

PENGEMBANGAN LKM DAN MATERI AJAR TOPIK TEORI KINETIK GAS MATA KULIAH TERMODINAMIKA UNTUK MELATIHKAN PENALARAN PROPORSIONAL

Andi Ichsan Mahardika, Mastuang
Pendidikan Fisika FKIP ULM Banjarmasin
e-mail: ichsan_0909@yahoo.co.id

Abstract: *The Development of Student Worksheets and Teaching Materials Topics Kinetic Theory of Gases at Thermodynamics Course to Train Proportional Reasoning.* This research is a development research that aims to obtain a student worksheets and teaching materials Kinetic Theory of Gases topics that can train proportional reasoning. The research was conducted in five stages through Wademan and McKenney research model with research subjects are student worksheets and teaching materials, while the object of research is the validity, practicality and effectiveness of teaching materials developed. The validation results obtained from two experts found that the student worksheets and teaching materials have a valid category. The results of tests on 20 students showed that the resulting product has been fulfilled the criteria of practical and effective. It can be concluded that the student worksheets and teaching materials developed for training proportional reasoning student using direct instruction model on the kinetic theory of gases have valid, practical and effective criteria.

Keywords: *direct instruction, proportional reasoning, student worksheet, thermodynamics*

Abstrak: **Pengembangan LKM dan Materi Ajar Topik Teori Kinetik Gas Mata Kuliah Termodinamika Untuk Melatihkan Penalaran Proporsional.** Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang bertujuan untuk memperoleh LKM dan Materi Ajar topik Teori Kinetik Gas yang dapat melatih penalaran proporsional mahasiswa. Penelitian dilaksanakan dalam lima tahap melalui model penelitian Wademan dan McKenney dengan subjek penelitian adalah bahan ajar yang meliputi LKM dan Materi Ajar sedangkan objek penelitian adalah validitas, kepraktisan dan keefektifan bahan ajar yang dikembangkan. Hasil validasi yang diperoleh dari dua orang ahli diperoleh bahwa LKM dan Materi Ajar yang dikembangkan telah berkategori valid. Hasil uji coba pada 20 orang mahasiswa menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan telah memenuhi kriteria praktis dan efektif. Sehingga dapat disimpulkan bahwa LKM dan Materi Ajar yang dikembangkan untuk melatih penalaran proporsional dengan menggunakan model pengajaran langsung pada teori kinetik gas telah memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif.

Kata Kunci: termodinamika, penalaran proporsional, pengajaran langsung, LKM

PENDAHULUAN

Pembelajaran pada dasarnya merupakan usaha sadar untuk mengembangkan seluruh potensi siswa meliputi pembentukan dan perkembangan pengetahuan, sikap, dan keterampilan. Proses yang sistematis untuk meningkatkan martabat manusia secara menyeluruh yang memungkinkan potensi diri berkembang secara optimal. Dengan pengetahuan yang terus tumbuh sebagaimana teknologi yang juga terus bertransformasi dalam kehidupan dan dunia kerja (Herman, *et al.*, 2011), maka masyarakat ilmiah perlu untuk mengubah pendidikan sains untuk membuatnya efektif

untuk kebutuhan siswa yang lebih luas dibandingkan dengan masa lalu, ini membutuhkan perubahan lingkungan dan komunitas belajar yang signifikan (Wieman, *et al.*, 2005). Hal ini juga dengan dikembangkan dan diterapkannya KKNi untuk perbaikan kompetensi mahasiswa. Jika meninjau KKNi yang dipersyaratkan untuk S1 yakni mampu mengaplikasikan bidang keahliannya dan memanfaatkan IPTEKS pada bidangnya dalam penyelesaian masalah serta mampu beradaptasi terhadap situasi yang dihadapi.

