



IMPLEMENTASI MODEL PROBLEM BASED LEARNING (PBL) BERBANTUAN SIMULASI KOMPUTER
TERHADAP KARAKTER SISWA

Herta Astri Yudika Sinurat, Mariati Purnama Simanjuntak, dan Sehat Simatupang

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Medan

hyudikasinurat@gmail.com

Diterima: Juni 2018; Disetujui: Juli 2018; Dipublikasikan: Agustus 2018

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penerapan model PBL berbantuan simulasi komputer terhadap karakter siswa di SMA Negeri 10 Medan T.P. 2017/2018. Jenis penelitian *quasi experiment* dengan desain *two group pretest-posttest*. Populasi penelitian ini seluruh siswa kelas X MIA semester II yang berjumlah 3 kelas. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara *simple random sampling*. Kelas X MIA 1 sebagai kelas eksperimen berjumlah 36 orang dan kelas X MIA 3 sebagai kelas kontrol berjumlah 34 orang. Kelas eksperimen diterapkan PBL berbantuan simulasi komputer dan kelas kontrol pembelajaran konvensional. Pengukuran karakter menggunakan lembar observasi dan angket. Pembelajaran dilakukan sebanyak 3 kali dan terjadi peningkatan karakter. Karakter siswa di kelas eksperimen mengalami peningkatan rata-rata 74,5% dalam kategori tinggi dan kelas kontrol 41,5% dalam kategori sedang.

Kata Kunci: karakter, model *problem based learning* (PBL), simulasi komputer.

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of the application of PBL models assisted by computer simulations on the character of students in SMA Negeri 10 Medan T.P. 2017/2018. This type of research is quasi experiment with two group pretest-posttest design. The population of this study were all students of class X MIA in the second semester which consisted of 3 classes. Sampling is done by random sampling. Class X MIA 1 as an experimental class totaled 36 people and class X MIA 3 as a control class totaling 34 people. The experimental class applied PBL assisted by computer simulations and conventional learning control classes. Character measurement uses observation sheets and questionnaires. Learning is done 3 times and there is an increase in character. The character of students in the experimental class had an average increase of 74.5% in the high category and the control class was 41.5% in the medium category.

Keywords: character, model *problem based learning model*, computer simulations.

PENDAHULUAN

Abad 21 memiliki salah satu ciri yang menonjol yaitu semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, sehingga sinergi keduanya menjadi semakin cepat. Pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam pendidikan mengakibatkan semakin berkurangnya dimensi ruang dan waktu dimana informasi semakin mudah didapatkan kapan dan dimana saja. Untuk abad 21 pendidikan harus bergerak sejalan dengan kemajuan zaman, pergerakan ini didasarkan atas perubahan paradigma pendidikan dari konvensional menuju pendidikan modern (Trilling and Fadel, 2009). Pendidikan abad 21 mendorong siswa agar menguasai keterampilan memecahkan masalah, keterampilan menggunakan teknologi dan media informasi serta memiliki karakter terpuji. Pendidikan bukan hanya membuat siswa berpengetahuan, melainkan juga menganut sikap keilmuan dan terhadap ilmu dan teknologi, selain itu juga harus disertai menanamkan karakter terpuji untuk hidup dalam masyarakat (Afandi, dkk., 2016). Pembelajaran fisika di SMA merupakan pembelajaran yang berperan dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi di dunia pendidikan, membimbing siswa dalam memecahkan masalah, serta berperan juga dalam pembentukan karakter seseorang dalam memecahkan sebuah permasalahan. Pelajaran fisika tidak cukup hanya mempelajari produk tetapi menekankan bagaimana produk itu diperoleh, baik sebagai proses ilmiah maupun pengembangan sikap ilmiah siswa (Prihatiningtyas, dkk., 2013). Pendidikan yang berhasil tidak hanya diukur dari keberhasilan akademik siswanya saja, tetapi juga karakter siswa. Pendidikan yang berhasil adalah menghasilkan siswa yang memiliki akademik yang baik dan berkarakter. Kurikulum 2013 dalam Undang-Undang No 20 Tahun 2003, selain

memprioritaskan pentingnya memfasilitasi keterampilan berpikir tingkat tinggi juga menginginkan agar pembelajaran ikut mengembangkan nilai-nilai karakter. Hal ini bertujuan agar terjadi keseimbangan antara kemampuan intelektual dan karakter. Pembelajaran fisika yang dilakukan di sekolah sering mengabaikan makna karakter yang terkandung dalam pembelajaran fisika itu sendiri, padahal dalam pembelajaran fisika banyak karakter positif yang diperoleh siswa, diantaranya adalah mencintai kebenaran, sikap tidak purbasangka, menyadari kebenaran ilmu tidak mutlak, keyakinan bahwa tatanan alam teratur, bersifat toleran terhadap orang lain, bersikap ulet, sikap teliti dan hati-hati, sikap ingin tahu dan sikap optimis (Usmeldi, 2013).

