

# **PENERAPAN PENDEKATAN STEM PADA PEMBELAJARAN FISIKA MATERI SUHU DAN KALOR DENGAN BANTUAN MEDIA FLASHCARD UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI SISWA**

**Rizka Elisa Putri\*, Bambang Subali**

*Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229*

\*Corresponding author: Rizkaelisa2001@students.unnes.ac.id

## **ABSTRAK**

*Saat ini dunia memasuki era perkembangan abad 21 yang ditandai dengan adanya pemanfaatan dan pengembangan teknologi dalam berbagai bidang. Ciri yang menonjol dalam perkembangan ini yaitu semakin bertautnya ilmu pengetahuan dan pendidikan, sehingga sinergi di antara keduanya menjadi semakin cepat. Pelaksanaan pembelajaran terintegrasi STEM perlu didukung dengan model pembelajaran yang sesuai agar tujuan pembelajaran dapat tercapai dengan maksimal. Salah satu model pembelajaran yang sesuai dengan pendekatan STEM yaitu Discovery Learning, dengan menekankan pada pembelajaran memahami konsep, arti, dan hubungan melalui proses intuitif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat peningkatan keterampilan komunikasi siswa melalui penerapan pembelajaran fisika dengan pendekatan STEM dan berbantuan media flash card. Metode penelitian yang digunakan adalah metode Quasi Experiment dengan desain penelitian berupa Nonequivalent Control Group Design. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XI SMA Negeri 3 Demak yaitu kelas XI MIPA 5 sebagai kelas eksperimen dan XI MIPA 6 sebagai kelas kontrol. Pengambilan data menggunakan metode tes, observasi, dan dokumentasi. Analisis data penelitian menggunakan uji normalitas, homogenitas, hipotesis, *n-gain*, dan analisis lembar observasi menggunakan bantuan program SPSS 21 dan microsoft excel. Hasil penelitian menunjukkan penerapan pembelajaran fisika dengan pendekatan STEM dan berbantuan media flash card dapat meningkatkan kemampuan komunikasi siswa pada kelas eksperimen. Keduanya berdasarkan hasil uji *n-gain* berada dalam kategori tinggi.*

Kata kunci: Pembelajaran fisika, STEM, media *flashcard*, keterampilan komunikasi.

## **PENDAHULUAN**

Dunia kini mulai memasuki era perkembangan abad 21 yang ditandai dengan adanya pemanfaatan dan pengembangan teknologi yang ada di berbagai macam bidang. Beberapa ciri yang terlihat menonjol dalam perkembangan ini yaitu adanya keterkaitan antara ilmu pengetahuan dengan pendidikan, sehingga keduanya menunjukkan sinergi yang semakin cepat. Teknologi yang semakin berkembang kini dapat menjadikan suatu perubahan kualifikasi dan kompetensi tenaga kerja. Seiring dengan bertambahnya kemajuan ilmu pengetahuan dan penggunaan teknologi, tidak terkecuali dengan bidang pendidikan, pihak yang berkecimpung dalam bidang pendidikan seperti guru atau dosen harus dapat mengikuti dan mengimbangi kemajuan teknologi ini.

Peran guru untuk mempersiapkan generasi emas bangsa yaitu pada siswa dituntut untuk dapat menerapkan strategi dan model pembelajaran yang mengintegrasikan keterampilan abad 21. Seperti yang tercantum dalam Peraturan Permendikbud No. 56 Tahun 2013 tentang Standar Proses Pendidikan bahwa pemerintah menyarankan untuk penerapan pembelajaran dengan berbasis penelitian (*discovery/inquiry learning*), dan berbasis pemecahan masalah (*project based learning*) untuk mendorong peserta didik dalam menghasilkan karya-karya yang kontekstual baik secara individu maupun kelompok (Kemendikbud, 2013).