Hasil penelitian menunjukkan pelaksanaan pembelajaran fisika cenderung monoton, kurang

menantang, dan tidak ada variasi dalam mengembangkan pembelajaran. Strategi pembelajaran yang diterapkan belum membekali siswa untuk memberdayakan kemampuan berpikir (Muslim, dkk., 2013). Kebanyakan orang (pemula) melihat fisika lebih sebagai bagian terisolasi dari informasi yang diturunkan oleh beberapa hukum dan tidak berhubungan dengan dunia nyata. Untuk pemula, belajar fisika hanya berarti menghafal informasi dan resep penyelesaian masalah yang berlaku untuk situasi sangat spesifik (Wieman, *et al.*, 2005) tanpa adanya proses penalaran. Penalaran merupakan bagian dari kecakapan abad 21 yang direkomendasikan untuk dimiliki oleh mahasiswa. Penalaran sebagai salah satu fondasi kemampuan kognitif sangat penting dalam kesuksesan belajar dan berbagai hal dalam kehidupan nyata. Penalaran dibutuhkan dalam pembelajaran fisika (Colleta, *et al.*, 2005). Penalaran terdiri induksi dan deduksi, serta analisis, simpulan, dan evaluasi. Keterampilan ini sangat penting untuk proses diagnostik (Paans, *et al.* 2012).

Penalaran proporsional merupakan bagian dari penalaran ilmiah (Bao, *et al.*, 2009; Kwon, *et al.*, 2000). Lamon (2007) mendeskripsikan bahwa penalaran proporsional terdiri atas kemampuan untuk membedakan hubungan perkalian antara dua besaran atau variabel serta kemampuan untuk memperluas hubungan yang sama untuk pasangan besaran lainnya. Penalaran proporsional merupakan suatu komponen penting sains sebagai standar penyelidikan (*inquiry standard*), di mana sains sebagai standar penyelidikan merupakan kemampuan siswa membuat prediksi dan memberikan penjelasan mengenai pembelajaran sains (Esswein, 2010). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penalaran proporsional bukanlah hasil otomatis dari pertumbuhan dan perkembangan alami; dibandingkan dengan terdapatnya banyak tahap

perkembangan mental secara alamiah (Koelner dan Lesh, 2003). Hamed (2008), Roach (2000), dan Arons (1997) mengungkapkan mahasiswa kesulitan dengan penalaran proporsional. Lebih lanjut Arons (1997) mengamati bahwa banyak mahasiswa yang mengikuti kuliah fisika di Universitas, yang merupakan khas sains dan teknik memiliki kesulitan dalam penalaran proporsional. Lebih lanjut diungkapkan oleh Hamed (2008), Arons (1997) Roach (2000), Akatugba & Wallace (1999), Lamon (1993) bahwa meskipun banyak penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa terdapat beberapa faktor yang dihubungkan dengan kemampuan penalaran proporsional siswa dalam sains, namun banyak hasil diperoleh tidak menyediakan suatu kejelasan bagaimana faktor tersebut digunakan. Penalaran proporsional tampaknya berkembang dalam dua cara yang saling terkait. Pertama, strategi yang digunakan untuk memecahkan masalah penalaran proporsional menjadi semakin benar dan canggih dengan usia dan pengalaman. Kedua, masalah proporsional semakin kompleks dan datang untuk dipecahkan. Sayangnya, dua bentuk pembangunan, keterkaitan mereka, dan hubungan mereka dengan kemampuan kognitif hanya diperbincangkan. Tiga daerah perlu digali lebih lanjut: strategi dasar proporsional, konteks masalah, dan hubungannya dengan penguasaan penalaran proporsional.

Termodinamika merupakan cabang khusus dari fisika yang mempelajari hubungan antara kalor dan usaha (kerja), serta sifat-sifat yang mendukung hal tersebut. Dapat pula dikatakan bahwa termodinamika mempelajari energi dan transformasinya. Mempelajari termodinamik memerlukan tiga pendekatan yaitu makroskopis, statistik dan mikroskopis. Teori kinetik gas merupakan salah satu topik yang dikaji dalam mata kuliah termodinamika yang menuntut penalaran dalam memahaminya. Topik ini menjadi jembatan untuk menghubungkan

pandangan mikroskopis dengan pandangan makroskopis. Hasil pengukuran awal diperoleh bahwa kemampuan penalaran mahasiswa Prodi Pendidikan Fisika FKIP ULM dalam mata kuliah termodinamika masih rendah, dan juga belum terdapatnya perangkat pembelajaran yang mendukung pengembangan penalaran mahasiswa. Sifat perkuliahan masih bersifat klasikal yang tidak mendukung pengembangan kemampuan berpikir mahasiswa.