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di SMA Negeri 10 banyak siswa yang ditemukan kurang disiplin, kurang menghargai guru saat proses pembelajaran, tidak sedikit siswa yang kecanduan dengan media sosial dan kecanduan *game online* yang mengakibatkan lalai dalam mengerjakan tugas sekolah. Waktu melakukan observasi ditemukan, tidak sedikit siswa yang mencoba mencuri-curi kesempatan untuk mengecek HP pada saat proses pembelajaran. Ditambah lagi dengan peristiwa terbaru saat ini anak-anak yang mau mengikuti bom bunuh diri. Beberapa hal ini sudah menunjukkan kemerosotan karakter siswa di Indonesia. Kemerosotan karakter ini perlu dibenahi, guru dapat juga membenahi kemerosotan karakter ini, karena tugas guru tidak hanya mengajar saja, tetapi juga mendidik siswa yang dibimbingnya. Penerapan media pembelajaran dapat mengoptimalkan proses pembelajaran fisika dikarenakan penyajian fisika membutuhkan tingkatan berpikir abstrak. Fisika yang bersifat abstrak tersebut akan mudah dipahami jika dapat divisualisasikan dengan

simulasi komputer. Penerapan visualisasi komputer dalam pembelajaran dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa (McKagan, *et al.*, 2007). Simulasi komputer membantu siswa untuk memahami permasalahan dan menentukan solusi pemecahan masalah (Finkelstein, *et al.*, 2006). Selain itu dengan adanya simulasi komputer ini akan membantu ketidaktersediaan alat dan bahan untuk eksperimen. Siswa dapat menyelesaikan permasalahan dengan bantuan simulasi komputer.

Upaya dalam mengatasi permasalahan tersebut, maka peneliti mengajukan salah satu solusi untuk mengajarkan fisika dengan model *problem based learning* (PBL). Model PBL ini dipilih karena, lebih interaktif, efektif, semangat dan meningkatkan minat dan motivasi siswa dalam proses belajar mengajar sehingga materi pembelajaran dapat tersampaikan dan tersalurkan dengan baik (Arends, 2012). Menurut Hariyanto (2015), yang menyatakan salah satu model pembelajaran yang digunakan dalam melatih keterampilan pemecahan masalah yaitu PBL. PBL sebagai model pengajaran, yang pembelajarannya berpusat pada siswa, dimana siswa belajar melalui pemecahan masalah nyata yang disederhanakan dari masalah yang kompleks dan tidak terstruktur (Aziz, *et al.*, 2014). PBL lebih mengutamakan keaktifan siswa karena kegiatan dalam PBL meliputi pengamatan terhadap masalah, perumusan hipotesa, perencanaan penelitian sampai pelaksanaannya, hingga mendapatkan kesimpulan dari jawaban atas permasalahan yang disajikan. Proses pembelajaran yang peneliti ajukan juga berbantuan simulasi komputer yang berkaitan dengan materi dan permasalahan fisika yang akan peneliti ajarkan. Penggunaan model PBL akan semakin maksimal jika dikolaborasikan dengan penggunaan media pembelajaran baik berupa media sederhana maupun berbasis teknologi (Hastuti, dkk, 2016). Haribowo, dkk, (2014) yang menyatakan bahwa penggunaan simulasi komputer, dapat meningkatkan kegiatan

siswa dan pembelajaran akan berlangsung secara inovatif, kreatif dan menyenangkan sehingga akan lebih mudah untuk mengidentifikasi masalah dan mencari solusinya.

