

IMPLEMENTASI PENDEKATAN *SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS* (STEM) UNTUK MENUMBUHKAN *SKILL* MULTIREPRESENTASI SISWA SMA PADA MATERI HUKUM NEWTON TENTANG GERAK

Karlina Maya Mulyana, Abdurrahman, Undang Rosidin

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Lampung
email: karlinamaya65@gmail.com

Abstrak. Penelitian bertujuan untuk mengetahui peningkatan *skill* multirepresentasi siswa SMA kelas X pada materi Hukum Newton tentang gerak dengan menggunakan pendekatan STEM. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas X di suatu SMA di Propinsi Lampung, Indonesia. Sampel penelitian diambil secara *purposive sampling* yaitu sebanyak dua kelas yang berjumlah 62 siswa. Desain penelitian yang digunakan adalah *the non-equivalent pretest-posttest control group design*. Kelas eksperimen menggunakan pendekatan STEM dan kelas kontrol menggunakan pendekatan saintifik (mengamati, menanya, mencoba, mengasosiasikan, dan mengomunikasikan). Pengambilan data *skill* multirepresentasi menggunakan tes berbentuk soal uraian dengan jumlah sepuluh soal. Analisis peningkatan menggunakan perhitungan dari skor gain yang ternormalisasi (*N-gain*). Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa kelas kontrol memiliki nilai rata-rata *N-gain* sebesar 0,55, sedangkan kelas eksperimen memiliki nilai rata-rata *N-gain* sebesar 0,63. Berdasarkan hasil analisis uji T menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata *N-gain skill* multirepresentasi siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Siswa yang belajar menggunakan pendekatan STEM memiliki *skill* multirepresentasi lebih baik secara signifikan dibandingkan dengan siswa yang belajar menggunakan pendekatan saintifik.

Kata Kunci: *Pendekatan STEM, skill multirepresentasi, Hukum Newton tentang gerak*

THE IMPLEMENTATION OF *SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS* (STEM) APPROACH FOR IMPROVING MULTIPLE-REPRESENTATION SKILL OF SENIOR HIGH SCHOOL STUDENT ON NEWTON'S LAW ABOUT MOTION

Karlina Maya Mulyana, Abdurrahman, Undang Rosidin

Physics Education Department, Universitas Lampung
email: karlinamaya65@gmail.com

Abstract. This study aimed to investigate the improvement of multiple-representation skill of tenth grader students at Senior High School on Newton's Law about motion by using STEM approach. The population of this study is all students of class X in senior high school in Lampung Province. The sample of this study was taken by purposive sampling that is as much as two classes which amounted to 62 students. The design used in this research is the non-equivalent pretest-posttest

control group design. Experimental class used STEM Approach and control class used scientific approach (observing, questioning, experimenting, associating, and communicating). Multiple-representation skills data retrieval using a description test with a total of ten questions. Enhancement analysis using calculation of Normalized Gain (N-Gain). Based on the result of this research, it was known that control class had N-gain average score in the amount of 0,55, while the experiment class had N-gain average score in the amount of 0,63. Based on T Test result analysis showed that there was difference of N-gain average score of students' multiple-representation skill between experimental class and control class. Students who learned with the STEM approach have significantly better of multiple-representation skill than those who learned with the scientific approach.

Keywords: *STEM approach, multiple-representation skill, Newton's Law about motion.*

PENDAHULUAN

Hingga kini, banyak siswa menganggap pelajaran fisika merupakan pelajaran yang sangat sulit dan menakutkan. Menurut siswa, pelajaran fisika berisi banyak rumus matematika yang harus dihafal. Anggapan ini muncul karena sebagian besar siswa mendapatkan konsep fisika hanya dalam bentuk representasi matematis, namun menurut Yusup (2009) menyatakan bahwa konsep fisika dapat direpresentasikan ke dalam banyak format. Pembelajaran fisika yang menggunakan berbagai format representasi (multirepresentasi) akan memberikan cukup peluang pada pemahaman konsep, dan mengomunikasikan konsep, serta bagaimana mereka bekerja dengan sistem fisika dan proses fisika (Abdurrahman dkk., 2011).