Pengajaran langsung adalah sebuah pendekatan yang mengajarkan keterampilan-keterampilan dasar dimana pelajaran sangat berorientasi pada tujuan dan lingkungan pembelajaran yang terstruktur secara ketat (Nur, 2008). Keunggulan pengajaran langsung menurut Nur (2008) adalah merupakan pembelajaran yang efektif untuk mengajarkan keterampilan dan informasi dasar kepada siswa, karena telah dirancang secara khusus membelajarkan siswa tentang pengetahuan prosedural yang dibutuhkan untuk melaksanakan keterampilan kompleks dan sederhana serta pengetahuan deklaratif yang terstruktur dengan baik dan dapat diajarkan secara langkah-demi-langkah.

Berdasarkan uraian tersebut maka diperlukan perangkat pembelajaran/ perkuliahan yang layak untuk topik teori kinetik gas pada mata kuliah termodinamika yang dapat melatih keterampilan penalaran proporsional. Adapun perangkat yang dikembangkan meliputi Materi Ajar dan Lembar Kerja Mahasiswa.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar topik teori kinetik gas mata kuliah termodinamika yang dapat melatih penalaran proporsional mahasiswa. Penelitian dilaksanakan dalam lima tahap melalui model penelitian Wademan dan McKenney (Plomp, 2010) tahapan untuk menghasilkan bahan ajar yang layak meliputi Rencana

Pelaksanaan Pembelajaran, Lembar Kegiatan Mahasiswa, Materi Ajar, Tes Penalaran Proporsional (TPP). Pada pelaporan ini, menggambarkan proses dan hasil pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa dan Materi Ajar yang merupakan bagian dari pengembangan bahan ajar secara utuh. Desain model penelitian Wademan dan McKenney (Plomp, 2010) dengan langkah pengembangan sebagai berikut: (a) *Problem identification*, identifikasi permasalahan didasarkan pada *site visits* atau observasi lapangan. (b) *Identification of tentative products and design principles*, berdasarkan review beberapa literatur, data empirik dan hasil penelitian awal, peneliti mendesain bahan ajar yang melatih keterampilan penalaran proporsional. (c) *Tentative products and theories*, peneliti merancang perangkat pembelajaran (prototipe 1). Perangkat pembelajaran yang dikembangkan selanjutnya divalidasi oleh ahli/pakar. Fokus validasi ahli adalah membahas validitas perangkat pembelajaran yang dikembangkan secara teoritik. (d) *Prototyping and assessment of preliminary products dan theories*, peneliti mengimplementasikan prototipe 2 pada kelas kecil sebagai uji coba terbatas. (e) *Problem resolution-advancing theory*, prototipe 3 yang telah direvisi selanjutnya selanjutnya diimplementasikan dengan metode eksperimen desain *the pretest-posttest group desain* untuk memperoleh produk final yang memiliki profil layak (valid, praktis, dan efektif)

Subjek dalam penelitian ini adalah lembar kerja mahasiswa dan materi ajar topik teori kinetik gas mata kuliah termodinamika yang dapat melatih penalaran proporsional mahasiswa dan menjadi objek penelitian adalah validitas, kepraktisan dan keefektifan bahan ajar yang dikembangkan.

Validitas LKM dan materi ajar yang dikembangkan ditentukan berdasarkan hasil validasi pakar dan praktisi dengan menggunakan

lebar validasi yang dinyatakan dengan skor 1,2,3, dan 4. Di mana 1 adalah tidak baik, 2 adalah kurang baik, 3 adalah baik, dan 4 adalah sangat baik. Hasil validasi bahan ajar dinyatakan dengan valid tanpa revisi, valid dengan revisi kecil, valid dengan revisi besar, dan tidak valid.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini disesuaikan dengan masing-masing data yang telah diperoleh selama tahapan penelitian. Data hasil validasi perangkat pembelajaran yang dikembangkan dianalisis dengan statistik deskriptif, yaitu rata-rata, proporsi, dan persentase. Kualitas perangkat pendukung dapat dilihat dari *interobserver agreement* dengan menggunakan analisis statistik *Percentage of Agreement* (R) (Borich, 1994):

