

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Aktualisasi Peran Generasi Milenial Melalui Pendidikan, Pengembangan Sains, dan Teknologi dalam Menyongsong Generasi Emas 2045”

25 NOVEMBER 2018

DIAGRAM SCAFFOLDS UNTUK MEMBELAJARKAN KEMAMPUAN *SCIENTIFIC EXPLANATION* SISWA SMA PADA PEMBELAJARAN FISIKA

Ayu Dian Kirana

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Jember

ayudian436@gmail.com

Supeno

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Jember

supeno.fkip@unej.ac.id

Maryani

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Jember

drs.maryani@ymail.com

ABSTRAK

Scientific explanation adalah pernyataan hubungan sebab-akibat mengenai mengapa atau bagaimana sesuatu terjadi dengan disertai catatan bahwa pernyataan tersebut harus mencakup prinsip-prinsip ilmiah yang sesuai. Penjelasan ilmiah memiliki tiga komponen penting yang harus diikutsertakan dalam aplikasi penjelasan ilmiah. Komponen tersebut diantaranya klaim, bukti, dan penalaran/penjelasan. Siswa diharapkan mampu membangun dan memberikan interpretasi hasil belajar berbasis bukti terhadap fenomena alam dan menunjukkan kaitan antara bukti dan penjelasan yang diberikan pada pembelajaran fisika atau mampu memiliki kemampuan penjelasan ilmiah (*scientific explanation*). Banyak penelitian telah melaporkan bahwa siswa menghadapi kesulitan dalam membangun penjelasan ilmiah. Peneliti melakukan penelitian tentang solusi tersebut dengan mendiskusikan rancangan LKS berbasis *diagram scaffolds* untuk membelajarkan kemampuan penjelasan ilmiah. *Diagram scaffolds* merupakan salah satu bentuk *scaffolding* yang mampu menjembatani pemikiran bernalar siswa dalam menumbuhkan kemampuan menjelaskan secara ilmiah. Hasil penelitian yang diperoleh peneliti yang menggunakan desain penelitian secara deskriptif pada materi fluida statis dengan memperhatikan langkah-langkah penyusunan LKS dan *scaffolding* yang tepat untuk membelajarkan kemampuan penjelasan ilmiah mampu menghasilkan sebuah kesimpulan yang sesuai dengan tujuan penelitian ini. LKS berbasis *diagram scaffolds* mampu membelajarkan kemampuan penjelasan ilmiah.

Kata kunci: *scientific explanation, diagram scaffolds.*

PENDAHULUAN

Scientific explanation adalah salah satu tujuan utama dalam pembelajaran sains, termasuk fisika. Sandoval & Reiser (2004) mengatakan bahwa *scientific explanation* atau penjelasan ilmiah adalah salah satu dari tujuan proses inkuiri yang mengarah pada pemahaman terhadap suatu fenomena alam berdasarkan pengetahuan ilmiah, mengartikulasikannya, dan

meyakinkan orang lain tentang pemahaman. Penelitian Zimmerman (2011) mengatakan bahwa kemampuan penjelasan ilmiah (*scientific explanation*) menggabungkan sejumlah keterampilan yang kompleks, kemampuan mengartikulasikan teori, memahami bukti yang bisa dijadikan sebagai pendukung maupun penentang teori pada penjelasan

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Aktualisasi Peran Generasi Milenial Melalui Pendidikan, Pengembangan Sains, dan Teknologi dalam Menyongsong Generasi Emas 2045”

25 NOVEMBER 2018

yang sama. Ewen, Schurter, dan Gundersen (2012) menyatakan bahwa fisika sering didefinisikan sebagai kajian tentang materi, energi, dan transformasinya. Berdasarkan hal tersebut, maka ilmu fisika merupakan bagian sains yang memerlukan suatu keterampilan penunjang pelaksanaannya yang berupa struktur penjelasan bagian-bagian yang dibahas di dalam fisika. Penjelasan ilmiah tidak hanya sebagai artefak pusat ilmu pengetahuan (McNeill & Krajcik, 2011) tetapi menjadi isu sentral dalam pendidikan sains (Pallrand, 1996; Yang & Wang, 2014).

