

Implementasi Empat Tahap Pendekatan Konstruktivisme untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Kemampuan Menjelaskan Fenomena Fisis dalam Kehidupan Nyata Siswa Kelas XI SMK pada Pokok Bahasan Listrik Arus Searah

Ahmad Saripudin^{1,a)}, Dr. Johar Maknun, M.Si^{2,b)}, Dr. Andhy Setiawan, M.Si^{3,c)}

¹Program Studi Pendidikan Fisika,
Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia,
Jl. Dr. Setiabudhi No.229, Bandung, Indonesia, 40154

²Program Studi Pendidikan Fisika,
Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia,
Jl. Dr. Setiabudhi No.229, Bandung, Indonesia, 40154

³Program Studi Pendidikan Fisika,
Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia,
Jl. Dr. Setiabudhi No.229, Bandung, Indonesia, 40154

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penerapan model pembelajaran empat tahap pendekatan konstruktivisme terhadap peningkatan pemahaman konsep dan kemampuan menjelaskan fenomena fisis kehidupan nyata siswa SMK pada pokok bahasan rangkaian listrik arus searah. Metode penelitian yang digunakan adalah pre-experiment dengan desain one group pretest-posttest disign. Penelitian melibatkan 30 siswa kelas XI jurusan Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) pada salah satu sekolah SMK di Majalengka. Sampel dipilih menggunakan teknik sampling cluster random sampling. Subyek penelitian diberi perlakuan pembelajaran empat tahap pendekatan konstruktivisme. Pengumpulan data menggunakan pretest dan posttest untuk mengetahui peningkatan pemahaman konsep dan kemampuan menjelaskan fenomena fisis kehidupan nyata siswa pada pokok bahasan rangkaian arus listrik searah. Pada setiap selesai pertemuan diberikan kuisioner terkait tanggapan siswa terhadap proses pembelajaran. Berdasarkan hasil analisis data diketahui bahwa pembelajaran empat tahap pendekatan konstruktivisme dapat meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan menjelaskan fenomena fisis kehidupan nyata siswa.

Kata-kata kunci: Empat tahap pendekatan konstruktivisme, Listrik arus searah, Fenomena fisis kehidupan nyata; Pemahaman konsep

PENDAHULUAN

Secara umum permasalahan dalam pembelajaran fisika adalah adanya indikasi pembelajaran fisika yang tidak memberikan kesempatan kepada siswa untuk melibatkan contoh-contoh fisis riil dalam kehidupan sehari-hari dalam praktikum. Siswa tidak dapat membawa pengalaman fisis sehari-harinya ke dalam pembelajaran di kelas. Padahal kemampuan mengaplikasikan pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari dipandang sebagai indikator dari pemahaman konsep. Jika memang tujuan pembelajaran adalah pembelajaran bermakna maka konsep harus dapat dipahami dan dijelaskan oleh siswa baik bermakna dalam kelas maupun

bermakna dalam kegiatan sehari-hari menurut sudut pandang sains. Pembelajaran yang kurang bermakna selain menyebabkan kesulitan memahami konsep juga menyebabkan terjadinya kesalahan pemahaman konsep atau miskonsepsi.

Teori pembelajaran yang menjelaskan alasan terjadinya perbedaan-perbedaan dalam pemahaman siswa, lingkungan sains, dan faham para pengajar adalah teori pembelajaran konstruktivisme. Dalam teori pembelajaran konstruktivisme setiap orang membangun informasi di dalam pikirannya. Selama proses konstruksi ini, siswa dipengaruhi oleh sikap dan kepercayaan yang terbentuk dari pengalamannya, lingkungan tempat mereka tinggal dan alat komunikasi [1]. Teori belajar konstruktivisme sangat efektif dalam memperbaiki kesalahan pemahaman konsep dan juga dalam membangun konsep pembelajaran bermakna.