Multirepresentasi diartikan sebagai praktik merepresentasikan kembali (*representing*) konsep yang sama melalui beragam bentuk yang mencakup mode-mode representasi deskriptif (verbal, grafik, tabel), eksperimental, matematis, figuratif (*pictorial*, analogi, dan metafora), kinestetik, visual dan/atau mode-mode aksional-operasional (Waldrip dkk., 2006). Beragam bentuk representasi merupakan cara yang tepat untuk siswa memahami suatu pelajaran karena dengan adanya multirepresentasi memunculkan kemampuan-kemampuan lain dari gabungan banyak penyampaian. Menurut Ainsworth (1999), multirepresentasi memiliki tiga fungsi utama yaitu pelengkap, pembatas interpretasi, dan pembangun pemahaman yang sangat berperan dalam penguasaan konsep-konsep fisika.

Berdasarkan hasil wawancara guru di suatu SMA di Propinsi Lampung diketahui bahwa 60% siswa cenderung hanya menggunakan representasi matematis dalam pembelajaran fisika. 75% siswa belum bisa mengubah makna sebuah konsep ke dalam bentuk representasi lain karena siswa kurang memahami konsep dengan baik.

Salah satu upaya yang dapat mendorong siswa untuk memahami konsep dengan baik dan dapat menumbuhkan *skill* multirepresentasi yaitu dengan menerapkan suatu pendekatan pembelajaran. Pendekatan pembelajaran yang memungkinkan dapat mencapai tujuan

tersebut adalah pendekatan terpadu *science, technology, engineering, and mathematics* atau dapat disingkat STEM.

Pendekatan STEM adalah pendekatan yang mengintegrasikan empat disiplin ilmu yaitu sains, teknologi, *engineering*, dan matematika dengan memfokuskan proses pendidikan pada pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Kaniawati, dkk. (2015), melalui pengintegrasian STEM dalam pembelajaran dapat meningkatkan keaktifan dan kreativitas siswa yang cukup tinggi serta siswa dapat memahami konsep dengan baik. Pembelajaran yang mengintegrasikan pendekatan STEM menuntut siswa untuk menganalisis rekayasa dari sebuah teknologi dengan menggunakan berbagai representasi sehingga siswa akan memahami konsep dengan baik dan siswa terbiasa menggunakan berbagai representasi yang berimplikasi pada peningkatan *skill* multirepresentasi siswa.

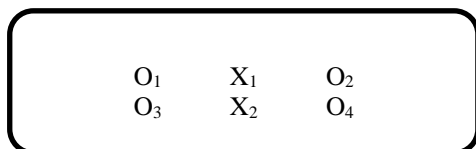
Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa di suatu SMA di Propinsi Lampung diketahui pula bahwa pendidik jarang menyisipkan penerapan teknologi dan rekayasa sebagai penggunaan konsep fisika dalam pembelajaran. Menurut mereka pendidik hanya menjelaskan prinsip/hukum fisika dan model-model matematika. Hal ini yang menyebabkan mereka cenderung kurang menguasai konsep. Oleh karena itu, pendekatan STEM dapat memberikan peluang kepada siswa untuk memahami konsep dengan baik yang tercermin dari kemampuan siswa untuk mengubah makna konsep itu ke dalam bentuk representasi lain.

Berdasarkan uraian di atas, telah dilakukan penelitian untuk melihat seberapa besar peningkatan *skill* multirepresentasi menggunakan pendekatan STEM.

METODE PENELITIAN

Desain penelitian yang digunakan adalah *quasi-experiment design* dengan jenis *the non-equivalent pretest-posttest control group design*. Penelitian menggunakan satu kelas kontrol dan satu kelas eksperimen, kemudian diberi *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui besarnya peningkatan *skill* multirepresentasi dari penerapan pendekatan STEM. Kelas eksperimen diberi perlakuan

menggunakan pendekatan STEM, sedangkan kelas kontrol menggunakan pendekatan saintifik. Secara umum desain penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Eksperimen

Keterangan:

- O₁ : *pretest* pada kelas eksperimen
- O₂ : *posttest* pada kelas eksperimen
- O₃ : *pretest* pada kelas kontrol
- O₄ : *posttest* pada kelas kontrol
- X₁ : pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM
- X₂ : pembelajaran dengan menggunakan pendekatan saintifik