Setiap negara dapat ikut serta dalam dunia global, maka wajib untuk melahirkan dan mengembangkan generasi yang memiliki *21<sup>st</sup> Century Skills*. Seperti yang dinyatakan oleh *National Education Association* (2002) bahwa terdapat 18 macam keterampilan belajar abad 21 yang dapat diberikan kepada siswa. Adapun beberapa aspek yang ada pada keterampilan abad 21 salah satunya pada *Learning Innovation Skills-4C*, yaitu *Critical Thinking* (berpikir kritis), *Communication* (komunikasi), *Collaboration* (kolaborasi), dan *Creativity* (kreativitas). Keterampilan yang harus dimiliki siswa pada pembelajaran fisika salah satunya seperti bentuk komunikasi siswa. Penelitian yang dilakukan oleh Mustakim dan Solikhin (2015) menunjukkan bahwa terdapat sekitar 44% yang berani untuk mengajukan pertanyaan kepada guru, sedangkan 56% siswa lainnya kurang berani untuk menyampaikan pertanyaan dengan beberapa alasan seperti takut, malu bertanya, tidak ada yang perlu ditanyakan padahal masih kurang jelas. Hal tersebut terjadi karena guru dalam melakukan pembelajaran di kelas masih menggunakan metode pembelajaran yang monoton dan kurang bervariasi. Metode ceramah yang sering digunakan dan pemberian tugas yang membuat siswa kurang dalam mengembangkan kemampuan komunikasi (Sholihah *et al.*, 2018).

Penerapan pembelajaran yang terintegrasi STEM perlu didukung dengan model pembelajaran yang sesuai dengan tujuan pembelajaran agar dapat tercapai dengan maksimal. Salah satunya dengan menggunakan model pembelajaran *Discovery Learning*, yaitu menekankan pembelajaran yang perlu memahami arti, konsep, dan hubungan melalui proses intuitif dan akhirnya dapat menyimpulkannya (Budiningsih, 2005).

*Flash card* adalah media pembelajaran visual yang berupa kartu bergambar dengan ukuran sekitar 23 x 30 cm. Gambar yang tercantum dalam kartu dapat berupa gambar tangan ataupun cetak foto yang tertempel pada bagian kartu tersebut (Wijayanti *et al.*, 2015). Penelitian Indriana (2011) penggunaan media *flash card* memiliki beberapa kelebihan, diantaranya yaitu 1) mudah dibawa kemana-mana dengan ukurannya yang tidak terlalu besar, 2) praktis dalam pembuatannya, 3) mudah diingat isinya, 4) dapat menjadi solusi dalam berbagai pembelajaran agar tidak monoton, bahkan juga dapat digunakan dalam bentuk permainan.

Berdasarkan hasil dari penelitian yang pernah dilakukan oleh Wijayanti *et al.*, (2015) bahwa menggunakan media *flash card* dengan berisi permasalahan untuk bahan diskusi siswa dapat membuat siswa lebih aktif dalam proses pembelajaran, seperti aktif dalam berdiskusi dan berkomunikasi, meningkatkan kemampuan kognitif siswa serta dapat meningkatkan aktivitas belajar siswa, penelitian yang dilakukan Astuti (2013) menghasilkan bahwa penggunaan media *flash card* dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

## **METODE**

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *Quasi Experiment*. Pada metode ini menggunakan kelompok kontrol namun tidak berfungsi sepenuhnya untuk mengontrol variabelvariabel dari luar yang mempengaruhi pelaksanaan eksperimen. Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *Nonequivalent Control Group Design*. Pada penelitian ini menggunakan satu kelompok eksperimen dan satu kelompok kontrol atau kelompok pembanding. Biasanya pada tipe eksperimen ini perilaku kelompok eksperimen dan kelompok kontrol diukur sebelum dan sesudah diberikan perlakuan (Campbell, 1979).

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 3 Demak yang beralamat di Jl. Sultan Trenggono No.81, Kalikondang, Kecamatan Demak, Kabupaten Demak Jawa Tengah. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*, peneliti mengambil sampel eksperimen dengan dua kelas yaitu XI MIPA 5 sebagai kelas eksperimen yang akan menggunakan pembelajaran dengan pendekatan STEM berbantuan media *flash card* dan XI MIPA 6 sebagai kelas kontrol yang akan menggunakan pendekatan pembelajaran sesuai yang digunakan pada sekolah penelitian, dengan Jumlah siswa total pada penelitian ini sebanyak 70 siswa.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa observasi dan dokumentasi. Observasi dilakukan dengan mengamati perilaku siswa selama penelitian berlangsung sesuai dengan indikator yang menjadi variabel penelitian. Dokumentasi berupa pengambilan foto kegiatan untuk mendokumentasikan kegiatan pembelajaran selama penelitian berlangsung. Teknik analisis data penelitian ini meliputi analisis lembar observasi beralasan untuk menguji kemampuan komunikasi siswa dan uji N-Gain dilakukan untuk mengetahui peningkatan kemampuan komunikasi siswa setelah diberikan pembelajaran menggunakan pendekatan STEM dengan bantuan media *flashcard*.

