



Tersedia online di EDUSAINS
Website: <http://journal.uinjkt.ac.id/index.php/edusains>
EDUSAINS,11 (2), 2019, 163-172



Research Artikel

ANALISIS KEMAMPUAN SISWA DALAM CONSTRUCTING EXPLANATIONS AND DESIGNING SOLUTIONS MATERI GERAK DAN GAYA

ANALYSIS OF THE ABILITY IN CONSTRUCTING EXPLANATIONS AND DESIGNING SOLUTIONS OF STUDENTS ON FORCE AND MOTION

Tiara Obrilian Cahyanti, Sukarmin, Ashadi

Universitas Sebelas Maret, Indonesia
tiaraobriliancahyanti@student.uns.ac.id

Abstract

This study is aimed to determine the Constructing explanations and designing solutions ability among students in Force and Motion subject. The result was analyzed by descriptive methode to describe the Constructing explanations and designing solutions ability among junior high school student. The sample of this study included 128 students of four junior high schools; SMP N 1 Jaten, SMP N 1 Kebakkramat, SMP N 3 Surakarta, and SMP N 5 Surakarta. The results showed that the ability of students in constructing explanations and designing solutions in each aspect below 55%. The percentage of the student's Constructing explanations and designing solutions ability in each sub-subject was on the moderate category, then there should be a treatment to improve the students' Constructing explanations and designing solutions ability.

Keywords: *Constructing explanations; designing solutions; force; motion*

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kemampuan siswa dalam Constructing explanations and designing solutions pada materi Gerak dan Gaya kelas VIII SMP. Penelitian ini menerapkan penelitian deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan kemampuan siswa dalam Constructing explanations and designing solutions. Subjek penelitian adalah 128 siswa SMP yang terdiri dari 4 sekolah yaitu SMP N 1 Jaten, SMP N 1 Kebakkramat, SMP N 3 Surakarta, dan SMP N 5 Surakarta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam constructing explanations and designing solutions pada masing-masing aspek dibawah 55%. Selain itu persentase kemampuan siswa dalam Constructing explanations and designing solutions pada masing-masing sub materi masuk dalam kategori sedang, sehingga perlu dilakukan tindakan untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam Constructing explanations and designing solutions.

Kata Kunci: Constructing explanations; designing solutions; gerak; gaya

Permalink/DOI: <http://doi.org/10.15408/es.v11i2.10674>

PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang sangat pesat terutama di bidang sains dan pendidikan sains. Pandangan mengenai sains dan teknologi yang menjadi kunci utama dalam pemenuhan kebutuhan di masa modern menjadi landasan perubahan standar pendidikan yang semula berbasis literasi sains menjadi berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematic* (STEM). Pada April 2013, kumpulan 26 negara di dunia dan 40 penulis memutuskan sebuah perubahan kerangka standar pendidikan sains yang dinamakan *Next Generation Science Standards* (NGSS) (NGSS Lead States, 2013). NGSS berangkat dari permasalahan mengenai perubahan yang terjadi di dunia selama 15 tahun setelah standar pendidikan sains dikembangkan. Standar pendidikan sains yang dimaksud adalah *National Science Education Standards* (NSES). Pada Desember 1994, NSES dirilis setelah mengalami beberapa perbaikan dalam pengembangannya. NSES memainkan peran utama dalam membentuk masyarakat yang memiliki literasi sains (National Research Council, 1996). NGSS Lead States (2013) menyatakan bahwa standar pendidikan saat ini tidak berhasil mempersiapkan siswa untuk kuliah, karier, dan kewarganegaraan kecuali ditetapkan harapan dan tujuan yang tepat. Sehingga perlu adanya standar pendidikan sains baru yang dapat membangun minat siswa pada STEM.