Banyak sekali model pembelajaran yang berlandaskan pada teori pembelajaran konstruktivisme, yaitu membangun konsepsi sains dengan cara membangkitkan keaktifan siswa dari pengalaman fisisnya sehari-hari, dan menjadikannya sebagai bahan belajarnya sendiri. Salahsatu model yang berlandaskan teori konstruktivisme adalah empat tahap pendekatan konstruktivisme (ETPK). Model ini merupakan pengembangan dari model *learning cycle 3E*, yaitu dengan penambahan satu tahap pembelajaran, sehingga menjadi empat tahap pembelajaran. Model empat tahap pendekatan konstruktivisme dianggap sangat efisien dalam mengatasi kesulitan guru dalam menyelesaikan permasalahan tersebut. [2].

Pada penelitian ini, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai “**Implementasi Empat Tahap Pendekatan Konstruktivisme untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Kemampuan Menjelaskan Fenomena Fisis dalam Kehidupan Nyata Siswa Kelas XI SMK pada Pokok Bahasan Listrik Arus Searah**” sebagai salah satu alternatif model pembelajaran dalam pembelajaran fisika.

MODEL EMPAT TAHAP PENDEKATAN

Partisipasi aktif siswa dalam proses pembelajaran mulai berkembang setelah teori konstruktivisme ditemukan. Menurut Freedman [3], ada tiga karakteristik utama dalam teori belajar konstruktivisme, yaitu:

- (1) belajar adalah proses aktif,
- (2) siswa mengkonstruksi pengetahuan mereka dengan memaknai pengetahuan awal mereka,
- (3) siswa mampu merespon apa-apa yang sedang mereka pelajari sendiri.

Banyak model pembelajaran yang dilandasi oleh teori konstruktivisme, diantaranya adalah model 3E's, model empat langkah pendekatan konstruktivisme (disebut dengan model 4E's oleh Bodzin, Cates dan Prices, 2003; Bodzin, Cates, Prices & Pratt, 2003), model 5 E's dan model 7 E's. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Calik, dkk (2006) dan Calik, dkk (2010) ternyata model empat tahap pendekatan konstruktivisme menunjukkan hasil yang lebih baik dibanding dengan model-model berhaluan konstruktivisme lainnya. Pada model lain ditemukan beberapa kelemahan. Pada model 3E's (dikenal dengan *learning cycles model*) terdapat kekurangan fase yang dapat mengaktifkan siswa dalam pembelajaran. Pada model 5E's terdapat kelemahan dengan adanya tahap *elaboration* dengan *evaluataion* yang membingungkan guru. Pada model 7E's juga terdapat langkah yang membingungkan yaitu antara tahap *extension* dengan *expansion*. Oleh karena itu, model empat tahap pendekatan konstruktivisme lebih disukai untuk diterapkan [4].

Model empat tahap pendekatan konstruktivisme merupakan model pembelajaran yang menerapkan pendekatan konstruktivisme. Siswa dituntun untuk membangun pemahamannya sendiri berdasarkan pengalamannya. Selain itu, model pembelajaran ini tidak selalu memerlukan peralatan laboratorium yang ideal. Media pembelajaran yang digunakan dapat merupakan media pembelajaran yang berasal dari kehidupan nyata siswa. Media pembelajaran disesuaikan dengan fenomena fisis yang dialami oleh siswa dalam kehidupan nyata. Disinilah kelebihan model pembelajaran empat tahap pendekatan konstruktivisme. Padahal Ayas, dkk (1993) dalam penelitiannya menyatakan mengajar ilmu di banyak negara berkembang, atau di sekolah kurang sumber daya di negara-negara yang lebih maju, sering bermasalah karena kurangnya fasilitas mengajar atau peralatan, seperti peralatan laboratorium dan dukungan teknologi seperti jaringan komputer.

Tahapan Model Empat Tahap Pendekatan Konstruktivisme

Model empat tahap pendekatan konstruktivis terdiri atas empat tahap pembelajaran, yaitu: *Eliciting students' pre-conception, focusing, challenging, dan applying (fruitfulness)* [5] Berikut adalah penjelasan setiap tahapnya.