Penilaian dilakukan pada saat tiap pertemuan dan setiap indikator pada lembar observasi, kemudian dianalisis menggunakan Persamaan 1.

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimum}} \times 100\% \quad (1)$$

Dari hasil perhitungan persentase tersebut, kemudian dikelompokkan ke dalam kriteria tertentu yang ditentukan menggunakan Persamaan 4.

$$\text{Penilaian tertinggi (\%)} = \frac{\text{skor tertinggi}}{\text{skor maksimum}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Penilaian terendah (\%)} = \frac{\text{skor terendah}}{\text{skor maksimum}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{Interval kelas (\%)} = \frac{\text{tertinggi (\%)} - \text{terendah (\%)}}{5} \times 100\% \quad (3)$$

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan persamaan di atas, maka diperoleh kriteria keterampilan komunikasi siswa yang disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria keterampilan komunikasi siswa

Skor (%)	Kriteria
84 < Skor ≤ 100	Sangat Tinggi
68 < Skor ≤ 84	Tinggi
52 < Skor ≤ 68	Sedang
36 < Skor ≤ 52	Rendah

Perhitungan peningkatan kemampuan komunikasi siswa menggunakan lembar observasi yang dianalisis menggunakan perhitungan N-Gain, dengan perhitungan dan kriteria yang ditunjukkan pada Persamaan 4 dan 5.

$$\langle g \rangle = \frac{\langle \text{Gain} \rangle}{\langle \text{Gain} \rangle_{\max}} \quad (1)$$

$$\langle g \rangle = \frac{\langle S_{\text{posttest}} \rangle - \langle S_{\text{pretest}} \rangle}{100 - \langle S_{\text{pretest}} \rangle} \quad (2)$$

Keterangan:

$\langle g \rangle$  = gain ternormalisasi (%)

$\langle S_{po} \rangle$  = skor rata-rata *posttest* (%)

$\langle S_{pr} \rangle$  = skor rata-rata *pretest* (%)

Kategori gain ternormalisasi  $\langle g \rangle$  menurut Hake (1999) yang dimodifikasi oleh Sundayana (2018) disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Interpretasi Gain Ternormalisasi yang Dimodifikasi

Nilai Gain Ternormalisasi	Interpretasi
$-1,00 \leq g < 0,00$	Terjadi Penurunan
$g = 0,00$	Tetap
$0,00 < g < 0,30$	Rendah
$0,30 \leq g < 0,70$	Sedang
$0,70 \leq g \leq 1,00$	Tinggi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini yaitu penelitian eksperimen dengan menerapkan pembelajaran fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) dengan menggunakan bantuan media *flascard*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kemampuan komunikasi siswa setelah diterapkan pembelajaran tersebut.

Hasil observasi untuk kemampuan berkomunikasi siswa, berdasarkan analisis lembar observasi komunikasi lisan disajikan pada Tabel 3.