NGSS menjadi jalan dalam mewujudkan masyarakat yang memiliki pengetahuan dan keterampilan seperti keterampilan teknologi informasi dan komunikasi serta media (*ICT and media literacy skills*), keterampilan memecahkan masalah (*problem solving skills*), keterampilan berpikir kritis (*critical thinking skills*), keterampilan berkomunikasi efektif (*effective communication skills*), dan keterampilan bekerja sama secara kolaboratif (*collaborative skills*). Keterampilan tersebut menjadi tantangan pendidikan abad 21 pada era revolusi industri 4.0. Selain memberikan pengaruh terhadap pendidikan sains di Amerika

Serikat, reformasi ini telah mempengaruhi pembelajaran sains di seluruh dunia (Sadler & Brown, 2017). Perbandingan NGSS dengan standar sains jordan di K-8 menunjukkan pada NGSS konsep ilmu Fisika 58% lebih tinggi dari standar sains jordan pada jenjang kelas 3-5. Hal ini juga diikuti oleh Ilmu Bumi dan Luar Angkasa (42%) serta Ilmu Hayati (36%). Hasil ini menjadi arahan dalam merevisi standar dan kurikulum sains Jordan (Qablan, 2018). Selain itu, beberapa praktik kemampuan membangun penjelasan dan merancang solusi belum ada dalam 40 kegiatan pembelajaran dari situs web yang didanai oleh NSF, sehingga harus mendorong pengembang kurikulum untuk melakukan evaluasi dan penyesuaian dengan praktik yang tercantum dalam NGSS (Cellitti, J., Likely, R., Moy, M.K., Wright, 2018).

NGSS merupakan standar pendidikan internasional yang memuat konten dan aktivitas praktik pada seluruh disiplin ilmu di setiap jenjang kelasnya (NGSS Lead States, 2013). Tujuan diciptakan NGSS seperti pada pembahasan sebelumnya yaitu sebagai pedoman atau standar dalam melaksanakan pembelajaran dan mengembangkan minat peserta didik terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi. NGSS terdiri dari tiga dimensi antara lain *Science and Engineering Practices*, *Disciplinary Core Ideas*, dan *Crosscutting Concepts*. *Science and Engineering Practices* memuat bagaimana pengetahuan sains diperoleh dan dipahami, *Disciplinary Core Ideas* memuat konten pengetahuan sains, dan *Crosscutting Concepts* memuat bagaimana konten sains terhubung melalui konsep yang melintasi berbagai disiplin ilmu.

Science and Engineering Practices dalam NGSS memiliki delapan kerangka, antara lain: 1) *Asking questions (for science) and defining problems (for engineering)*; 2) *Developing and using models*; 3) *Planning and carrying out investigation*; 4) *Analyzing and interpreting data*; 5) *Using mathematic and computational thinking*; 6) *Constructing Explanations (for science) and designing solutions (for engineering)*; 7) *Engaging in argument from*

evidence; dan 8) *Obtaining, evaluating, and communicating information* (NGSS Lead States, 2013). Masing-masing kerangka *Science and Engineering Practices* dalam NGSS merepresentasikan tujuan yang harus dicapai oleh siswa dalam pembelajaran sains sesuai dengan jenjang kelas dan karakteristik materi yang sedang diajarkan.

Berdasarkan hasil tes *Programme for International Student Assessment* (PISA), peserta didik Indonesia berada pada level 2 dengan skor 403 yang menyatakan peserta didik mampu menggunakan pemahaman, prosedural, dan pengetahuan sehari-hari untuk merancang pertanyaan ilmiah dan mengidentifikasi data guna membuat suatu penjelasan ilmiah dengan kemampuan berpikir pada level kognitif dasar (OECD, 2018). Kemampuan peserta didik dalam menyusun pertanyaan ilmiah, menentukan variabel, menjelaskan hubungan sebab akibat, serta memberikan kesimpulan masih dalam bentuk sederhana. Peserta didik mampu membuat klaim berdasarkan pengalaman sehari-hari, namun belum mampu membangun penjelasan berdasarkan data dan fakta (Framework PISA, 2017). Hasil tersebut menunjukkan bahwa kemampuan membangun penjelasan dan merancang solusi masih perlu ditingkatkan lagi.

Constructing explanations and designing solutions atau keterampilan untuk membangun penjelasan suatu fenomena alam dan merancang solusi permasalahan secara ilmiah menjadi salah satu keterampilan yang harus dimiliki oleh siswa dalam pembelajaran sains di kelas. Membangun penjelasan ilmiah dari fenomena alam merupakan sebuah tujuan penting dalam pendidikan sains (Nawani, von Kotzebue, Spangler, & Neuhaus, 2019). Pendidikan sains juga berupaya mempersiapkan siswa dalam mengembangkan pemikiran ilmiah, penalaran, dan keterampilan memecahkan masalah (Lee, Quinn, & Valdés, 2013).