- 1) Tahap *Eliciting students' pre-conception*. Pada tahap ini siswa didorong agar mengemukakan pengetahuan awalnya tentang konsep yang akan dibahas. Peran guru memberi pertanyaan problematis tentang fenomena fisis yang sering dijumpai siswa dalam kehidupan nyata dan mengaitkannya dengan

- konsep yang akan dibahas. Selanjutnya, siswa diberi kesempatan untuk mengkomunikasikan dan mengilustrasikan pemahamannya tentang konsep tersebut.
- 2) Tahap *focusing*. Pada tahap ini siswa secara berkelompok kecil menyelidiki dan menemukan konsep melalui pengumpulan, pengorganisasian dan menginterpretasikan data dalam suatu kegiatan yang telah dirancang oleh guru. Pada tahap ini akan terpenuhi rasa keingintahuan siswa tentang fenomena fisis dalam lingkungannya.
 - 3) Tahap *challenging*. Siswa memikirkan penjelasan dan solusi yang didasarkan pada hasil observasi kemudian mempresentasikannya di kelas. Siswa mendiskusikan temuannya bersama kelas di tambah dengan penguatan/ konfirmasi guru (bukan menginformasi). Selanjutnya, siswa membangun pemahaman baru tentang konsep yang sedang dipelajari.
 - 4) Tahap *applying (fruitfulness)*. Guru berusaha menciptakan iklim pembelajaran yang memungkinkan siswa mengaplikasikan pemahaman konsepnya, baik melalui kegiatan lain maupun melalui pemunculan masalah lain yang berkaitan dengan isu-isu di kehidupan nyata siswa.

Tabel 1 menunjukkan tahapan demi tahapan model empat tahap pendekatan konstruktivisme [6].

Tabel 1 Tahapan Model Empat Tahap Pendekatan Konstruktivisme

| Fase | Kegiatan Guru | Kegiatan Siswa |
|--|---|--|
| Tahap 1 <i>Eliciting students' pre-conception</i> | Guru memulai pembelajaran dengan bercerita atau menayang video/ animasi fenomena fisis dalam kehidupan nyata. Guru memberikan pertanyaan terkait cerita atau tayangan video untuk memunculkan prakonsepsi siswa. | Siswa menyimak cerita atau tayangan video yang disampaikan guru. Siswa menjawab dan menjelaskan pertanyaan guru sesuai dengan konsepsi yang dimilikinya |
| Tahap 2 <i>Focusing</i> | Guru mengajukan pertanyaan sebagai panduan kegiatan siswa tanpa memberikan kesimpulan. Guru memeriksa karya siswa dan mendorong mereka untuk melakukan kegiatan kelompok dan menjawab pertanyaan-pertanyaan di lembar kerja. | Siswa melakukan kegiatan yang diangkat dari fenomena fisis yang mereka temukan dalam kehidupan nyata. Siswa berdiskusi dan menjawab pertanyaan-pertanyaan di lembar kerja. |
| Tahap 3 <i>challenging</i> | Guru meminta setiap kelompok untuk menceritakan apa yang mereka lakukan dalam kegiatan tersebut dan menjelaskan konsep dan temuannya di depan kelas. Guru mendampingi siswa berbagi ide dan pembahasan dengan kelompok lain. Guru menjelaskan konsep ilmiah dan menjawab pertanyaan-pertanyaan. | Setiap kelompok menceritakan apa yang mereka lakukan dalam kegiatan tersebut dan menjelaskan konsep dan temuannya di depan kelas. Siswa berbagi ide dan pembahasan dengan kelompok lain. Siswa mendengarkan penjelasan guru tentang konsep ilmiah dan pertanyaan-pertanyaan. |
| Tahap 4 <i>Applying (fruitfulness)</i> | Guru meminta siswa mencari fenomena fisis yang lain yang memiliki konsep yang sama. Guru memperkuat konsepsi siswa melalui fenomena fisis lain yang disampaikan siswa. | Siswa mencari fenomena fisis yang lain yang memiliki konsep yang sama. Siswa mendengarkan penguatan guru terkait fenomena fisis lain yang disampaikannya. |

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dengan metode eksperimen. Desain penelitian yang digunakan adalah *pre experiment design*. Jenis *pre experiment design* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *One Group Pretest-Posttest* [7]. Desain ini dapat digambarkan seperti pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Desain Eksperimen

| Kelompok | Pretest | Perlakuan | Posttest |
|------------|-------------------------------|-----------|-------------------------------|
| Eksperimen | O ₁ O ₂ | X | O ₃ O ₄ |

Keterangan:

X = Perlakuan berupa pembelajaran dengan model empat tahap pendekatan konstruktivisme.