Siswa diharapkan mampu membangun dan memberikan interpretasi hasil belajar berbasis bukti terhadap fenomena alam dan menunjukkan kaitan antara bukti dan penjelasan yang diberikan pada pembelajaran fisika atau mampu memiliki kemampuan penjelasan ilmiah (*scientific explanation*). Penelitian yang mendukung kebutuhan tersebut adalah penelitian McNeill & Krajcik (2006) yang menyatakan suatu keterlibatan siswa dalam suatu kegiatan penemuan ilmiah dan mengkonstruksi penjelasan berbasis bukti dapat mengubah pandangan siswa terhadap sains.

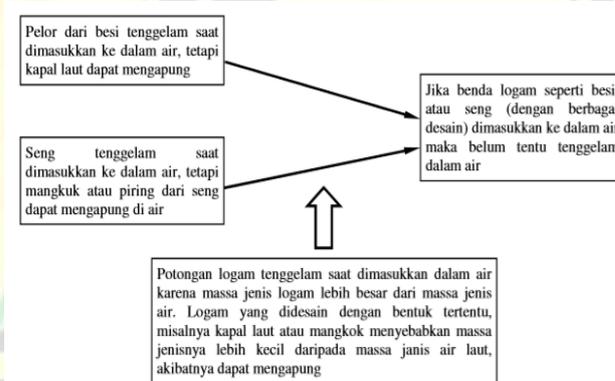
Banyak penelitian telah melaporkan bahwa siswa menghadapi kesulitan dalam membangun penjelasan ilmiah (Kuhn & Reiser, 2005; McNeill & Krajcik, 2011; Sandoval & Millwood, 2005). McNeill dan Krajcik (2011) juga mengamati bahwa siswa sering tidak jelas tentang apa artinya untuk membangun penjelasan ilmiah dan tentang apa yang harus disertakan dalam penjelasan mereka.

Hasil data valid mengenai kemampuan bernalar dalam menjelaskan secara ilmiah yaitu data OECD (2016) yang menjelaskan hasil studi PISA pada tahun 2015 Indonesia menempati urutan ke sembilan terbawah dari seluruh negara yang tergabung di dalam PISA. Indonesia memiliki nilai rata-rata kemampuan siswa dalam bidang sains sebesar 403 yang terhitung sangat jauh dari rata-rata tetapan PISA sebesar 493 yang menunjukkan bahwa peserta didik Indonesia termasuk dalam kategori yang memiliki pengetahuan ilmiah secara terbatas dan kinerja dalam sains rendah tidak dapat menggunakan pengetahuan ilmiah dasar atau sehari-hari untuk menginterpretasikan data dan menarik kesimpulan ilmiah yang valid.

Berbagai penelitian telah dilakukan oleh para pendidik dan peneliti terhadap pengembangan kemampuan bernalar. Diantaranya mengenai kemampuan penjelasan ilmiah yaitu penelitian McNeill dan Krajcik (2008) melakukan penerapan model pembelajaran berupa *intructional practice* untuk

mengukur *scientific explanation* yang menghasilkan penelitian bahwa model tersebut dapat memberikan pengaruh baik terhadap *scientific explanations* peserta didik. Kemudian dilakukan penelitian terkait diagram *scientific explanation* (Lee, 2010) dan scaffolding kognitif untuk mempengaruhi kemampuan *scientific explanation* (Sandoval, 2003; Chin & Osborne, 2010; Wang, 2015). Penelitian-penelitian tersebut melakukan tindakan perlakuan pada proses pembelajaran terhadap kemampuan *scientific explanation* yang menghasilkan pernyataan bahwa penalaran berbasis bukti pada kemampuan *scientific explanation* memerlukan upaya yang tidak mudah dalam penerapan perlakuan. Penelitian lain mengatakan bahwa penerapan *scaffolding* langsung sangat berguna untuk meningkatkan penalaran. Siswa yang menggunakan *scaffolding* langsung lebih mampu membuat hipotesis dan menarik kesimpulan (Wu, Weng, dan She, 2016).

Menurut Supeno, (2017), berikut kerangka *scientific explanation* tentang peristiwa tenggelam, melayang, dan terapung untuk benda yang didesain menjadi berbagai bentuk diagramnya yang ditunjukkan



pada gambar 1.