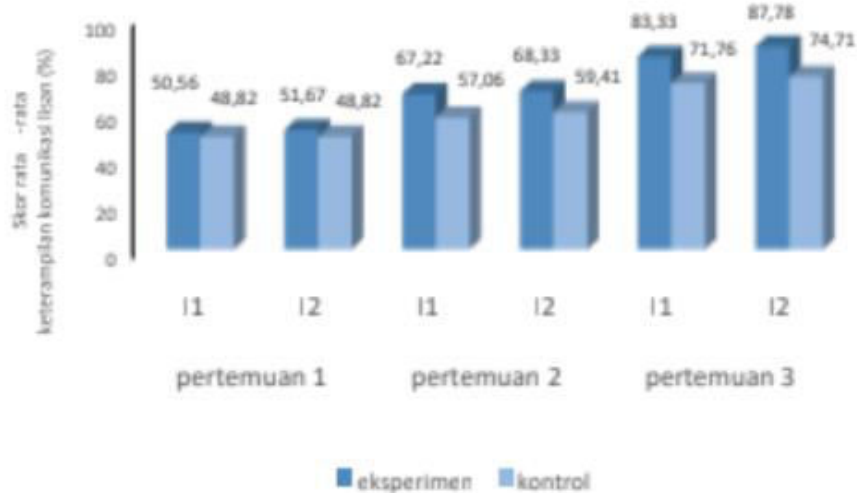
Tabel 3. Hasil Observasi Keterampilan Komunikasi Lisan

Kelas	Pertemuan 1		Pertemuan 2		Pertemuan 3	
	Skor (%)	Kriteria	Skor (%)	Kriteria	Skor (%)	Kriteria
Eksperimen	51	Rendah	68	Tinggi	86	Sangat Tinggi
Kontrol	49	Rendah	58	Sedang	74	Tinggi

Berdasarkan hasil analisis lembar observasi komunikasi lisan pada Tabel 4.3 dapat diketahui terdapat peningkatan skor rata-rata pada setiap pertemuan antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Peningkatan skor pada kelas eksperimen

untuk tiap pertemuan ini didukung oleh adanya penerapan pembelajaran fisika menggunakan bantuan media *flash card* yang terintegrasi aspek STEM pada setiap materinya. Siswa dapat berlatih menggunakan keterampilan komunikasi dari kegiatan diskusi, pemaparan hasil diskusi, dan tanya jawab.

Pengembangan keterampilan komunikasi lisan siswa pada penelitian ini terdiri atas dua indikator, yaitu mengartikulasikan ide dan menggunakan komunikasi untuk berbagai tujuan. Hasil pengembangan keterampilan komunikasi lisan pada setiap indikator dan setiap pertemuan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skor rata-rata keterampilan komunikasi lisan tiap indikator

Keterangan:

I1 : Indikator 1 (mengartikulasikan ide/gagasan)

I2 : Indikator 2 (menggunakan komunikasi untuk berbagai tujuan)

Dapat dilihat rata-rata keterampilan komunikasi lisan kelas eksperimen untuk setiap pertemuan mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena pada kelas eksperimen menggunakan pembelajaran dengan pendekatan STEM yang melatih siswa dalam mengeksplor lebih jauh kemampuan komunikasi dari kegiatan- kegiatan pembelajaran seperti diskusi, tanya jawab, dan presentasi. Penelitian oleh Haryanti & Suwama (2018) menunjukkan hasil pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM dapat menghasilkan keterampilan komunikasi lisan siswa masih perlu ditingkatkan lagi, karena dengan hasil yang diperoleh hanya 43,75% siswa yang sudah memenuhi standar yang ditentukan. Sehingga keterampilan komunikasi lisan harus tetap dilatihkan kepada siswa dengan menggunakan pembelajaran berbasis STEM yang dilaksanakan secara

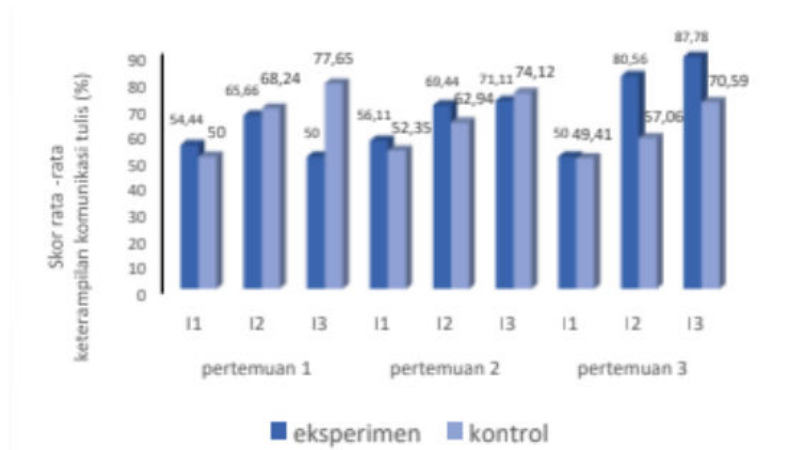
berkelanjutan.