O₁ = *Pretest* untuk mengukur pemahaman materi ajar

O₂ = *Pretest* untuk mengukur kemampuan menjelaskan fenomena fisis dalam kehidupan nyata

O₃ = *Posttest* untuk mengukur pemahaman materi ajar

O₄ = *Posttest* untuk mengukur kemampuan menjelaskan fenomena fisis dalam kehidupan nyata

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI Bidang Keahlian Teknologi Informasi dan Komunikasi SMKN 1 Kadipaten Kabupaten Majalengka pada tahun ajaran 2016/2017. Sedangkan sampelnya adalah kelas XI RPL semester I terdiri dari 30 siswa di kelas eksperimen. Sampel diambil dengan cara *cluster random sampling*.

HASIL PENELITIAN

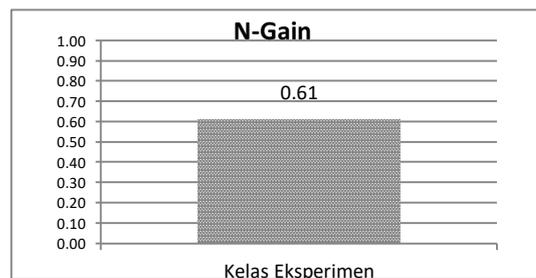
Pemahaman Konsep

Tujuan penelitian ini adalah untuk menggambarkan peningkatan pemahaman konsep siswa yang mendapatkan pembelajaran dengan model empat tahap pendekatan konstruktivisme. Data pemahaman konsep diperoleh melalui tes pemahaman konsep yang dilakukan di awal (*pretest*) dan di akhir (*posttest*). Tes pemahaman konsep terdiri dari 15 soal pilihan ganda yang mengacu pada indikator pemahaman konsep untuk materi listrik arus searah yang terdiri dari konsep arus, tegangan, hambatan, dan rangkaian hambatan. Indikator pemahaman konsep yang digunakan dalam tes yaitu; menafsirkan, mencontohkan, membandingkan, menyimpulkan, dan menjelaskan. Rekapitulasi hasil *pretest*, *posttest* dan *N-Gain* pemahaman konsep disajikan pada Tabel 3. Hasil penelitian terlihat dari data *pretest* dan *posttest*. Peningkatan data *pretest* dan *posttest* digambarkan melalui perolehan nilai rata-rata *N-gain*.

Tabel 3 Hasil perhitungan *pretest* dan *posttest* Pemahaman Konsep

| Pemahaman Konsep | Pretest | Posttest | N-Gain |
|--------------------|---------|----------|--------|
| Skor Maksimum | 10 | 15 | |
| Skor Minimum | 3 | 9 | |
| Skor Rata-Rata | 5,5 | 11 | 0,61 |
| Skor Rata-Rata (%) | 37 | 75 | 61 |

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa skor rata-rata *pretest* siswa sebesar 5,5 (37% dari skor ideal 15). Skor rata-rata *posttest* siswa sebesar 11 (75% dari skor ideal 15). Skor rata-rata *N-gain* pemahaman konsep siswa sebesar 0.60 (60% dari skor ideal). Grafik skor rata-rata *N-gain* pemahaman konsep listrik arus searah dapat dilihat pada Gambar 1.



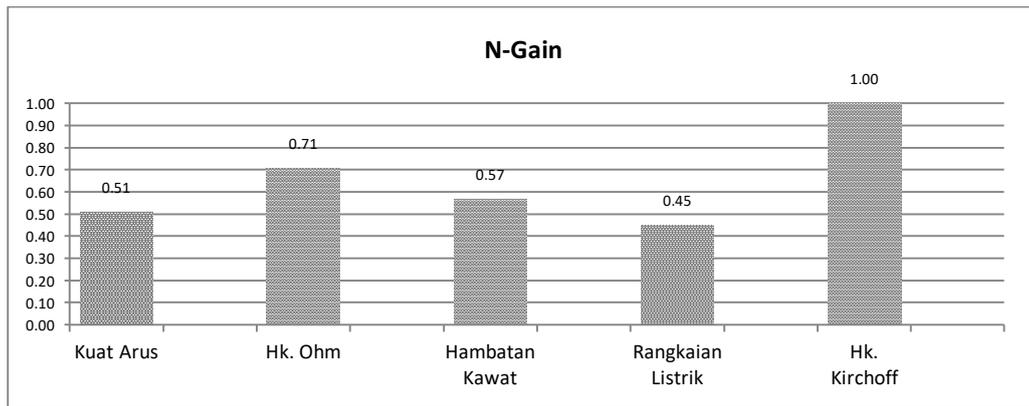
Gambar 1 Diagram Skor Rata-rata N-gain Pemahaman Konsep Siswa