Selain itu, *constructing explanations and designing solutions* menjadi praktik ilmiah utama dalam NGSS (Roseman, Herrmann-

Abell, & Koppal, 2017). Tujuan ilmu pengetahuan adalah sebagai konstruksi atau landasan teori yang dapat memberikan penjelasan yang jelas mengenai dunia (National Research Council, 2011). *Framework* dan praktik NGSS mencakup elemen-elemen dalam membangun penjelasan dan mengembangkan model umum yang dapat diterapkan pada serangkaian fenomena untuk menjelaskan bagaimana dan mengapa itu terjadi (Stiles & Loucks-Horsley, 2001). Dalam menguraikan peristiwa sains dibutuhkan penjelasan ilmiah yang menghubungkan antara teori dengan fenomena alam. Penjelasan ilmiah dapat membangun pengetahuan siswa mengenai peristiwa atau fenomena alam dengan dukungan kajian teori yang sesuai. Praktik ilmiah dari penjelasan mendefinisikan atau mendeskripsikan sebuah proses dan menghubungkan alasan mengenai fenomena yang akan dijelaskan. Selain itu, mengembangkan penjelasan tidak hanya mencakup bagian konstruksi tetapi juga perbandingan dan kritik (Krajcik & Merritt, 2012).

Membangun penjelasan ilmiah memerlukan empat proses inti: mengobservasi sebuah fenomena alam dan menyusun pertanyaan ilmiah, menganalisis dan menginterpretasi data, mengembangkan penjelasan hubungan sebab-akibat antara temuan dengan teori yang sudah ada, serta memberikan penjelasan logis mengenai fenomena yang diselidiki (Nawani *et al.*, 2019; Brigandt, 2016; Delen & Krajcik, 2015; Braaten & Windschitl, 2011; Berland & Reiser, 2009). *Constructing explanations and designing solutions* pada tingkat 6-8 dibangun dari pengalaman di tingkat K-5 dan berlanjut pada membangun penjelasan dan merancang solusi yang didukung oleh berbagai sumber bukti yang konsisten dengan ide ilmiah, prinsip, dan teori. *Constructing Explanations and Designing Solutions* dalam NGSS menghendaki peserta didik dapat membangun penjelasan dan merancang solusi yang didukung oleh berbagai bukti yang konsisten dengan ide, prinsip, dan

teori ilmiah. Selain itu, pada jenjang kelas 6-8 peserta didik diharapkan dapat menggunakan ide dan prinsip ilmiah dalam merancang sebuah objek, peralatan, proses, atau sistem (NGSS Lead States, 2013).

Argumentasi merupakan objek dari kegiatan dan dapat didefinisikan sebagai keterampilan yang seharusnya dimiliki oleh siswa untuk mendukung klaim, membuat hubungan antara fakta yang mereka pelajari, dan mentransfer pencapaian pengetahuan ke dalam contoh kehidupan sehari-hari (Erduran, 2018). Ketika para ilmuwan mempertimbangkan interpretasi alternatif dari pengamatan yang sama, mereka berdebat untuk mengidentifikasi kelemahan beberapa penjelasan dan secara bertahap membangun sebuah laporan persetujuan (menggambarkan elemen dari berbagai sumber), sampai pada penjelasan yang paling sesuai dengan bukti (Krajcik & Merritt, 2012). Hal ini menunjukkan keterkaitan antara penjelasan dengan argumentasi dalam kegiatan ilmiah dimulai dengan proses investigasi atau penyelidikan, kemudian diperoleh data untuk dilakukan analisis. Dalam analisis data memuat penjelasan mengenai jawaban pertanyaan ilmiah yang kemudian penyempurnaannya melalui argumentasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kemampuan siswa dalam membangun penjelasan dan merancang solusi (*Constructing explanations and designing solutions*). hasil analisis dapat dijadikan rujukan atau dasar evaluasi dalam melaksanakan pembelajaran yang tepat bagi siswa.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menggambarkan kemampuan siswa dalam membangun penjelasan dan merancang solusi (*Constructing explanations and designing solutions*) pada materi Gerak dan Gaya kelas VIII Sekolah Menengah Pertama (SMP). Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahu ajaran 2018/2019. Subjek penelitian yaitu 128 siswa SMP yang terdiri dari 4 sekolah yaitu