Menurut Vygotsky, peserta didik dapat mengembangkan keterampilan berpikir tingkat yang lebih tinggi saat mendapatkan bimbingan berupa *scaffolding*. Penelitian Wu & She (2016)

Gambar 1. Diagram *scientific explanation*

menyatakan bahwa *scaffolding* adalah dukungan instruksional yang mampu membantu peserta didik untuk dapat mencapai pembelajaran mandiri dalam mengidentifikasi konsep-konsep kunci studi sains. Chin dan Osborne (2010) dan Sampson, Grooms, & Walker (2011) telah menekankan pentingnya memperkenalkan kriteria penjelasan ilmiah dan mendorong siswa untuk menggunakan kriteria untuk evaluasi, hambatan apa yang dihadapi siswa selama evaluasi serta apakah dan bagaimana jenis *scaffolding* metakognitif ini

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Aktualisasi Peran Generasi Milenial Melalui Pendidikan, Pengembangan Sains, dan Teknologi dalam Menyongsong Generasi Emas 2045”

25 NOVEMBER 2018

mempengaruhi pembelajaran penjelasan ilmiah yang terlewatkan. Diagram scaffolds mirip dengan diagram V yang merupakan salah satu *scaffolding* prosedural berupa diagram yang mengaitkan klaim, bukti, dan kesimpulan. Diagram V membantu siswa untuk menghubungkan konsep ilmu dan merancang investigasi (Knaggs & Schneider, 2012), membuat pembelajaran komunikasi yang lebih berarti dan efektif, berkembang keterampilan dan keterampilan pemrosesan ilmiah (Keles & Ozsoy, 2009).

Menurut Chodijah (2012), lembar kerja siswa (student worksheet) adalah lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Pada umumnya lembar kerja siswa merupakan petunjuk, suatu langkah untuk bisa menyelesaikan tugas di dalamnya. Keuntungan penggunaan lembar kerja siswa bagi guru yaitu memudahkan dalam melaksanakan pembelajaran. Sedangkan bagi peserta didik akan belajar secara mandiri dan belajar untuk memahami dan menjalankan suatu tugas tertulis. Struktur LKS Struktur LKS secara umum adalah sebagai berikut: (Depdiknas, 2008: 24)

1. Judul
2. Petunjuk belajar (Petunjuk peserta didik)
3. Kompetensi yang akan dicapai
4. Informasi pendukung
5. Tugas-tugas dan langkah-langkah kerja
6. Penilaian

Berdasarkan definisi dari LKS, maka LKS berbasis *diagram scaffolds* merupakan LKS yang penyusunannya yang di dalamnya terdapat langkah kerja penyajian pemecahan masalah dilakukan dengan penyajian *scaffolding* berupa diagram yang mengaitkan klaim fenomena yang terhubung dengan bukti fenomena mengenai materi yang disajikan serta pada penyajian ini disampaikan bagaimana alur pengambilan suatu kesimpulan fenomena dengan bernalar.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, peneliti merumuskan masalah penelitian yaitu bagaimana penyusunan LKS berbasis *diagram scaffolds* yang mampu membelajarkan kemampuan penjelasan ilmiah. melalui judul **“Diagram Scaffolds untuk Membelajarkan Kemampuan Scientific Explanation Siswa SMA Pada Pembelajaran Fisika**

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan peneliti pada penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Penelitian ini digunakan sebagai sarana diskusi mengenai penyusunan LKS berbasis *diagram scaffolds* yang

mampu membelajarkan kemampuan penjelasan ilmiah pada pembelajaran fisika dengan materi fluida statis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penjelasan ilmiah merupakan jawaban untuk pertanyaan ilmiah tertentu (Sandoval & Reiser, 2004). Secara umum, penjelasan ilmiah (*scientific explanation*) adalah pernyataan hubungan sebab-akibat mengenai mengapa atau bagaimana sesuatu terjadi dengan disertai catatan bahwa pernyataan tersebut harus mencakup prinsip-prinsip ilmiah yang sesuai. Penjelasan ilmiah memiliki tiga komponen penting yang harus diikutsertakan dalam aplikasi penjelasan ilmiah. Komponen tersebut diantaranya:

1. Klaim: pernyataan yang akan diuji dan disebut sebagai jawaban dari pertanyaan ilmiah (kesimpulan fenomena)
2. Bukti: hasil data pengujian atau investigasi sebagai penunjang kevalidan klaim.
3. Penalaran: laporan yang memberikan pembenaran pada klaim dengan hadirnya bukti yang kuat.