$$R = \left[1 - \left\{ \frac{A - B}{A + B} \right\} \right] \times 100\%$$

Data hasil observasi keterlaksanaan untuk melihat kepraktisan LKM dan materi ajar yang dikembangkan dianalisis dengan statistik deskriptif, yaitu rata-rata dan persentase. Untuk menganalisis data nilai penalaran proporsional digunakan analisis *gain score* untuk melihat peningkatan penalaran proporsional mahasiswa. Perhitungan gain score didasarkan atas formula yang telah digunakan oleh Hake (1998):

$$\langle g \rangle = \left(\frac{\% \langle S_f \rangle - \% \langle S_i \rangle}{100\% - \% \langle S_i \rangle} \right)$$

Dengan $\langle g \rangle$ adalah gain ternormalisasi; $\langle S_f \rangle$ adalah nilai pre-test; dan $\langle S_i \rangle$ adalah nilai post-test.

Data yang diperoleh pada tahap implementasi dikonsultasikan pada Tabel 1 untuk melihat efek peningkatan dari bahan ajar yang dikembangkan terhadap penalaran proporsional mahasiswa.

Tabel 1. Acuan nilai gain

Skala	Kriteria
$\langle g \rangle > 0.7$	High-g
$0.7 > \langle g \rangle > 0.3$	Medium-g
$\langle g \rangle < 0.3$	Low-g

(Hake, 1999)

HASIL DAN DISKUSI

Bahan ajar yang meliputi LKM dan materi ajar untuk melatih penalaran proporsional dengan menggunakan model pengajaran langsung pada teori kinetik gas yang telah dirancang kemudian dilakukan tahapan validasi ahli untuk menghasilkan bahan ajar yang valid, tahaapan uji coba untuk memperoleh kepraktisan dan keefektifan rancangan LKM dan Materi ajar yang telah divalidasi.

1. Hasil validasi ahli dan praktisi

Proses validasi LKM dan Materi Ajar dilakukan oleh ahli dan praktisi. Lembar Kerja Mahasiswa(LKM) adalah panduan bagi mahasiswa yang digunakan untuk melakukan kegiatan pemecahan masalah. LKM memuat sekumpulan kegiatan mendasar yang harus dilakukan oleh mahasiswa untuk memaksimalkan pemahaman dalam upaya pembentukan keterampilan dasar sesuai indikator, sebagai pencapaian keterampilan bernalar proporsional mahasiswa. LKM yang dikembangkan pada penelitian ini ada dua yang disesuaikan dengan rencana pelaksanaan pembelajaran/perkuliah yang dikembangkan mengacu pada model pengajaran langsung, LKM pada pembelajaran ini sangat penting karena melalui Lembar Kerja Mahasiswa inilah mahasiswa mencari informasi dan kesimpulan secara berkelompok dan belajar menemukan permasalahan yang akan dicari kebenarannya. Lembar Kerja Mahasiswa berisi tugas kinerja yang harus dilakukan mahasiswa. Hasil penilaian validasi Lembar Kerja Mahasiswa meliputi aspek format LKM, aspek bahasa, dan aspek isi dikategorikan valid dengan

revisi kecil untuk pertemuan pertama dan pertemuan kedua. Nilai reliabilitas pada validasi Lembar Kerja Mahasiswa untuk pertemuan 1 adalah 93,10% dan pertemuan 2 sebesar 96,62%. Kedua LKM dinyatakan dengan kategori baik/reliabel.

Materi ajar berisi materi teori kinetik gas yang digunakan mahasiswa sebagai sumber belajar. Materi ajar yang dikembangkan terdiri dari sampul, kata pengantar, daftar isi, tujuan pembelajaran, peta konsep, judul materi, contoh soal beserta pembahasan, gambar, rangkuman, daftar pustaka, dan glosarium. Hasil penilaian validasi materi ajar meliputi aspek format, bahasa, isi, penyajian, pengintegrasian, dan aspek manfaat dinyatakan dengan kategori valid dengan revisi kecil. Nilai reliabilitas pada validasi materi ajar adalah 97,74% dengan kategori baik/reliabel.