SMP N 1 Jaten, SMP N 1 Kebakkramat, SMP N 3 Surakarta, dan SMP N 5 Surakarta.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian adalah teknik survei. Instrumen pengumpulan data yang digunakan adalah soal tes berbentuk pilihan ganda berjumlah 24 butir. Instrumen tes pilihan ganda yang digunakan dalam pengambilan data adalah campuran antara tipe pilihan ganda biasa dengan tipe pilihan ganda analisis hubungan antar hal. Butir soal pilihan ganda dipilih karena dapat digunakan untuk mengukur segala level pengetahuan, mulai dari yang paling sederhana seperti pengetahuan konsep, sampai dengan yang paling kompleks seperti analisis. Selain itu, analisis butir soal pilihan ganda dapat dilakukan secara baik dan informasi yang diberikan lebih kaya (Widoyoko, 2014). Pilihan ganda analisis hubungan antar dipilih karena dapat digunakan untuk melihat kemampuan peserta didik dalam menganalisis hubungan antara pernyataan dan alasan. Instrumen yang disusun menggunakan aspek kemampuan siswa dalam *Constructing explanations and designing solutions* pada NGSS dan disesuaikan dengan tujuan pembelajaran dalam kurikulum 2013 pada KD 3.2 mengenai Gerak dan Gaya. Instrumen yang digunakan telah divalidasi oleh dosen ahli dan siswa sebagai pengguna. Indikator kemampuan siswa dalam *Constructing explanations and designing solutions* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator *Constructing Explanations and Designing Solutions*

Indikator <i>Constructing Explanations and Designing Solutions</i>	No Soal
Membangun penjelasan yang mencakup hubungan kualitatif dan kuantitatif antara variabel yang memprediksi atau menggambarkan fenomena	1, 5
Membangun penjelasan menggunakan model atau representasi	4, 22
Membangun penjelasan ilmiah berdasarkan bukti yang valid dan reliabel yang diperoleh dari sumber (meliputi percobaan siswa) dan asumsi bahwa teori atau hukum mendeskripsikan alam yang terjadi hari ini seperti yang mereka lakukan di masa lalu dan akan terus dilakukan di masa	2, 14, 20

Indikator <i>Constructing Explanations and Designing Solutions</i>	No Soal
depan	
Menggunakan ide ilmiah, prinsip, atau bukti untuk membangun, memperbaiki, atau menggunakan penjelasan untuk fenomena, contoh, atau peristiwa dunia nyata;	8, 9, 13, 16, 21
Menggunakan alasan ilmiah untuk menunjukkan mengapa data atau bukti cukup untuk menjelaskan atau menyimpulkan	6, 10, 12, 24
Menggunakan ide atau prinsip ilmiah untuk merancang, membangun, atau menguji rancangan objek, alat, proses, atau sistem	3, 15, 18
Melakukan sebuah proyek, terlibat dalam siklus desain, untuk membangun atau menerapkan sebuah solusi yang memenuhi kriteria	7, 23
Mengoptimalkan kinerja dengan memprioritaskan kriteria, memperbaiki, dan melakukan pengujian ulang	11, 17, 19

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis deskriptif kuantitatif. Data yang didapatkan dari hasil tes diolah dengan menggunakan analisis deskriptif kuantitatif yang disajikan dalam bentuk persentase kemampuan siswa dalam *Constructing explanations and designing solutions*. selain itu, hasil tes kemampuan siswa dalam *Constructing explanations and designing solutions* juga disajikan dengan skor persentase rata-rata pada masing-masing sub materi. Interpretasi hasil tes kemampuan siswa dalam *Constructing explanations and designing solutions* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Interpretasi Hasil Tes Kemampuan Siswa

Rentang Skor	Kategori
0% - 20%	Sangat rendah
21% - 40%	Rendah
41% - 60%	Sedang
61% - 80%	Baik
81% - 100%	Sangat baik