Penelitian mulai dilaksanakan pada tanggal 15 Januari 2018 sampai dengan 31 Januari 2018. Populasi dalam penelitian adalah seluruh siswa kelas X di suatu SMA yang ada di Propinsi Lampung pada semester genap tahun ajaran 2017/2018 sebanyak 5 kelas. Pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*. Terdapat tiga macam variabel dalam penelitian yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel moderator. Variabel bebas yaitu pendekatan STEM dan pendekatan saintifik sedangkan variabel terikatnya yaitu *skill* multirepresentasi siswa. Variabel moderator yaitu model pembelajaran inkuiri terbimbing.

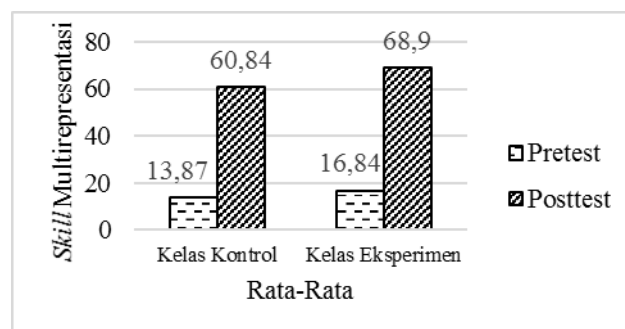
Instrumen penelitian yang digunakan adalah rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) dan lembar tes soal. Instrumen soal terdiri dari sepuluh soal uraian. Instrumen soal diuji terlebih dahulu dengan menggunakan uji validitas dan uji reliabilitas.

Pengukuran peningkatan *skill* multirepresentasi siswa dilakukan dengan mengukur *N-gain* yang diperoleh setelah melakukan *pretest* dan *posttest* pada kedua kelas. Data perolehan *N-gain* kedua kelas selanjutnya diuji normalitas dan homogenitas. Apabila hasil uji data *N-gain* tersebut normal dan homogen, maka dilakukan uji *independent sample T test*. Kriteria pengujiannya yaitu jika nilai probabilitas (*Sig*) > 0,05, maka H₀ diterima dan jika nilai probabilitas (*Sig*) < 0,05, maka H₀ ditolak (Priyatno, 2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data *skill* multirepresentasi diambil dari kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan jumlah masing-masing sebanyak 31 siswa. Data diperoleh dengan memberikan 10 butir soal uraian pada kelas eksperimen dan kelas kontrol sebelum diberi perlakuan dan setelah diberi perlakuan. Kemampuan awal siswa ditunjukkan

oleh nilai *pretest* dan kemampuan akhir siswa ditunjukkan oleh nilai *posttest*. Grafik nilai *pretest* dan *posttest* dari kedua kelas dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Rata-Rata *Pretest* dan *Posttest Skill* Multirepresentasi Siswa.

Rata-rata *skill* multirepresentasi sebelum diterapkan pendekatan STEM pada kelas eksperimen sebesar 16,84, setelah diterapkan pendekatan STEM rata-rata *skill* multirepresentasi menjadi 68,90. Terjadi peningkatan rata-rata *skill* multirepresentasi sebesar 52,06. Begitu pula pada kelas kontrol, sebelum diterapkan pendekatan saintifik rata-rata *skill* multirepresentasi sebesar 13,87, setelah diterapkan pendekatan saintifik rata-rata *skill* multirepresentasi menjadi 60,84. Terjadi peningkatan rata-rata *skill* multirepresentasi sebesar 46,97. Hasil perolehan nilai rata-rata *N-gain* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perolehan *N-gain Skill* Multirepresentasi

Perolehan Skor	Eksperimen	Kontrol
Gain Tertinggi	68	66
Gain Terendah	32	30
Rata-Rata Gain	52,06	46,97
Kenaikan Skor Rata-Rata	52%	47%
Rata-Rata <i>N-gain</i>	0,63	0,55
Kategori Rata-Rata <i>N-gain</i>	Sedang	Sedang

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa rata-rata *N-gain skill* multirepresentasi kelas eksperimen yang menggunakan pendekatan STEM sebesar 0,63, sedangkan rata-rata *N-gain skill* multirepresentasi kelas kontrol yang menggunakan pendekatan saintifik sebesar 0,55. Hal ini berarti peningkatan *skill* multirepresentasi kelas eksperimen lebih tinggi daripada peningkatan *skill* multirepresentasi kelas kontrol.

