063/1.4941191>
- Meyrick, K. M. (2011). How STEM Education Improves Student Learning. *Meridian K-12 School Computer Technologies Journal* V, 14(1).

- Mulyadi, M., Atmazaki, A., & Syahrul, R. (2019, January). The Development of Interactive Multimedia E-Module on Indonesia Language Course. In *1st International Conference on Innovation in Education (ICoIE 2018)*. Atlantis Press.
- Pangellah, S., Wibawa, B., & Situmorang, R. (2019). Developing Learning Module “ Smart Communication with Prospects ” for Life Insurance Agents. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 6(2), 16–28.
- Prins, G. T., Bulte, A. M., & Pilot, A. (2018). Designing context-based teaching materials by transforming authentic scientific modelling practices in chemistry. *International Journal of Science Education*, 40(10), 1108-1135.
- Rayens, W., & Ellis, A. (2018). Creating a Student-Centered Learning Environment Online. *Journal of Statistics Education*, 1898. <https://doi.org/10.1080/10691898.2018.1475205>
- Redhana, I. W. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2239–2253.
- Ridwan, A., & Rahmawati, Y. (2017). STEAM Integration in Chemistry Learning For Developing 21st-century Skills. *MIER Journal of Educational Studies, Trends & Practices*, 7(2), 184–194.
- Sarmantayev, A. S., Ishanov, P., Sadykov, K., Abdrakhmanov, Z., Imanbetov, A., & Iskakov, M. (2020). Physical Education in Primary Schools: Cognitive Stimulation, National Active Games and Cultural Background. *Space and Culture, India*, 7(4), 255-263.
- Shah, A., Ghani, C., Kob, C., & Khairudin, M. (2019). Issues and Challenges in Mobile Learning Usage for Technical and Vocational Education. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 7(12), 1–9.

- Shang, Y. (2019). Analysis of Athletes' Physiological Arousal Stimulation Strategies in Sports Competition Based on Cooperative Learning Theory.
- Shobrina, N. Q., Sakti, I., & Purwanto, A. (2020). Pengembangan Desain Bahan Ajar Fisika Berbasis E-Modul Pada Materi Momentum. *Jurnal Kumparan Fisika*, 3(1), 33-40.
- Sujarwanto, E., & Hidayat, A. (2014). Jurnal Pendidikan IPA Indonesia. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 3(1), 65-78.
- Torlakson, T. (2014). *Innovate: A blueprint for science, technology, engineering, and mathematics in California public education*. Dublin, CA: Californians Dedicated to Education Foundation.
- Wilcox, D., Liu, J. C., Thall, J., & Howley, T. (2017). Integration of Teaching Practice for Students' 21st-century Skills: Faculty Practice and Perception. *Journal of Technology in Teaching and Learning*, 13, 55-77.
- Yi, Xinfu and Plucker, Jonathan A and Guo, J. (2015). Modeling influences on divergent thinking and artistic creativity. *Thinking Skills and Creativity*, 16(Elsevier), 62-68.
- Yulianti, D. (2017). Bahan Ajar Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA. *Unnes Physics Education Journal*, 6(3). Retrieved from <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej>

GLOSARIUM

Amperemeter

Alat yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik.

EDP

Singkatan dari *Engineering Design Process* merupakan langkah metodologis untuk memecahkan masalah dengan menciptakan sesuatu yang nyata dengan fungsi tertentu.

Elektrode

Adalah suatu zat/padatan tempat berlangsungnya reaksi reduksi-oksidasi.

Jembatan Garam

Suatu zat/cairan/padatan garam yang digunakan untuk menghubungkan larutan yang tercelup anode dengan larutan yang tercelup katode.

Modeling Instruction

merupakan pendekatan pembelajaran yang melibatkan siswa untuk mengkonstruksi model sains dalam pembelajaran.

N-Gain

Merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur peningkatan treatment antara sebelum (*pre*) perlakuan dengan setelah (*post*) perlakuan.

Potensial Reduksi Standar

Adalah ukuran kecenderungan suatu spesi kimia untuk memperoleh elektron dan karenanya dapat tereduksi.

Reaksi Oksidasi

Peristiwa melepas elektron pada suatu logam dan bilangan oksidasi logam tersebut mengalami kenaikan.

Reaksi Reduksi

Peristiwa menyerap elektron pada suatu logam dan bilangan oksidasi logam tersebut mengalami penurunan.

Reaksi Redoks Spontan

Reaksi yang dapat langsung terjadi dan potensial sel yang dihasilkannya bertanda positif.

Sel Galvani

Disebut juga dengan sel volta, adalah sel elektrokimia yang dapat menyebabkan terjadinya energi listrik dari suatu reaksi redoks yang spontan. Reaksi redoks spontan yang dapat mengakibatkan terjadinya energi listrik ini ditemukan oleh Luigi Galvani dan Alessandro Giuseppe Volta.

STEM

Akronim dari *science*, *technology*, *engineering* dan *mathematics*. Dalam proses pembelajaran, STEM merupakan suatu pendekatan pembelajaran di mana di dalamnya ada integrasi antara keempat subjek tersebut yang berfokus pada pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang nyata serta ada dalam kehidupan profesional.