(Riduwan, 2010)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Materi yang digunakan dalam penelitian adalah materi gerak dan gaya. Pada materi gerak dan gaya terbagi menjadi beberapa materi, antara lain Gerak Lurus, Hukum I Newton, Hukum II Newton, dan Hukum III Newton. Materi Gerak dan Gaya masuk dalam salah satu *Disciplinary Core Ideas* (DCIs) pada NGSS yaitu *Motion and Stability: Forces and Interactions*. *Performance Expectation* (PEs) menjadi target pembelajaran dalam NGSS memuat daftar ekspektasi kinerja yang diharapkan dari peserta didik. *Science and Engineering Practices* dalam NGSS pada topik Gerak dan Interaksinya pada jenjang SMP terdiri dari dua kerangka, yaitu *Planning and Carrying Out Investigation* dan *Constructing Explanations and Designing Solutions*.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kemampuan siswa dalam *Constructing explanations and designing solutions* pada materi Gerak dan Gaya. Instrumen pilihan ganda berjumlah 24 item digunakan sebagai alat dalam mengukur kemampuan *Constructing explanations and designing solutions* siswa.

Kemampuan *Constructing explanations and designing solutions* dalam NGSS dibangun dari tingkat kanak-kanak hingga kelas 12. *Constructing explanations and designing solutions* pada kelas 6-8 dibangun dari pengalaman pada jenjang kanak-kanak hingga kelas 5 (K-5). *Constructing explanations and designing solutions* pada kelas kanak-kanak hingga kelas 2 (K-2) dibangun berdasarkan pengalaman sebelumnya dan berkembang ke penggunaan bukti dan ide dalam membangun fakta berdasarkan bukti fenomena alam dan merancang solusi (NGSS Lead States, 2013). Pada kelas K-2, pembelajaran siswa dilakukan dengan mengamati benda-benda yang bersifat konkret. Siswa melakukan pengamatan secara langsung atau dari media pendukung kemudian membangun fakta berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan. Selain itu, siswa mulai dilatih untuk merancang solusi dalam memecahkan

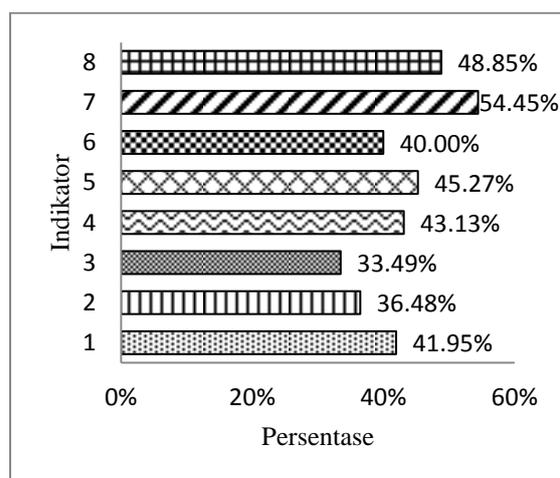
masalah yang diberikan oleh guru. Selanjutnya *Constructing explanations and designing solutions* pada kelas 3 hingga kelas 5 (3-5) dibangun berdasarkan pengalaman pada K-2 dan berkembang menjadi penggunaan bukti untuk membangun penjelasan dalam menentukan variabel yang menggambarkan dan memprediksi fenomena serta merancang solusi dalam penyelesaian masalah (NGSS Lead States, 2013). Pada jenjang 2-5 siswa mulai dikenalkan dengan variabel yang berhubungan dengan fenomena alam yang diamati. Siswa membangun penjelasan dari pengamatan yang dilakukan. Siswa mulai menggunakan bukti berupa hasil pengukuran, pengamatan, dan pola dalam mendukung sebuah penjelasan dari fenomena yang diamati. Bukti pendukung serta ide-ide ilmiah juga digunakan oleh siswa dalam merancang solusi suatu masalah.