Hasil validasi bahan ajar yang dikembangkan untuk melatih penalaran proporsional dengan menggunakan model pengajaran langsung pada topik teori kinetik gas yang meliputi LKM dan materi ajar umum telah dapat digunakan sehingga telah dapat digunakan untuk memperoleh data kepraktisan dan keefektifan.

2. Tahapan Uji Coba

Tahapan uji coba pada penelitian ini untuk memperoleh kepraktisan dan keefektifan LKM dan materi ajar yang dikembangkan. Mengetahui kepraktisan bahan ajar menggunakan model pengajaran langsung pada materi teori kinetik gas, dapat dilihat pada keterlaksanaan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang dilakukan sebanyak dua kali pertemuan yaitu. Keterlaksanaan RPP di isi dan diamati oleh dua orang pengamat. Pada keterlaksanaan RPP untuk dua kali pertemuan terdiri dari lima fase pada model pengajaran langsung. Adapun keterlaksanaan pada pertemuan pertama sebesar 84,48% dengan kategori terlaksana sangat baik dan pada pertemuan kedua sebesar 82,76%

dengan kategori terlaksana sangat baik. Adapun reliabilitas secara keseluruhan pada pertemuan pertama adalah 92,11% dengan kategori baik/reliabel dan pada pertemuan kedua 94,08% dengan kategori baik/reliabel. Dari penelitian pada pertemuan pertama ada beberapa komentar dari pengamat terkait dengan proses keterlaksanaan. Berdasarkan saran dan komentar dari pengamat untuk pertemuan pertama ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk pertemuan selanjutnya, dan revisi bahan ajar sehingga pertemuan selanjutnya dapat terlaksana lebih baik dari pertemuan pertama.

Keefektifan LKM dan materi ajar ditinjau dari keterampilan penalaran proporsional mahasiswa melalui tes hasil belajar. Hasil belajar mahasiswa untuk mengukur keterampilan penalaran proporsional mahasiswa pada penelitian ini diambil melalui *pre-test* dan *post-test* dan dihitung dengan menggunakan uji *gain* dengan jumlah mahasiswa 20 orang, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil keterampilan penalaran proporsional mahasiswa melalui *pretest* dan *posttest*

Interval Nilai	Kategori	Jumlah mahasiswa	Persentase
$g > 0,7$	Tinggi	4	20%
$0,7 > g > 0,3$	Sedang	11	55%
$g < 0,3$	Rendah	5	25%

Pada pretest yang dilakukan diperoleh seluruh mahasiswa berada pada kategori rendah hal ini sebabkan instrumen test yang diberikan merupakan instrumen yang menekankan pada penalaran, sehingga mahasiswa belum terbiasa atau belum mampu untuk menjawab dengan baik dan meskipun materi tersebut telah mereka peroleh di materi fisika SMA dan fisika dasar. Penelitian ini mengungkapkan bahwa mahasiswa lebih memilih menggunakan algoritma dibandingkan dengan menggunakan

penalaran yang mereka miliki untuk menyelesaikan masalah fisika, dan umumnya jawaban mereka kurang tepat karena soal tersebut mempersyaratkan penalaran proporsional.