Pengembangan kemampuan komunikasi lisan siswa juga dapat dilihat dari kegiatan pembelajaran dengan berbasis praktikum, karena memungkinkan siswa untuk melatih kemampuan komunikasi lisan dalam mengajukan pertanyaan. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ika (2018) dengan kegiatan pembelajaran berupa praktikum di laboratorium dapat meningkatkan kemampuan komunikasi lisan siswa dengan hasil analisis menunjukkan nilai rata-rata kompetensi mengajukan pertanyaan adalah dalam kategori baik. Hasil observasi untuk kemampuan komunikasi siswa berdasarkan analisis lembar observasi komunikasi tulis disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Observasi Keterampilan Komunikasi Tulis

Kelas	Pertemuan 1		Pertemuan 2		Pertemuan 3	
	Skor (%)	Kriteria	Skor (%)	Kriteria	Skor (%)	Kriteria
Eksperimen	54	Sedang	69	Tinggi	85	Sangat Tinggi
Kontrol	51	Rendah	63	Sedang	74	Tinggi

Berdasarkan hasil analisis lembar observasi keterampilan komunikasi tulis siswa yang ditunjukkan pada Tabel 4. dapat diketahui terdapat perbedaan antara skor rata-rata pada tiap pertemuan kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Pengembangan keterampilan komunikasi tulis pada penelitian ini mencakup tiga indikator, yaitu mengartikulasikan ide/gagasan, menggunakan komunikasi untuk berbagai tujuan, dan menguraikan pengetahuan secara efektif. Hasil pengembangan keterampilan komunikasi lisan untuk setiap indikator pada setiap pertemuan disajikan pada Gambar 2.





Gambar 2. Skor rata-rata keterampilan komunikasi tulis tiap indikator

Keterangan:

I1 : Indikator 1 (Menjelaskan ide/gagasan)

I2 : Indikator 2 (Menggunakan komunikasi untuk berbagai tujuan)

I3 : Indikator 3 (Menguraikan pengetahuan secara efektif)

Penelitian oleh Haryanti & Suwama (2018) menunjukkan hasil rata-rata untuk kemampuan komunikasi tulis siswa berada pada kategori *Intermediate* yaitu dengan persentase 56,25%. Namun kemampuan komunikasi tulis siswa masih harus terus ditingkatkan dengan pembelajaran berbasis STEM agar dapat meningkat pada kategori *Advance*. Penelitian Stehle (2019) menunjukkan tingkat perkembangan keterampilan belajar abad 21 dengan menggunakan pendekatan STEM pada pembelajaran dapat menciptakan efisiensi pada keterampilan komunikasi siswa, sehingga meningkatkan konstruksi pengetahuan dan pemecahan masalah. Sebaliknya, pada kegiatan pembelajaran yang diterapkan pada kelas kontrol tidak terperinci dalam pengembangan keterampilan abad 21, sehingga guru tidak dapat memperhatikan secara keseluruhan pada siswa yang berdampak pada kurangnya peningkatan keterampilan komunikasi pada siswa.

Peningkatan keterampilan komunikasi lisan sesuai dengan hasil analisis lembar observasi dapat diketahui melalui hasil analisis uji *n-gain* yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji N-gain Keterampilan Komunikasi Lisan

Kelas	Pertemuan 2-1		Pertemuan 3-2		Pertemuan 3-1	
	<g>	Kriteria	<g>	Kriteria	<g>	Kriteria
Eksperimen	0,34	Sedang	0,61	Sedang	0,73	Tinggi
Kontrol	0,18	Sangat Rendah	0,39	Rendah	0,51	Sedang

Pada Tabel 5. diketahui hasil analisis uji *n-gain* pada kelas eksperimen menunjukkan adanya peningkatan keterampilan komunikasi pada setiap pertemuannya. Peningkatan keterampilan komunikasi lisan pada kelas eksperimen lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol. Penggunaan media *flash card* yang terintegrasi STEM melatih siswa untuk lebih aktif komunikasi dalam

menyampaikan ide/gagasan dan mampu memberikan nilai positif terhadap peningkatan keterampilan komunikasi lisan. Penelitian Rohmah (2022) menunjukkan dengan menggunakan media *flash card* mampu menjadikan siswa lebih semangat dan aktif dalam belajar, melatih siswa dalam memahami materi yang diberikan, lebih mudah mengerjakan soal serta guru juga lebih mudah dalam menyampaikan materi.