Pada kelas 6-8 kemampuan siswa dalam *Constructing explanations and designing solutions* sudah didukung dengan berbagai sumber bukti yang konsisten dengan ide ilmiah, prinsip, dan teori. Beberapa aspek *Constructing explanations and designing solutions* pada kelas 6-8 dalam NGSS Lead States (2013) antara lain:

- 1) Membangun penjelasan yang mencakup hubungan kualitatif dan kuantitatif antara variabel yang memprediksi atau menggambarkan fenomena;
- 2) Membangun penjelasan menggunakan model atau representasi;
- 3) Membangun penjelasan ilmiah berdasarkan bukti yang valid dan reliabel yang diperoleh dari sumber (meliputi percobaan siswa) dan asumsi bahwa teori atau hukum mendeskripsikan alam yang terjadi hari ini seperti yang mereka lakukan di masa lalu dan akan terus dilakukan di masa depan;
- 4) Menggunakan ide ilmiah, prinsip, atau bukti untuk membangun, memperbaiki, atau menggunakan penjelasan untuk fenomena, contoh, atau peristiwa dunia nyata;
- 5) Menggunakan alasan ilmiah untuk menunjukkan mengapa data atau bukti cukup untuk menjelaskan atau menyimpulkan;
- 6) Menggunakan ide atau prinsip ilmiah untuk merancang, membangun, atau menguji

- rancangan objek, alat, proses, atau sistem;
- 7) Melakukan sebuah proyek, terlibat dalam siklus desain, untuk membangun atau menerapkan sebuah solusi yang memenuhi kriteria;
- 8) Mengoptimalkan kinerja dengan memprioritaskan kriteria, memperbaiki, dan melakukan pengujian ulang.

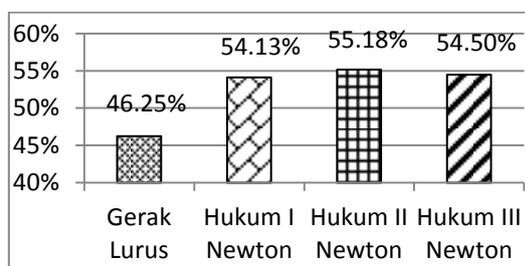
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil kemampuan siswa dalam *Constructing explanations and designing solutions* pada tiap aspek dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kemampuan *Constructing Explanations and Designing Solutions*

Pada Gambar 1, dapat diketahui bahwa ketercapaian kemampuan siswa dalam *Constructing explanations and designing solutions* berada pada kategori rendah dan sedang. Kategori sedang dimiliki siswa pada indikator 1, 4, 5, 6, 7, dan 8. Kategori rendah dimiliki siswa pada aspek membangun penjelasan menggunakan model atau representasi (indikator 2) dan membangun penjelasan ilmiah berdasarkan bukti yang valid dan reliabel yang diperoleh dari sumber (meliputi percobaan siswa) dan asumsi bahwa teori atau hukum mendeskripsikan alam yang terjadi hari ini seperti yang mereka lakukan di masa lalu dan akan terus dilakukan di masa depan (indikator 3). Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam menentukan grafik yang sesuai dengan konsep gerak lurus.

Perbedaan nilai ini dipengaruhi oleh perbedaan kemampuan siswa dalam memahami materi pembelajaran yang ternyata antara siswa satu dengan yang lainnya memiliki kemampuan berbeda. Histogram kemampuan siswa dalam *Constructing explanations and designing solutions* pada masing-masing sub materi Gerak dan Gaya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Histogram kemampuan *Constructing explanations and designing solutions* Materi Gerak Gaya

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa kemampuan siswa dalam *Constructing explanations and designing solutions* pada masing-masing sub materi masuk dalam kategori sedang. Selain itu, kemampuan siswa paling rendah terdapat pada materi Gerak Lurus, sedangkan kemampuan siswa paling tinggi terdapat pada materi Hukum II Newton. Secara keseluruhan persentase kemampuan siswa pada tiap-tiap sub materi masih berada pada nilai rata-rata.

Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa kemampuan membangun penjelasan ilmiah sulit bagi siswa. Kemampuan penjelasan ilmiah sulit bagi siswa karena membutuhkan penggabungan banyak elemen yang berbeda, termasuk mengumpulkan bukti untuk menilai dan memperbaiki klaim, memberikan alasan bagaimana mendukung klaim, menghubungkan bukti dengan prinsip ilmiah, dan mengkomunikasikan apa yang telah dipahami (Kuhn & Reiser, 2004). Membangun penjelasan juga termasuk strategi dalam mengintegrasikan pengetahuan, dimana merupakan sebuah proses dinamis yang dilakukan oleh siswa dalam menghubungkan ide dan pengalaman sebelumnya dengan pengetahuan konseptual untuk menjelaskan fenomena (Cabello, Real, &