Pengukuran selanjutnya adalah uji normalitas untuk mengetahui data *N-gain* yang diperoleh normal atau tidak. Hasil uji normalitas data *N-gain* kedua kelas tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas skor *N-gain*

Parameter	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	0,983	0,984

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai *asympt. sig. (2-tailed)* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol sebesar

0,983 dan 0,984. Kedua nilai tersebut lebih besar daripada 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data *N-gain* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi normal.

Tabel 3. Hasil Uji Homogenitas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
0,279	1	60	0,599

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai signifikansi dari uji kesamaan varian (homogenitas) sebesar 0,599. Nilai ini lebih besar dari 0,05, sehingga disimpulkan bahwa kedua varian sama (varian kelompok kelas eksperimen dan kelompok kelas kontrol adalah sama). Setelah didapatkan kedua data berdistribusi normal dan homogen, dilakukan pengujian hipotesis untuk menjawab permasalahan. Hipotesis dalam penelitian adalah:

H_0 : Tidak ada perbedaan rata-rata *N-gain skill* multirepresentasi pada kelas eksperimen dengan kelas kontrol.

H_1 : Ada perbedaan rata-rata *N-gain skill* multirepresentasi pada kelas eksperimen dengan kelas kontrol.

Hasil pengujian hipotesis dalam penelitian menggunakan teknik *independent sample T test*. Hasil pengujian hipotesis atau uji beda peningkatan *skill* multirepresentasi secara rinci dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji *Independent Sample T Test* Data *Skill* Multirepresentasi

		<i>N-Gain</i>	
		<i>Equal Variances Assumed</i>	<i>Equal Variances Not Assumed</i>
<i>t-test for Equality of Means</i>	T	2,761	2,761
	Df	60	59,085
	Sig. (2-tailed)	0,008	0,008

Berdasarkan Tabel 4, diketahui bahwa nilai signifikansi sebesar 0,008 kurang dari 0,05. Hal ini berarti H_0 ditolak dan H_1 diterima. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata *N-gain skill* multirepresentasi pada kelas yang menggunakan pendekatan STEM dengan kelas yang menggunakan pendekatan saintifik.


Kelas eksperimen yang menggunakan pendekatan STEM memiliki *skill* multirepresentasi lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan pendekatan saintifik. Kelas eksperimen lebih baik dalam menumbuhkan *skill* multirepresentasi dibandingkan dengan kelas kontrol karena pada proses dan kegiatan pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM terdapat integrasi aspek-aspek STEM. Aspek-aspek STEM terdiri dari *science* sebagai proses, *technology* sebagai penerapan sains, *engineering* sebagai rekayasa sains, dan *mathematics* sebagai alat.

Aspek *science* sebagai proses yaitu siswa dibimbing untuk mengamati, menanya, mencoba,

mengasosiasikan, dan mengomunikasikan sebuah fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Aspek *technology* sebagai penerapan sains yaitu siswa diberikan “Aplikasi Fisika” yang bertujuan untuk memudahkan siswa dalam memahami teknologi yang berkaitan dengan konsep sifat kelembaman, Hukum II Newton, Hukum III Newton, dan benda yang bergerak pada bidang miring licin. Aspek *engineering* sebagai rekayasa sains yaitu siswa dilatih dan dibimbing untuk menganalisis rekayasa yang digunakan pada contoh teknologi yang diberikan. Aspek *mathematics* sebagai alat yaitu siswa diajak untuk memodelkan sendiri rumus matematika yang ada pada materi yang sedang dipelajari.