Kelemahan mahasiswa dalam menggunakan penalaran proporsional dapat terlihat dari bagaimana mahasiswa menyelesaikan salah satu butir soal pada tes penalaran. Pada butir soal tersebut diberikan gambar grafik Tekanan (P) vs Temperatur (T) pada proses isokhorik yang memiliki tiga garis Volume (V) dengan tingkat kemiringan bervariasi, dengan garis V_1 (kemiringan garis tercuram), garis V_2 (kemiringan garis sedang), dan garis V_3 (kemiringan garis terlandai), kemudian mahasiswa diminta untuk menentukan manakah yang memiliki volume terbesar di antara V_1 , V_2 , dan V_3 . Butir soal ini nampak sangat sederhana karena hanya menentukan volume terbesar dari ketiga garis yang ada pada grafik P vs T . Namun untuk menyelesaikan persoalan di atas nampak mahasiswa memiliki kesulitan, hal ini terlihat dari jawaban mahasiswa yang bervariasi dan metode penyelesaiannya tidak sesuai dengan penalaran yang dibenarkan dalam sains dan konsep yang benar. Terdapat beberapa cara yang digunakan oleh mahasiswa dalam menyelesaikan persoalan di atas. Cara pertama adalah memberikan angka-angka pada sumbu X dan sumbu Y dengan skala yang konsisten, setelah itu memasukkan persamaan gas ideal untuk satu mol gas $Pv = RT$, jawaban ini dapat memberikan jawaban yang benar ataupun salah tergantung dari pemberian skala yang tepat dan penggunaan perhitungan yang benar setelah memperoleh nilai-nilai tiap besaran pada suatu titik, proses penyelesaian ini menunjukkan bahwa mahasiswa belum bernalar dengan penalaran proporsional dan cara mahasiswa dalam menyelesaikan masalah masih bersifat habitual dan algoritmik, namun kebanyakan mahasiswa menggunakan cara ini. Cara kedua adalah dengan menghitung

luas yang ada pada daerah di bawah garis lurus volume, hal ini tidak sesuai dengan konsep untuk menyelesaikan permasalahan di atas, cara ini cenderung untuk mempersamakannya dengan menyelesaikan dengan soal-soal pada grafik persamaan gerak, tentu konsep ini berbeda, dan juga terdapat tiga luas yang harus dibandingkan, bukan untuk mencari nilai tertentu, dengan cara ini mahasiswa lebih banyak memperoleh jawaban salah. Cara ketiga adalah mahasiswa menggunakan intuisinya sambil mempertimbangkan konsep yang telah mereka miliki dalam menjawab permasalahan, dan ini tentu tidak ilmiah. Tidak diperoleh seorang mahasiswa yang menggunakan penalaran proporsional dalam menyelesaikan permasalahan di atas, melalui tahap pengontrolan variabel lalu melakukan perbandingan setara. Cara terbaik untuk menyelesaikan permasalahan pada contoh butir soal tersebut adalah dengan menarik garis lurus dari sumbu X atau sumbu Y sebagai bentuk kontrol suatu variabel, kemudian melakukan perbandingan setara pada titik yang diperoleh/berpotongan dengan garis volume dengan tetap berpegang pada konsep fisika. Dengan cara ini seharusnya tidak diperoleh mahasiswa yang menjawab salah dalam butir soal tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa penalaran mahasiswa masih rendah pada saat pretest dan perlunya penalaran proporsional dalam fisika. Dalam tahap uji coba perangkat, mahasiswa dilatihkan penggunaan penalaran proporsional hal ini tergambar dalam Lembar Kerja Mahasiswa yang lebih menekankan proses bernalar mahasiswa yang didukung dengan penggunaan model pengajaran langsung untuk memberikan pelatihan bertahap/prosedural kepada mahasiswa. Dari proses implementasi LKM dan materi ajar telah memberikan peningkatan pada hasil penalaran proporsional mahasiswa yang terlihat pada Tabel-2.

Tabel 2 memperlihatkan bahwa penalaran proporsional mahasiswa yang dihitung menggunakan uji *gain* melalui *pre-test* dan *post-test* adalah, dari 20 mahasiswa keseluruhan ada 20% atau 4 mahasiswa berada pada kategori tinggi, 55% atau 11 berada pada kategori sedang, dan 25% atau 5 mahasiswa yang berkategori rendah. Hasil analisis tersebut dapat diketahui bahwa sebagian besar mahasiswa berada dalam kategori sedang sehingga pembelajaran dapat dikatakan efektif, adapun sebagian mahasiswa yang mendapatkan kategori rendah mungkin disebabkan karena mahasiswa tersebut merasa materi ajar terlalu sulit atau kurang teliti dalam mengerjakan soal. Diperolehnya kategori efektif juga menunjukkan bahwa penalaran proporsional dapat dilatihkan hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Koelner dan Lesh (2003) bahwa penalaran proporsional bukanlah hasil otomatis dari pertumbuhan dan perkembangan ilmiah. Melatihkan penalaran pada mahasiswa memerlukan strategi yang tepat baik dalam penggunaan model pembelajaran maupun penggunaan lembar kegiatan yang dapat memfasilitasi perkembangan daya nalar mahasiswa.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa LKM dan Materi Ajar yang dikembangkan untuk melatih penalaran proporsional dengan menggunakan model pengajaran langsung pada teori kinetik gas telah memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif.