Impedovo, 2019). Sehingga perlu upaya yang lebih besar untuk membantu siswa dalam memahami dan membangun penjelasan ilmiah (Hsu, Chiu, Lin, & Wang, 2015). Hal ini menunjukkan perlu adanya pelatihan atau pembiasaan yang dapat dilakukan dalam proses pembelajaran terkait dengan kemampuan *Constructing explanations and designing solutions*. Sehingga dalam menghadapi era revolusi industri 4.0, diharapkan siswa memiliki keterampilan yang dibutuhkan dalam tuntutan abad 21.

Pengembangan kemampuan siswa dalam *Constructing explanations and designing solutions* melalui pembelajaran di kelas dapat dilakukan oleh guru dengan melakukan inovasi pembelajaran. Inovasi pembelajaran di kelas dapat dilakukan dengan menerapkan model maupun metode pembelajaran yang dapat melatih siswa dalam proses membangun penjelasan dan merancang solusi. Salah satu contoh yaitu dengan menggunakan model pembelajaran berbasis penyelidikan (*inquiry*) atau model pembelajaran berbasis proyek (*project based learning*).

Menurut Bybee (2009) cara efektif menyampaikan pembelajaran sains menurut NGSS adalah melalui penyelidikan (*investigation*), mengumpulkan data dan menganalisisnya (*collection and analysis of evidence*), *logical reasoning*, dan *communication of information*. Selain itu, ciri khusus proses penyelidikan sains yaitu mengajukan pertanyaan dan mendefinisikan masalah (*asking question and defining problems*); membangun penjelasan dan merancang solusi (*constructing explanations and designing solutions*); merencanakan dan melakukan penyelidikan (*planning and carrying out investigations*); analisis dan interpretasi data (*analyzing and interpreting data*); dan menarik argumen dari fakta (*engaging in argument from evidence*) (Minner, Levy, & Century, 2010).

Project Based Learning (PjBL) merupakan sebuah pendekatan pembelajaran aktif fokus pada partisipasi siswa dalam sebuah

proyek sebagai komponen pusat dalam kurikulum (Pearlman & Thomas, 2000). Pembelajaran aktif efektif dalam meningkatkan pembelajaran dan kinerja siswa dalam STEM : Sebuah meta-analisis dari 225 siswa untuk semua mata pelajaran STEM (biologi, kimia, ilmu komputer, teknik, geologi, matematika, fisika, dan psikologi) menunjukkan sebuah keuntungan dari pendekatan pembelajaran aktif relatif terhadap kuliah pasif pada hasil pembelajaran seperti tugas unjuk kerja (Beier *et al.*, 2019).

Pembelajaran berbasis proyek menekankan pada proses penyelesaian sebuah permasalahan yang dihadapi oleh siswa melalui sebuah proyek. Menawarkan keuntungan dari pembelajaran faktual, PjBL merupakan metode pengajaran induktif dimana siswa menganalisis proyek, menggunakan pengetahuan sebelumnya, dan menghasilkan produk akhir (Bondi, Neuberger, Iafrati, & Pow, 2014). Sehingga pembelajaran menggunakan *project based learning* diharapkan dapat mengembangkan kemampuan siswa dalam *Constructing explanations and designing solutions*.

PENUTUP

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa ketercapaian kemampuan siswa dalam *constructing explanations and designing solutions* pada masing-masing aspek dibawah 55%. Pada aspek membangun penjelasan dengan menggunakan model/ representasi serta membangun penjelasan berdasarkan bukti yang valid dan reliabel masih rendah yaitu dibawah 40%.