Integrasi aspek teknologi dan *engineering* dalam pembelajaran fisika dapat mendorong siswa untuk lebih menguasai konsep dan menjadikan proses pembelajaran menjadi lebih bermakna. Pernyataan tersebut relevan dengan pernyataan yang dikemukakan oleh beberapa peneliti, antara lain Cantrell, dkk. (2006) yang menyatakan bahwa integrasi aspek *engineering* ke dalam materi pembelajaran dapat membantu siswa mengembangkan penguasaan konsep dan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Rehmat (2015) menyatakan bahwa *engineering* dan teknologi membantu memperdalam pemahaman dan pencapaian nilai siswa. Pangesti, dkk. (2017) menambahkan pula bahwa pembelajaran yang dikaitkan dengan aspek-aspek STEM memberikan peluang kepada siswa untuk memahami konsep fisika yang dipadukan dengan teknologi, *engineering*, dan matematika melalui aktivitas diskusi, praktikum, dan pembuatan proyek.

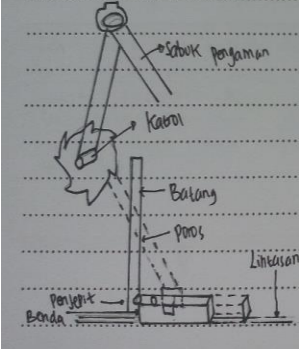
Kegiatan analisis rekayasa dari sebuah teknologi menuntut siswa dapat menjelaskan cara kerja sebuah teknologi sebagai penerapan konsep fisika dengan menggunakan berbagai representasi. Berikut hasil analisis rekayasa pada sabuk pengaman, prinsip terdorongnya roket, dan tikungan miring pada sirkuit balap mobil yang tertera pada Gambar 3 sampai dengan Gambar 5.



2. Bagaimana teknik/rekayasa yang digunakan pada teknologi tersebut sehingga pengemudi dan penumpang mobil tidak terkena benturan saat terdorong ke depan?


Jelaskan jawaban kalian dengan gambar!

Jawab:
 Rekayasa pada sabuk pengaman menggunakan prinsip inersia seperti gambar dibawah ini:



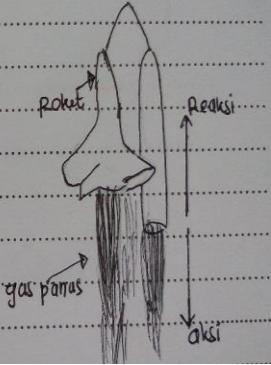
Pada kondisi normal, roda gigi dapat berputar secara bebas. Saat kecelakaan terjadi, mobil mengalami sebuah perlambatan yang besar dan dengan cepat menanda diam. Saat itu juga benda bermassa besar dibawah akan tetap bergerak kedepan pada lintasan lalu batang berputar dan menempel pada roda gigi sehingga roda gigi terkunci

Gambar 3. Analisis *Engineering* dari Teknologi Sabuk Pengaman menggunakan Representasi Verbal dan Gambar



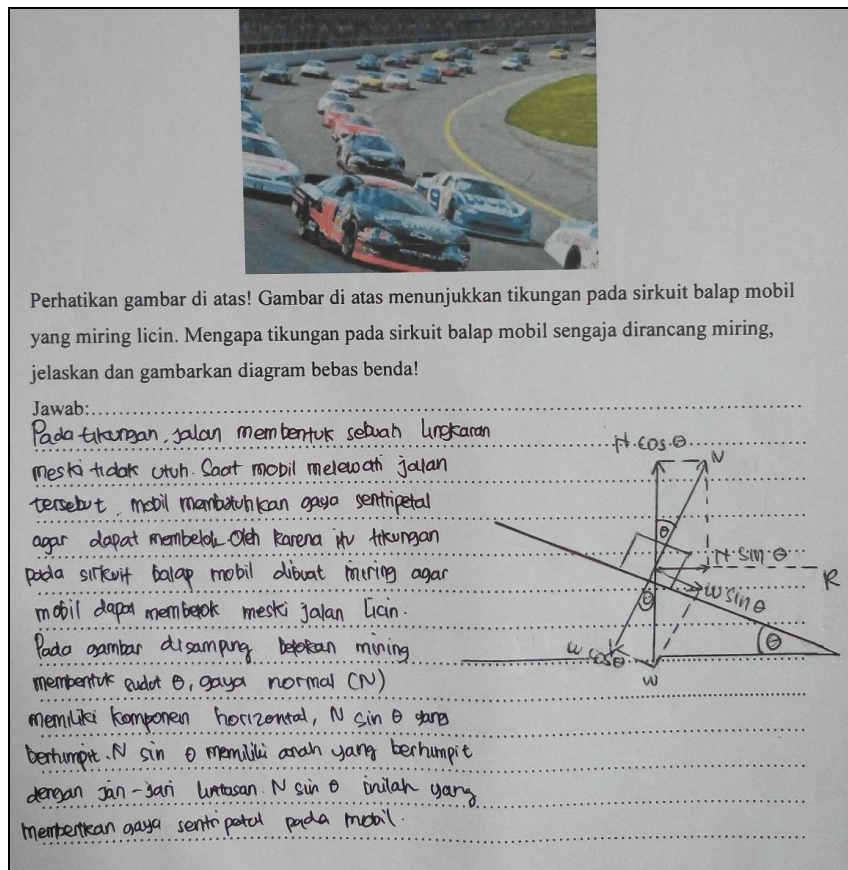
Berdasarkan demonstrasi yang sudah guru lakukan, Hubungkan prinsip terdorongnya balon ke atas dengan prinsip terdorongnya roket sebagai penerapan Hukum III Newton. Lengkapi jawaban kalian dengan gambar!