LKS (Lembar Kerja Siswa) berbasis *diagram scaffolds* merupakan sarana pembelajaran yang mampu membelajarkan suatu kemampuan yang menjadi pusat perhatian abad 21 yaitu kemampuan penjelasan ilmiah. LKS merupakan alat/ instrument pembelajaran yang berisi tugas tertentu untuk diselesaikan siswa sesuai dengan kompetensi dasar (KD) yang berlaku. Langkah-langkah penyusunan LKS yaitu (Depdiknas, 2008:24):

- a. Perumusan KD yang harus dikuasai Rumusan KD pada suatu LKS langsung diturunkan dari dokumen SI.
- b. Menentukan alat penilaian dilakukan terhadap proses kerja dan hasil kerja siswa.
- c. Penyusunan materi LKS sangat tergantung pada KD yang akan dicapai. Materi LKS dapat berupa informasi pendukung dan dapat diambil dari berbagai sumber seperti buku, majalah, internet, jurnal hasil penelitian. Dalam LKS ditunjukkan referensi yang digunakan agar peserta didik membaca lebih jauh tentang materi itu. Tugas-tugas harus ditulis secara jelas guna mengurangi pertanyaan dari peserta didik tentang hal-hal yang seharusnya peserta didik dapat melakukannya
- d. Struktur LKS Struktur LKS secara umum adalah sebagai berikut: (Depdiknas, 2008: 24)
 1. Judul
 2. Petunjuk belajar (Petunjuk peserta didik)

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Aktualisasi Peran Generasi Milenial Melalui Pendidikan, Pengembangan Sains, dan Teknologi dalam Menyongsong Generasi Emas 2045”

25 NOVEMBER 2018

3. Kompetensi yang akan dicapai
4. Informasi pendukung
5. Tugas-tugas dan langkah-langkah kerja
6. Penilaian

Diagram scaffolds merupakan salah satu bentuk *scaffolding* yang dapat memberikan bantuan kepada siswa untuk mampu menumbuhkan kemampuan penjelasan ilmiah. Menurut Turnbull, Turnbull, Shank dan Leal (1999), *scaffolding* di dalam pembelajaran terdiri dalam 2 langkah utama. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengembangkan rencana pembelajaran yang membimbing siswa memunculkan kembali pengetahuan yang telah dimiliki untuk memperoleh pemahaman mendalam pengetahuan baru. Langkah kedua *scaffolding* di dalam pembelajaran yang harus dilakukan adalah pelaksanaannya guru memberikan dukungan kepada peserta didik pada setiap langkah proses belajar.

Berdasarkan uraian jelas mengenai penjelasan ilmiah, LKS dan *diagram scaffolds*, penyusunan LKS berbasis *diagram scaffolds* memperhatikan uraian tersebut. Langkah-langkah penyusunan LKS berbasis *diagram scaffolds* sebagai berikut:

1. Menentukan KD pembelajaran dengan tepat kemudian menentukantujuan LKS yang ditunjukkan oleh gambar 2.
2. Menyusun petunjuk LKS berbasis *diagram scaffolds* ditunjukkan pada gambar 3.
3. Memberikan kajian teori yang jelas dan singkat mengenai materi pembelajaran. Materi pembelajaran yang digunakan peneliti saat ini adalah fluida statis.
4. Menentukan dan mencantumkan permasalahan yang akan diselesaikan oleh siswa yang mampu menjadikan stimulus siswa dalam bernalar. Masalah yang dicantumkan peneliti pada LKS dapat dilihat pada gambar 4.
5. Menyajikan langkah-langkah menganalisis data penyelesaian masalah dengan cara melakukan praktikum. Langkah ini merupakan langkah disertai *scaffolding* pada tiap tahap yang membantu siswa dalam penyelesaian masalah. dan dapat merujuk pada pembelajaran kemampuan penjelasan ilmiah yang ditunjukkan pada gambar 5 dan 6.