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan adalah sebagai berikut perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai penyebab nilai kemampuan siswa dalam *Constructing explanations and designing solutions* masuk dalam kategori sedang dan rendah, agar didapatkan solusi yang tepat untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam *Constructing explanations and designing*

solutions; strategi pembelajaran yang diterapkan harus mampu mengembangkan kemampuan siswa dalam *Constructing explanations and designing solutions*.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibimbing oleh dosen pembimbing tesis yaitu Sukarmin, S.Pd., M.Si., Ph.D. dan Prof. Dr. Ashadi. Ucapan terima kasih peneliti sampaikan kepada bapak dosen pembimbing atas bimbingan dan pengarahannya. Selain itu, ucapan terima kasih juga peneliti sampaikan kepada kepala sekolah dan guru IPA di SMP N 1 Jaten, SMP N 1 Kebakkramat, SMP N 3 Surakarta, dan SMP N 5 Surakarta atas kesediaan dalam membantu pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Beier, M. E., Kim, M. H., Saterbak, A., Leautaud, V., Bishnoi, S., & Gilberto, J. M. (2019). The effect of authentic project-based learning on attitudes and career aspirations in STEM. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(1), 3–23.
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1), 26–55.
- Bondi, E., Neuberger, B., Iafrati, M., & Pow, J. (2014). Multidimensional comparison of project-based learning programs. *ISEC 2014 - 4th IEEE Integrated STEM Education Conference*.
- Braaten, M., & Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Science Education*, 95(4), 639–669.
- Brigandt, I. (2016). Why the Difference Between Explanation and Argument Matters to Science Education. *Science and Education*, 25(3–4), 251–275.

- Bybee, R. W. (2009). Research - 5E model and 21st century skills, (January).
- Cabello, V. M., Real, C., & Impedovo, M. A. (2019). Explanations in STEM Areas: an Analysis of Representations Through Language in Teacher Education. *Research in Science Education*.
- Cellitti, J., Likely, R., Moy, M.K., Wright, C. G. (2018). A content analysis of NGSS science and engineering practices in K-5 curricula. In *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. United States: American Society for Engineering Education.
- Delen, I., & Krajcik, J. (2015). What Do Students' Explanations Look Like When They Use Second-Hand Data? *International Journal of Science Education*, 37(12), 1953–1973.
- Erduran, S. (2018). Toulmin's argument pattern as a "horizon of possibilities" in the study of argumentation in science education. *Cultural Studies of Science Education*, 13(4), 1091–1099.
- Framework PISA. (2017). PISA 2015 Science Framework, (March 2013), 19–48.
- Hsu, C. C., Chiu, C. H., Lin, C. H., & Wang, T. I. (2015). Enhancing skill in constructing scientific explanations using a structured argumentation scaffold in scientific inquiry. *Computers and Education*, 91, 46–59.
- Krajcik, J. S., & Merritt, J. (2012). Engaging Students in Scientific Practices: *The Science Teacher*, March(March), 38–41.
- Kuhn, L., & Reiser, B. J. (2004). Students Constructing and Defending Evidence-Based Scientific Explanations. *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, TX*, 1–35.
- Lee, O., Quinn, H., & Valdés, G. (2013). Science and Language for English Language Learners in Relation to Next Generation Science Standards and with Implications for Common Core State Standards for English Language Arts and Mathematics. *Educational Researcher*, 42(4), 223–233.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction-what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2011). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nawani, J., von Kotzebue, L., Spangler, M., & Neuhaus, B. J. (2019). Engaging students in constructing scientific explanations in biology classrooms: a lesson-design model. *Journal of Biological Education*, 53(4), 378–389.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States. Next Generation Science Standards: For States, By States* (Vol. 1–2).
- OECD. (2018). PISA 2015 Results in Focus. *Oecd*.
- Pearlman, B., & Thomas, J. W. (2000). Bob Pearlman Home Project-Based Learning 21st Century Learning A REVIEW OF RESEARCH ON PROJECT-BASED LEARNING.
- Qablan, A. (2018). Comparison of science and engineering concepts in next generation science standards with Jordan Science standards. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(6), 2693–2709.

- Riduwan. (2010). *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Roseman, J. E., Herrmann-Abell, C. F., & Koppal, M. (2017). Designing for the next generation science standards: Educative curriculum materials and measures of teacher knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 28(1), 111–141.
- Sadler, T. D., & Brown, D. E. (2017). Call for papers: *Journal of Research in Science Teaching* – Special Issue: A critical examination of the Next Generation Science Standards. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(5), 555–557.
- Stiles, K. E., & Loucks-Horsley, S. (2001). Professional development strategies. *International Encyclopedia of the Social Behavioral Sciences*, 65(2), 2–24.
- Widoyoko, E. P. (2014). *Penilaian Hasil Pembelajaran di Sekolah*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.