Jawab:
 Roket mengerjakan gaya pada gas panas dalam arah ke bawah (aksi) sesuai dengan Hukum III Newton, timbul reaksi berupa gaya dorong ke atas oleh gas panas. Seperti gambar di samping:



Aksi = - Reaksi
 $F = -F'$

Gambar 4. Analisis *Engineering* dari Prinsip Terdorongnya Roket menggunakan Representasi Verbal, Gambar, dan Matematika



Gambar 5. Analisis *Engineering* dari Tikungan Miring pada Sirkuit Balap Mobil menggunakan Representasi Verbal, Gambar, dan Matematika

Berdasarkan ketiga gambar tersebut dapat diketahui dalam menjelaskan rekayasa dari sebuah teknologi, siswa menggunakan berbagai jenis representasi seperti verbal, gambar, dan matematik. Penggunaan berbagai representasi digunakan siswa untuk saling melengkapi penjelasan terkait suatu rekayasa, seperti Gambar 3 dan Gambar 4. Representasi gambar digunakan untuk melengkapi penjelasan secara verbal. Selain itu pada Gambar 4 representasi gambar digunakan untuk membangun pemahaman di mana siswa membuat diagram bebas benda yang terletak di bidang miring untuk menjelaskan rekayasa dari tikungan pada sirkuit balap. Fungsi dari penggunaan multirepresentasi tersebut sesuai dengan pendapat Ainsworth (1999) yang menyatakan bahwa multirepresentasi memiliki tiga fungsi utama yaitu sebagai pelengkap, pembatas interpretasi, dan pembangun pemahaman.

Kegiatan analisis rekayasa dari sebuah teknologi dilaksanakan pada setiap pertemuan di kelas eksperimen sehingga siswa akan terbiasa menggunakan berbagai representasi dan berimplikasi pada peningkatan *skill* multirepresentasi siswa. Pendekatan STEM dapat menumbuhkan *skill* multirepresentasi siswa di mana *skill* multirepresentasi ini diperlukan untuk mempermudah siswa memahami konsep. Konsep-konsep yang dipahami siswa melalui analisis rekayasa sebuah teknologi yaitu

berupa konsep tentang prinsip inersia, arah dari gaya aksi dan gaya reaksi, gaya sentripetal dan siswa pun lebih memahami cara menggambar gaya normal dan gaya berat pada bidang miring melalui analisis rekayasa tikungan balap mobil yang miring licin.