1. Tujuan :

- a. Menganalisis faktor yang mempengaruhi gaya apung pada prinsip hukum Archimedes.
- b. Menganalisis peristiwa terapung, melayang dan tenggelam.

Gambar 2. Tujuan LKS (KD pembelajaran)

2. Petunjuk Lembar Kerja Siswa
 - a. Baca dan pahami permasalahan di LKS dengan seksama.
 - b. Gunakan sumber belajar sebagai sumber informasi pendukung.
 - c. Gunakan internet sebagai sumber informasi jika diperlukan.
 - d. Perhatikan arahan guru dalam membimbing jalannya proses pembelajaran.
 - e. Perhatikan tahap-tahap penyelesaian masalah sebagai berikut
 - Tentukan *klaim* (pernyataan yang perlu diuji kevalidannya untuk menjawab permasalahan yang ada), kemudian isi diagram *klaim* yang telah disediakan.
 - Tunjukkan *bukti-bukti* yang mendukung *klaim* yang anda tentukan, kemudian isi diagram *bukti-bukti* yang telah disediakan.
 - Jelaskan hubungan antara *klaim* yang anda tentukan dengan *bukti-bukti* yang anda tunjukkan pada diagram *explanation* yang telah disediakan.
 - f. Intepretasikan penjelasan yang telah anda isi pada diagram *explanation*.
 - g. Penilaian LKS bergantung pada kelengkapan indikator penyelesaian masalah yang telah ditentukan.

MASALAH

Bagaimana menurut Anda tentang faktor yang mempengaruhi gaya apung pada zat cair?

Kapal laut merupakan alat transportasi yang mampu menampung banyak penumpang. Kapal laut juga merupakan alat transportasi yang terbuat dari besi. Massa jenis besi kapal laut sebesar 8x massa jenis air laut.

Berdasarkan deskripsi singkat di atas, hal seharusnya yang terjadi pada kapal laut yang terbuat dari besi dengan massa jenis lebih besar dari air laut adalah tenggelam, namun pada kenyataannya kapal laut dapat terapung di atas lautan. Mengapa hal tersebut bisa terjadi?

Jawab permasalahan di atas dengan tepat disertai bukti-bukti yang dapat mendukung jawaban Anda!

Gambar 4. Masalah di LKS berbasis *diagram scaffolds*.

- c. Perhatikan pertanyaan-pertanyaan di bawah ini untuk mendapatkan jawaban yang tepat pada permasalahan utama LKS “Mengapa kapal laut yang terbuat dari besi dengan massa jenis lebih besar dari air laut dapat terapung di atas lautan?”
- Jawablah 6 pertanyaan di atas sebagai media Anda menentukan jawaban (*klaim*) pada permasalahan LKS!

1. Apakah peristiwa yang terjadi pada ketiga plastik berbeza?
2. Bagaimana peristiwa yang terjadi pada gelas A?
3. Bagaimana peristiwa yang terjadi pada gelas B?
4. Bagaimana peristiwa yang terjadi pada gelas C?
5. Peristiwa manakah yang menunjukkan peristiwa yang hampir mirip dengan apa yang terjadi pada kapal laut?
6. Apakah ada kemiripan bentuk antara plastik yang terapung dengan kapal laut?



(Gambar nyata pada kapal laut)



(gambar bentuk kapal secara keseluruhan)

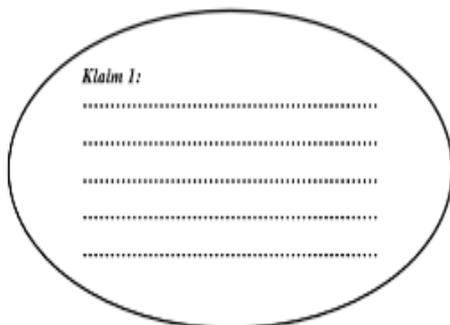
SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Aktualisasi Peran Generasi Milenial Melalui Pendidikan, Pengembangan Sains, dan Teknologi dalam Menyongsong Generasi Emas 2045”

25 NOVEMBER 2018

- d. Berdasarkan jawaban Anda dari 6 pertanyaan di atas, analisislah sedemikian rupa agar dapat merujuk ke jawaban yang tepat atas permasalahan LKS! “Mengapa kapal laut yang terbuat dari besi dengan massa jenis lebih besar dari air laut dapat terapung di atas lautan?”