DAFTAR RUJUKAN

- Akatugba, A. H. & Wallace, J. 1999. Sociocultural Influences on Physics Students' Use of Proportional Reasoning in a Non-Western Country. *Journal Of Research In Science Teaching*. 36, No. 3, pp. 305–320
- Arons, A.B. 1997. *Teaching Introductory Physics*. New York: John Wiley and Sons.
- Bao, Lei., Cai, Tianfan., Koenig, Kathy., Fang, Kai., Han, Jing., Wang, Jing., Liu, Qing., Ding, Lin., Cui, Lili., Luo, Ying., Wang, Yufeng., Li, Lieming., Wu, Nianle. 2009. Learning and Scientific Reasoning. *Science*, 323 pp. 586-587.
- Borich, G.D. 1994. *Obersvation Skills for Effective Teaching*. New York: Macmillian Publishing Company.
- Colleta, V.P., dan Philips, J.A. 2005. Interpreting FCI scores: Normalized gain, preinstruction scores, and scientific reasoning ability. *American Journal of Physics*. 73 (12), pp. 1172-1182.
- Esswein, Jeniver L. 2010. Critical Thinking and Reasoning in Middle School Science Education. *Dissertation*. The Ohio State University
- 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), pp. 64-74.
- Hake, R. R. 1999. *Analyzing Change/ Gain Score*. American Educational Research Association, Measurement and Research Methodology. US
- Hamed, Kasro. 2008. A Simple Activity to Facilitate Proportional Reasoning in the Contexts of Density, Dissolving, and Nanoparticles. *Journal of College Science Teaching*. pp 88-31.
- Herman, J.L. Duncang, J.G. dan Knap J.D. 2011. *Assessing 21st Century Skills: Summary of a Workshop*. Washinton: National Academic of Sciences.
- Koellner K., dan Lesh, R. 2003. Whodunit Exploring Proportional Reasoning Through the Footprint Problem. *School Science and Mathematics* 103 (2), pp. 92-98.
- Kwon, YJ, Lawson, A.E., Chung, W.H., Kim, Y.S. 2000. Effect on Development of Proportional Reasoning Skill of Physical Experience and Cognitive Abilities Associated with Prefrontal Lobe Activity.

- Journal of Research In Science Teaching*, 37 (10), pp. 1171-1182
- Lamon, S.J. 1993. Ratio and proportion: Connecting content and children's thinking. *Journal of Research in Science Teaching*. 24, 41-61.
- Lamon, S. J. 2007. Rational numbers and proportional reasoning: Toward a theoretical framework for research. *Second Handbook of Research on Mathematics*.
- Muslim., Suhandi, Andi dan Kaniawati, Ida. 2013. Pengembangan Model Pembelajaran Fisika Berorientasi Kemampuan Bernalar proporsional dan Pemahaman Konsep Calon Guru Fisika. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2013*. Bandung.
- Nur, Mohamad. 2008. *Model Pengajaran Langsung*. Surabaya: Unesa University Press.
- Paans, W., Sermeus, W., Nieweg., R.M., Krijnen, W., dan Schans, C. 2012. Do knowledge, knowledge sources and reasoning skills affect the accuracy of nursing diagnoses? arandomised study. *BMC Nursing* 11 (11), pp. 1-12.
- Plomp, T. 2010. Educational Design Research: An Indtroduction. In T Plomp and Nieven (Eds), *An Introduction to Educational Design Reserarch* (pp. 9-35). Enschede: SLO, Netherlands Institute for Curriculum Development.
- Roach, L.E. 2000. Exploring students' concepts of density: Assessing nonmajors' understanding of physics. *Journal of College Science Teaching* 30 (6): 386-389.
- Wieman, C dan Pierkins, K. 2005. Transforming Physics Education. *Physics Today*, 58 (11), pp. 36-49.