Hasil serupa juga disampaikan pada penelitian Ikhwati, *et al* (2014) dengan penggunaan media *flash card* dapat memberikan nilai positif terhadap hasil belajar siswa dengan perolehan skor ketuntasan klasikal siswa mencapai 92% yang berarti bahwa terdapat 22 siswa yang mencapai ketuntasan belajar, sedangkan 2 siswa lainnya belum tuntas belajar. Namun hal ini dapat dinyatakan pembelajaran dengan menggunakan media *flash card* berhasil secara klasikal.

Peningkatan keterampilan komunikasi tulis ini dapat dianalisis menggunakan uji N-gain yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji N-gain Keterampilan Komunikasi Tulis

Kelas	Pertemuan 2-1		Pertemuan 3-2		Pertemuan 3-1	
	<g>	Kriteria	<g>	Kriteria	<g>	Kriteria
Eksperimen	0,32	Sedang	0,58	Sedang	0,70	Tinggi
Kontrol	0,25	Rendah	0,30	Sedang	0,60	Sedang

Peningkatan keterampilan komunikasi tulis hasil analisis uji *n-gain* dapat terlihat pada Tabel 6 yang menunjukkan bahwa keterampilan komunikasi tulis siswa pada kelas eksperimen lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini disebabkan oleh adanya perlakuan pembelajaran dengan pendekatan STEM serta dengan bantuan media *flash card* yang memfasilitasi siswa untuk dapat mengembangkan keterampilan komunikasi tulis. Pada kelas eksperimen, siswa lebih terarah dalam proses mengidentifikasi masalah, menemukan solusi, menambah pengetahuan, menemukan solusi dari sebuah permasalahan dan membuat kesimpulan serta melakukan kegiatan demonstrasi melakukan presentasi terkait pemecahan masalah dari kasus yang diberikan. Sebagaimana penelitian oleh Hafiz (2019) menunjukkan hasil penerapan pembelajaran dengan menggunakan

pendekatan STEM dapat meningkatkan keterampilan komunikasi melalui kegiatan demonstrasi, praktikum, dan dalam bentuk gambar yang terdapat pada bahan ajar.

Pembelajaran STEM dengan menggunakan konsep pembelajaran baru bagi siswa dapat meningkatkan pencapaian akademik belajar, meningkatkan motivasi dalam belajar, melatih siswa untuk aktif selama pembelajaran, melatih komunikasi melalui interaksi dalam kegiatan pembelajaran (Siong, 2018). Penelitian oleh Mawaddah & Mahmudi (2021) menunjukkan hal yang serupa penggunaan penerapan pembelajaran PBL yang terintegrasi STEM dapat meningkatkan kemampuan komunikasi siswa sesuai dengan aspek yang diteliti, hal ini dibuktikan dengan sebesar 78,125% siswa yang termasuk ke dalam kategori lulus berdasarkan KKM pada kelas eksperimen. Sedangkan pada kelas kontrol, siswa kurang terlatih dalam proses pembelajaran dengan kegiatan-kegiatan tersebut sehingga berdampak pada hasil keterampilan komunikasi tulis yang cukup kurang berkembang.