Jadikan jawaban Anda tersebut sebagai *klaim* dari permasalahan LKS!



Gambar 6. Diagram scaffolds

LKS disertai *diagram scaffolds* ini mampu menuntun siswa dalam menentukan *klaim* dari permasalahan yang telah ditentukan dan mampu menuntun siswa untuk memberikan bukti terhadap *klaim* serta mampu menuntun siswa dalam menguraikan penjelasan hubungan antara *klaim* dan *bukti*. Rancangan LKS berbasis *diagram scaffolds* ini sesuai dengan pernyataan Mag'izah dkk (2018) yaitu bagian inti lembar kerja siswa meliputi, permasalahan, langkah kerja (bereksperimen), analisis data, tahap penjelasan ilmiah. Bagian akhir kesimpulan yang digunakan siswa untuk mengeluarkan pendapat berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan

Deskripsi permasalahan pada LKS ini adalah kapal laut merupakan alat transportasi yang mampu menampung banyak penumpang. Kapal laut juga merupakan alat transportasi yang terbuat dari besi. Massa jenis besi kapal laut sebesar 8x massa jenis air laut. Hal seharusnya yang terjadi pada kapal laut yang terbuat dari besi dengan massa jenis lebih besar dari air laut adalah tenggelam, namun pada kenyataannya kapal laut dapat terapung di atas lautan. Mengapa hal tersebut bisa terjadi? Jawab permasalahan di atas dengan tepat disertai bukti-bukti yang dapat mendukung jawaban Anda!

Scaffolding pada LKS ini yang ditunjukkan oleh gambar 5 mampu menuntun siswa dalam menjawab jawaban permasalahan di atas dengan kerangka penjelasan ilmiah:

1. *Klaim*: kapal laut yang terbuat dari besi dengan massa jenis lebih besar dari air laut dapat

terapung di atas lautan disebabkan oleh bentuknya yang merupakan usaha dalam memperbesar volumenya dan memiliki rongga atau lambung kapal (penentuan *klaim* ini, peneliti juga menyediakan *scaffolding* dalam bentuk diagram seperti terlihat pada gambar 6.

2. *Bukti*: hasil praktikum berdasarkan langkah analisis data LKS yang disertai *scaffolding* diantaranya yaitu bola padat tanpa rongga, lempengan seperti mangkuk, dan bola berongga. Hasil praktikum yaitu plastisin yang berbentuk lempengan dan bola berongga mampu terapung maka dapat dijadikan sebagai *bukti* dari *klaim* sesuai petunjuk

3. *Penjelasan*: hubungan antara *klaim* dan *bukti* yang mereka tentukan akan tersusun jika siswa mengerjakan analisis data penyelesaian masalah mengikuti langkah-langkah yang benar sesuai dengan petunjuk dan memperhatikan *scaffolding* yang dicantumkan. Siswa akan mampu memberikan penjelasan ilmiah dengan menghubungkan keterkaitan antara *klaim* dan *bukti*.

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat ditarik sebuah pernyataan bahwa LKS yang disertai sebuah *scaffolding* berupa *diagram scaffolds* yang dirancang oleh peneliti dengan memperhatikan langkah-langkah penyusunan LKS yang tepat dan memperhatikan indikator penjelasan ilmiah serta ketepatan *scaffolding* yang digunakan dalam penyusunan LKS mampu menumbuhkan membelajarkan kemampuan penjelasan ilmiah siswa pada pembelajaran fisika.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa LKS berbasis *diagram scaffolds* yang dirancang mampu menumbuhkan atau membelajarkan kemampuan penjelasan ilmiah siswa SMA (*scientific explanation*).