Sebaliknya, kelas kontrol memiliki *skill* multirepresentasi yang lebih rendah karena pelaksanaan pembelajaran pendekatan saintifik hanya berfokus pada urutan langkah kegiatan “5M” yaitu mengamati, menanya, mencoba, mengasosiasikan, dan mengomunikasikan (terbatas pada proses sainsnya saja). Pembelajaran di kelas kontrol tidak mengaitkan aspek rekayasa dan teknologi. Siswa tidak diberikan contoh teknologi yang menerapkan konsep fisika yang sedang dipelajari dan siswa tidak dituntut menganalisis rekayasa dari teknologi itu sehingga kemampuan representasi siswa kurang terlatih selama proses pembelajaran. Hal ini akan membuat siswa tidak terbiasa untuk memecahkan masalah menggunakan berbagai representasi. Pernyataan tersebut didukung oleh Ainsworth (1999) yang menyatakan bahwa siswa akan melakukan pemecahan masalah dengan representasi yang baik, apabila selama proses pembelajarannya pun diberikan representasi-representasi.

Hasil perhitungan rata-rata dari *N-gain skill* multirepresentasi pada kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki rata-rata *N-gain* dalam kategori sedang. Hasil

peningkatan *skill* multirepresentasi pada kelas yang menggunakan pendekatan STEM belum optimal karena beberapa aspek dari pendekatan STEM diduga belum diterapkan selama proses pembelajaran. Dalam proses pembelajaran siswa tidak merekayasa dan menciptakan sebuah produk teknologi, melainkan siswa hanya menganalisis rekayasa dari sebuah contoh teknologi yang sudah ada. Dugaan ini didukung dari penelitian yang dilakukan oleh Blackley (2018) yang menyatakan bahwa pendidikan STEM terpadu berfokus pada pemecahan masalah otentik atau pembuatan produk, termasuk penerapan proses perancangan teknik (misal: *brainstorming*, pembuatan, pengujian, dan perbaikan) dan pada kegiatannya siswa seharusnya didorong untuk terlibat dalam menciptakan bentuk visual mereka sendiri guna mewakili pemahaman konsep yang mereka miliki. Namun secara keseluruhan hasil yang didapat dari penelitian telah menunjukkan gambaran bahwa pendekatan STEM dapat menumbuhkan *skill* multirepresentasi siswa.

KESIMPULAN

Penelitian menemukan bahwa pendekatan STEM dapat meningkatkan *skill* multirepresentasi siswa pada materi Hukum Newton tentang gerak. Nilai rata-rata *N-gain skill* multirepresentasi siswa yang menggunakan pendekatan STEM lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rata-rata *N-gain skill* multirepresentasi siswa yang menggunakan pendekatan saintifik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Liliyasi, Rusli, A., & Waldrip, B. (2011). Implementasi Pembelajaran Berbasis Multi Representasi untuk Peningkatan Penguasaan Konsep Fisika Kuantum. *Cakrawala Pendidikan*, 1(1), 30-45.
- Ainsworth, S. (1999). The Functions of Multiple Representation. *Computers & Education*, 33(2), 131-152.
- Blackley, S., Rahmawati, Y., Sheffield, R., Koul, R., & Fitriani, E. (2018). Indonesian Primary Students with STEM. *Issues in Educational Research*, 28(1), 18-42.
- Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A., & Velasquez-Bryant, N. (2006). The Effects of Engineering Modules on Student Learning in Middle School Science Classrooms. *Journal of Engineering Education*, 95(4), 301-309.
- Kaniawati, D.S., & Suwama, I. K. I. R. (2015). Study Literasi Pengaruh Pengintegrasian Pendekatan STEM dalam Learning Cycle 5E terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa pada Pembelajaran Fisika. *Seminar Nasional Fisika (SiNaFi)* (hal. 39-48). Bandung: Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI.
- Pangesti, K. I., Yulianti, D., & Sugianto, S. (2017). Bahan Ajar Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Meningkatkan

- Penguasaan Konsep Siswa SMA. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 6(3), 53-58.
- Priyatno. (2010). *Paham Analisa Statistik Data dengan SPSS*. Jakarta: Buku Seri.
- Rehmat, A. P. (2015). *Engineering the Path to Higher-Order Thinking in Elementary Education: A Problem Based Learning Approach for STEM Integration*. Las Vegas: UNLV Theses / Dissertations / Professional / Papers / Capstones.
- Waldrip, B., Prain, V., & Carolan, J. (2006). Learning Junior Secondary Science through Multi-Modal Representations. *Electronic Journal of Science Education*, 11(1), 86-105.
- Yusup, M. (2009). Multirepresentasi dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 2(1), 1-10.