## **SIMPULAN**

Simpulan penelitian ini adalah 1) pembelajaran fisika dengan menggunakan pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) berbantuan media *flash card* dapat meningkatkan keterampilan komunikasi siswa. Hal ini dibuktikan dengan hasil analisis lembar observasi yang telah dilakukan selama pembelajaran berlangsung yang menunjukkan adanya peningkatan keterampilan komunikasi siswa setiap pertemuan. 2) peningkatan kemampuan komunikasi siswa berada dalam kategori tinggi pada setiap pertemuan, hal ini didukung dengan penerapan pembelajaran fisika dengan menggunakan perangkat pembelajaran yang terintegrasi STEM. Oleh karena itu, siswa lebih mudah mengutarakan dan lebih aktif dalam kegiatan pembelajaran seperti kegiatan diskusi, tanya jawab, dan presentasi di depan kelas. Selain itu juga melatih siswa untuk berkomunikasi secara tulis dengan mengemukakan ide atau gagasannya melalui tulisan pada kegiatan diskusi bersama teman di lembar jawab.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Astuti, W., Yeni L.F., & Aryati, E. (2013). Pengaruh Media Kartu Bergambar terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Jamur di SMA. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 2(9), 5-9.

- Campbell. (1979). *Quasi-experimentation: Design & Analysis Issues for Field Settings*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Hafiz, N. R., & Ayop, S. K. (2019). Engineering Design Process in STEM Education A Systematic. *International Journal of Academic Research in Business and Social Science*, 9(5).
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change/Gain Scores*. AREA-D American Education Research Association's Division. D, Measurement and Research Methodology.
- Haryanti, A., & Suwarma, I. R. (2018). Profil keterampilan komunikasi siswa SMP dalam pembelajaran IPA berbasis STEM. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 3(1), 49-54.
- Ika, Y. E. (2018). Pembelajaran Berbasis Laboratorium IPA untuk Melatih Keterampilan Komunikasi Ilmiah Siswa SMP Kelas VII. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah*, 2(2), 101-113.
- Ikhwati, H., Sudarmin, S., & Parmin, P. (2014). Pengembangan Media Flashcard IPA Terpadu dalam Pembelajaran Model Kooperatif Tipe Students Teams Achievement Divisions (STAD) Tema Polusi Udara. *Unnes Science Education Journal*, 3(2).
- Kemendikbud. (2013). *Permendikbud No.65 tahun 2013 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Mawaddah, S., & Mahmudi, A. (2021). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematika Siswa Melalui Penggunaan Project-Based Learning Terintegrasi Stem. *Aksioma*, 10(1), 167-182.
- Mustakim & Solikhin. (2015). Upaya Meningkatkan Keberanian Siswa Bertanya dan Prestasi Belajar dengan Pembelajaran *Think Pair Share* (TPS) Berbantuan Media. *Jurnal Pendidikan*, 16(2), 7499.
- National Education Association. (2002). *Preparing 21st Century Students for a Global Society: An Educator's Guide to the "Four Cs"*. 215.
- Rohmah, I. (2022). *Pembelajaran Matematika dengan Model Discovery Learning Menggunakan Media Flashcard pada Peserta Didik Kelas IV di Madrasah Ibtidaiyah Al-Ma'arif 02 Jombang-Jember Tahun Pelajaran 2021/2022* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember).
- Sholihah, H.A., Koeswardani, N.F., Fitriana, V.K. (2018). Metode Pembelajaran Jigsaw dalam Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Siswa SMP. *Jurnal Prosiding Konferensi Pendidikan Nasional*, 2(3), 160-167.
- Siong, W. W. (2018). Pembelajaran Berasaskan Permainan dalam Pendidikan STEM dan Penguasaan Kemahiran Abad Ke-21. *Journal of Social Science and Humanities*, 3(1), 121-135.
- Stehle., Stephanie, M., & Peters-Burton, E. E. (2019). Developing Students 21st Century Skills in Selected Exemplary Inclusive STEM High Schools. *International Journal of STEM Education*, 6(39).
- Sundayana. (2018). The Process of Collaborative Concept Mapping in Kindergarten and The Effect on Critical Thinking Skills. *Journal of STEM Education: Innovation and Research*, 19(1), 54-56.
- Wijayanti, F. M., Sukarmin, & Wiyono, E. (2015). Penerapan Model Pembelajaran *Group Investigation* (GI) dengan menggunakan Media *Flash*

*Card* untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar dan Kemampuan Kognitif Siswa. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika (JMPF)*, 5(1), 3034.