DAFTAR PUSTAKA

- Chin, C., dan J. Osborne, 2010. Students' questions and discursive interaction: their impact on argumentation during collaborative group discussions in science. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 47 (7), 883–908.
- Chodijah, S., A. Fauzi., dan R. Wulan. 2012. Pengembangan perangkat pembelajaran fisika menggunakan model guided inquiry yang

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Aktualisasi Peran Generasi Milenial Melalui Pendidikan, Pengembangan Sains, dan Teknologi dalam Menyongsong Generasi Emas 2045”

25 NOVEMBER 2018

- dilengkapi penilaian portofolio pada materi gerak melingkar. *JPPF*, 1-19.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Depdiknas.
- Ewen, D., N. Schurter, dan P.E. Gundersen, 2012. *Applied Physics (10th Ed)*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Keles, O., dan S. Ozsoy. 2009. Pre-service teachers attitudes toward use of vee diagram in general physics laboratory. *International Electric Journal of Elementary Education*, Vol. 2 (3), 45-52.
- Knaggs, C.M., dan R.M. Schneider. 2012. *Thinking like A Scientist: Using Vee-Maps to Understand Process and Concept in Science*. Springer Science+Business Media.
- Kuhn, L., dan B. Reiser. 2005, April. Students constructing and defending evidence-based scientific explanations. *Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, TX*.
- Lee. V. R. 2010. How different variants of orbit diagrams influence student explanations of the seasons. *Science Education*, Vol. 94(6), 985–1007.
- McNeill, K. L., dan J. Krajcik. 2006. Supporting students’ construction of scientific explanation through generic versus context-specific written scaffold. *In Paper Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco*.
- Mag’izah Werty, R. M., Supeno, S. Bektiarso. 2018. Lembar Kerja Siswa *Scientific Explanation* untuk Melatihkan Kemampuan Penjelasan Ilmiah Siswa SMA dalam Pembelajaran Fisika. *Prociding Seminar Nasinal Pendidikan Fisika*, Vol. 3, 33-38.
- McNeill, K. L., dan J. Krajcik. 2008. Scientific explanations: characterizing and evaluating the effects of teachers’ instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 45(1), 53–78.
- McNeill, K. L., dan J. S. Krajcik. 2011. Supporting grade 5-8 students’ construction of scientific explanation by fading scaffolds in instructional materials. *Journal of the Learning Science Teaching*, Vol.15(2), 153-191.
- OECD. (2016). *PISA 2015 Results: Excellence and Equity in Education (Volume I)*, PISA, OECD Publishing, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en>.
- Pallrand, G. J. 1996. The relationship of assessment to knowledge development in science education. *Phi Delta Kappan*, Vol. 78(4), 315-318.
- Sampson, V., J. Grooms, dan J. P. Walker. 2011. Argument-driven inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: an exploratory study. *Science Education*, Vol. 95, 217–257
- Sandoval, W. 2003. Conceptual and epistemic aspects of students’ scientific explanations. *The Journal of the Learning Sciences*, Vol. 12(1), 5–51.
- Sandoval, W. A., dan B. J. Reiser. 2004. Explanation-driven inquiry: integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, Vol. 88, 345-372.
- Sandoval, W. A., dan K. A. Millwood. 2005. The quality of students’ use of evidence in written scientific explanation. *Cognition and Instruction*, Vol. 23(1), 23-25.
- Supeno, A. M. Kurnianingrum, dan M. U. Cahyani. 2017. Kemampuan penalaran berbasis bukti dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Pembelajaran dan Pendidikan Sains*, Vol. 2(1), 64-78.
- Wang, C. Y. 2015. Scaffolding middle school students’ construction of scientific explanations: comparing a cognitive versus a metacognitive evaluation approach. *International Journal of Science Education*, Vol. 37(2), 237–271
- Wu, H. L., H. L. Weng, dan H. C. She. 2016. Effects of scaffolds and scientific reasoning ability on web-based scientific inquiry. *International*

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018

“Aktualisasi Peran Generasi Milenial Melalui Pendidikan, Pengembangan Sains, dan Teknologi dalam Menyongsong Generasi Emas 2045“

25 NOVEMBER 2018

Journal of Contemporary Educational Research, Vol. 3(1), 12-24.

explanation writing. *Research in Science Education*, Vol. 44(4), 531-548.

Yang, H. T., dan K. H. Wang. 2014. A teaching model for scaffolding 4th grade students' scientific

Zimmerman, Corinne. 2011. Educational interventions to advance children's scientific thinking.