Berdasarkan Gambar 1 jika kita mengacu pada kategori *N-gain* (Hake,1998), maka nilai *N-gain* pemahaman konsep siswa termasuk ke dalam kategori sedang. Pemahaman konsep siswa mengalami peningkatan. Data referensi kategori nilai *N-gain* diberikan pada tabel berikut ini [8],

Tabel 4. Data Kriteria *N-Gain*

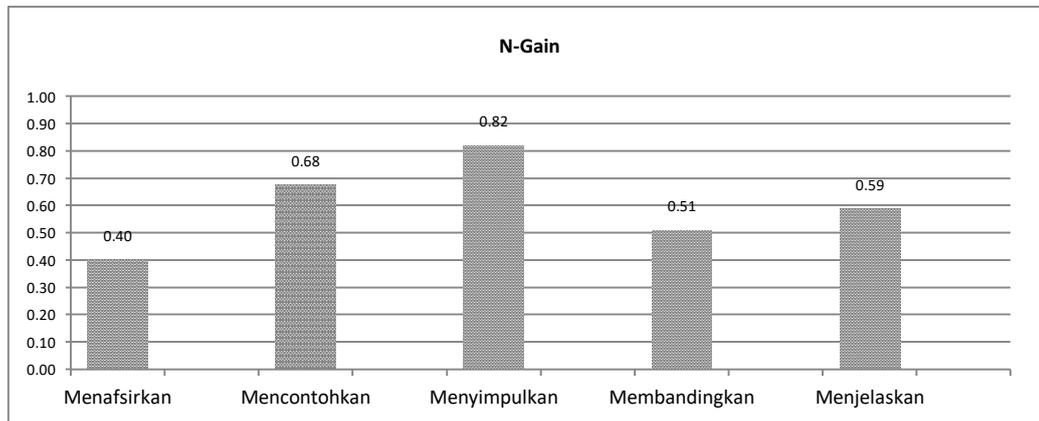
| Kategori Perolehan <i>N-gain</i> | Keterangan |
|----------------------------------|------------|
| $N-gain > 0,70$ | tinggi |
| $0,30 \leq N - gain \leq 0,70$ | sedang |
| $N-gain < 0,30$ | rendah |

Konsep listrik arus searah yang diujikan dalam penelitian ini terdiri dari 5 sub konsep yaitu kuat arus listrik, hukum Ohm, hambatan kawat penghantar, rangkaian listrik, dan hukum Kirchoff. Skor rata-rata *N-Gain* siswa untuk masing-masing konsep ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Skor Rata-rata *N-gain* Pemahaman Konsep Siswa pada Setiap Sub Konsep Listrik Arus Searah

Peningkatan pemahaman konsep tertinggi terjadi pada sub konsep Hk. Kirchoff (1). Sedangkan peningkatan pemahaman konsep terendah terjadi pada konsep rangkaian listrik (0,43).



Gambar 3 Skor Rata-rata *N-gain* Pemahaman Konsep pada Setiap Indikator Pemahaman Konsep

Peningkatan pemahaman konsep tertinggi terjadi pada indikator menyimpulkan (0.81). Peningkatan terjadi pada indikator menafsirka (0.41).

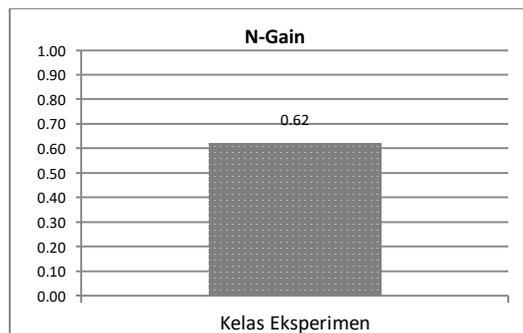
Kemampuan Menjelaskan fenomena Fisis Kehidupan Nyata

Analisis kuantitatif juga digunakan untuk melihat peningkatan kemampuan menjelaskan fenomena fisis kehidupan nyata siswa antara *pretest* dengan menggunakan kategori *N-Gain*. Berdasarkan hasil di lapangan di peroleh rata-rata skor tes kemampuan menganalisis kelompok eksperimen seperti disajikan dalam **Tabel 5**.

Tabel 5. Hasil *Pretest*, *Posttest* dan *N-Gain*
Kemampuan Menjelaskan Fenomena Fisis Kehidupan Nyata

| Kemampuan Menjelaskan Fenomena Fisis Kehidupan Nyata | <i>Pretest</i> | <i>Posttest</i> | <i>N-Gain</i> |
|--|----------------|-----------------|---------------|
| Skor Maksimum | 12 | 25 | |
| Skor Minimum | 7 | 17 | |
| Skor Rata-Rata | 8,27 | 18,6 | 0,62 |
| Skor Rata-Rata (%) | 33,1 | 74,3 | 62 |

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa skor rata-rata *pretest* dan *posttest* kemampuan menjelaskan fenomena fisis kehidupan nyata siswa yaitu 8,27 (33,1% dari skor ideal 25) untuk *pretest* dan 18,6 (74,3% dari skor ideal 25) untuk *posttest*. Rata-rata *N-Gain* 0,62.



Gambar 4 Diagram Skor Rata-rata *N-gain*
Kemampuan Menjelaskan Fenomena Fisis Kehidupan Nyata

Berdasarkan Gambar 4 jika kita mengacu pada kategori *N-gain* (Hake,1998), maka nilai *N-gain* kemampuan menjelaskan fenomena fisis kehidupan nyata siswa termasuk ke dalam kategori sedang. Kemampuan menjelaskan fenomena fisis kehidupan nyata siswa mengalami peningkatan.

Tanggapan Siswa

Untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap penerapan model pembelajaran empat tahap pendekatan konstruktivisme dalam pembelajaran fisika digunakan angket skala sikap yang berisi butir-butir pertanyaan tentang penerapan model pembelajaran empat tahap pendekatan konstruktivisme dalam pembelajaran fisika. Skala sikap disusun menggunakan skala *likert* dengan empat kategori respon yaitu: sangat setuju (SS), setuju (S), tidak setuju (TS), dan sangat tidak setuju (STS). Siswa diminta memberikan tanda cek (√) pada kolom yang sesuai dengan pernyataan sikap mereka. Untuk keperluan anali-sis kuantitatif pertanyaan positif dikaitkan dengan nilai SS = 4, S = 3, TS = 2 dan STS = 1, kemudian dihitung persentasenya. Rekapitulasi tanggapan siswa tersebut disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Tanggapan Siswa terhadap Model Pembelajaran
Empat Tahap Pendekatan Konstruktivisme dalam Pembelajaran Fisika

| No | Indikator | Rata-Rata | (%) |
|----|---|-----------|-----|
| 1 | Pembelajaran yang dilaksanakan guru dapat meningkatkan minat dan motivasi saya dalam belajar listrik arus searah. | 3 | 87 |
| 2. | Pembelajaran yang dilaksanakan guru dapat membantu saya memahami materi listrik arus searah. | 4 | 93 |
| 3 | Pembelajaran yang dilaksanakan guru dapat membantu saya untuk dapat menjelaskan fenomena fisis mengenai materi listrik arus searah. | 3 | 82 |
| 4 | Saya merasa senang belajar dengan pembelajaran yang dilaksanakan guru dan berharap dapat digunakan pada pokok bahasan yang lain. | 3 | 82 |
| 5 | Pembelajaran yang dilaksanakan guru dapat dapat memantapkan pemahaman konsep saya mengenai materi listrik arus searah. | 3 | 86 |
| 6 | Pembelajaran yang dilaksanakan guru mempermudah saya mempelajari fisika | 3 | 84 |

| | | | |
|---|---|---|----|
| 7 | Pembelajaran yang dilaksanakan guru dapat mengubah persepsi saya bahwa fisika merupakan pembelajaran sulit dan membosankan menjadi fisika merupakan pelajaran yang mengasyikan. | 3 | 73 |
|---|---|---|----|

Berdasarkan Tabel 6 kemudian disesuaikan dengan kriteria skala sikap tanggapan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Kriteria Skala Sikap
Tanggapan Siswa terhadap Pembelajaran

| KM (%) | Kriteria |
|--------------|-----------------------------------|
| KM < 35 | Sebagian kecil siswa setuju |
| 36 < KM < 60 | Hampir setengah dari siswa setuju |
| KM > 60 | Sebagian besar siswa setuju |

Hasilnya dapat diketahui bahwa sebagian besar siswa (KM > 60) menyetujui bahwa penerapan model pembelajaran empat tahap pendekatan konstruktivisme dalam pembelajaran fisika dapat membantu siswa untuk menyetujui indikator angket.

KESIMPULAN

Penggunaan model Empat Tahap Pendekatan Konstruktivisme memberikan alternatif model pembelajaran yang cukup tinggi dalam meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan menjelaskan fenomena fisis siswa SMK. Hasil analisis pemahaman konsep siswa menunjukkan peningkatan dengan kategori sedang mendekati tinggi sebagai efek penerapan model Empat Tahap Pendekatan Konstruktivisme. Perolehan skor rata-rata <g> sebesar 0,61. Hal ini dikarenakan pembelajaran dengan model Empat Tahap Pendekatan Konstruktivisme memberikan kesempatan kepada siswa untuk dapat mengkonstruksi atau membangun secara mandiri sebuah konsep melalui kegiatan penyajian permasalahan, percobaan, diskusi, dan penerapan konsep.

Penerapan model pembelajaran Empat Tahap Pendekatan Konstruktivisme dapat meningkatkan kemampuan menjelaskan fenomena fisis dalam kehidupan nyata siswa dengan kriteria sedang mendekati tinggi. Perolehan skor rata-rata <g> sebesar 0,62. Hal ini karena didasari oleh pemahaman konsep yang kuat yang diperoleh dari pengalaman.

Kesimpulan di atas juga dikuatkan oleh skala sikap yang ditunjukkan oleh siswa terhadap model pembelajaran empat tahap pendekatan konstruktivisme. Siswa memberikan perntaan sangat setuju dan setuju atas di terapkannya model tersebut (KM>60)

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penulisan makalah ini. Penulis mengucapkan terima kasih secara khusus kepada Bapak M. Rochendi, S.Pd, M.PdI Kepala SMKN 1 Kadipaten yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian di sana. Kepada Bapak Dr. A.Rusli, Bapak Dr. Enjang Ahmad Juanda, M.Pd., M.T. dan Bapak Andi Nuryandi, M.Pd yang telah membantu *men-judgement* instrumen penelitian ini di Universitas Pendidikan Indonesia.

REFERENSI

- Osborne RJ. & Wittrock MC. (1983). *Learning science: a generative process*. J Sci Educ.
- Calik M. (2008). *Facilitating students' conceptual understanding of boiling using a four-step constructivist teaching method*. Res Sci Technol Educ.
- Freedman, R.H., 1998. *Constructivist assessment practices*. Paper presented at the Annual Meeting of the Association for Educators of teachers of Science, Minneapolis, MN.
- Ipek Hava, Calik Muammer. 2008. *Combining Different Conceptual Change Methods within Four-Step Constructivist Teaching Model: A Sample Teaching of Series and Parallel Circuits*. Volume 3. Turkey: Karadeniz Technical University.
- Ayas, A. (1995). *An investigation of science curriculum development and implementation techniques: Evaluation of two contemporary approaches*. Journal of Faculty of Education Hacettepe University.

6. Sevil Kurt, & Alipasa Ayas. (2012). *Improving students' understanding and explaining real life problems on concepts of reaction rate by using a four step constructivist approach*. Volume 4. Ankara, Turkey: Department of Science, Education Faculty of Education, Rize University, Faculty of Education, Bilkent University.
7. Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
8. Hake, R.R. 1998. *Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses*. *American Journal of Physics*, 66(1), hlm. 64-74.