Menurut Retnawati (2016) yang menyatakan, jika dikaitkan dengan pendidikan karakter, adanya investigasi dan penemuan dalam PBL dapat memfasilitasi siswa untuk meningkatkan kerja keras, ketekunan, kedisiplinan, dan kepercayaan diri, sedangkan dengan adanya kolaborasi dan pengaturan pembagian tugas antar siswa dapat melatih siswa untuk peduli, bekerja sama, bertanggung jawab dan memiliki toleransi antar sesama. Implementasi PBL akan dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah sekaligus karakter siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 10 Medan semester genap Tahun Pelajaran 2017/2018. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X MIA Tahun Pelajaran 2017/2018. Sampel dalam penelitian ini terdiri dari dua kelas yaitu kelas X MIA 1 sebagai kelas eksperimen, dan kelas X MIA 3 sebagai kelas kontrol yang masing-masing berjumlah 36 dan 34 orang. Kelas eksperimen dan kelas kontrol diambil dengan teknik *simple random sampling*.

Penelitian ini melibatkan dua kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol yang diberi perlakuan berbeda. Model PBL berbantuan simulasi komputer di kelas eksperimen, sedangkan pada kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah angket karakter dan lembar observasi yang telah divalidasi isi oleh ahli. Peneliti melakukan lima pertemuan, pertemuan pertama dan kelima akan diberikan angket karakter kepada siswa. Pertemuan kedua, ketiga, dan keempat akan diberikan perlakuan PBL

berbantuan simulasi komputer kepada siswa. Saat diberikan perlakuan karakter siswa akan diamati oleh observer dan akan diisi di lembar observasi karakter siswa. Karakter yang di observasi dari siswa meliputi adalah percaya diri, rasa ingin tahu, terencana, inisiatif, integritas, ketekunan, pemecahan masalah dan kerja tim.

Analisis data dilakukan dengan uji gain dan deskriptif yang digunakan untuk mendeskripsikan peningkatan karakter siswa. Hasil analisis disajikan dalam bentuk grafik.

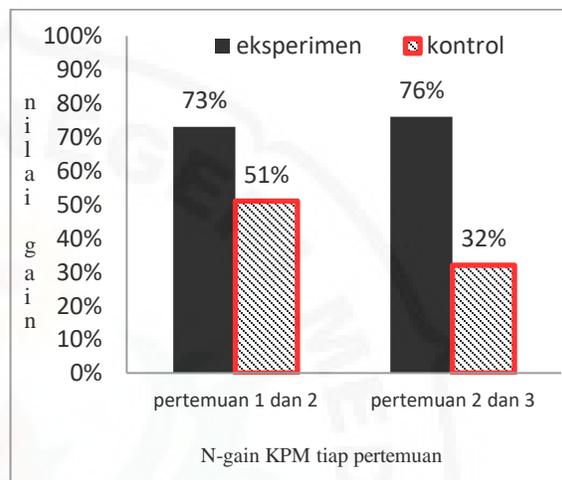
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Selama proses pembelajaran, karakter siswa diamati oleh 2 orang observer yang diisi dalam lembar observasi. Lembar observasi ini telah divalidasi oleh dua orang ahli dan dinyatakan lembar observasi valid. Pengamatan karakter siswa dilakukan sebanyak tiga kali setelah melakukan *pretest* dan dilakukan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Karakter siswa yang diamati selama proses pembelajaran adalah percaya diri, rasa ingin tahu, perencanaan, inisiatif, integritas, ketekunan, pemecahan masalah, dan kerja tim. Hasil observasi karakter siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol ditunjukkan pada Tabel 1.

Hasil observasi menunjukkan terjadi peningkatan karakter pada tiap indikator untuk setiap pertemuan. Persentase peningkatan karakter pada pertemuan pertama dan kedua sebesar 73%, pada pertemuan kedua dan ketiga sebesar 75% masing-masing dalam kategori tinggi. Hasil peningkatan karakter pada pertemuan pertama dan kedua sebesar 51% dalam kategori sedang dan pada pertemuan kedua dan ketiga sebesar 32% dalam kategori sedang. Peningkatan pada kelas eksperimen dapat dikategorikan tinggi sedangkan pada kelas kontrol terdapat peningkatan karakter dalam

kategori sedang. Perbandingan peningkatan karakter siswa dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan peningkatan karakter siswa

Gambar 1 menunjukkan bahwa PBL berbantuan simulasi komputer dapat meningkatkan karakter siswa. Kelas eksperimen mengalami peningkatan karakter pada setiap pertemuan. Sedangkan pada kelas kontrol terjadi penurunan karakter. Berdasarkan gambar PBL berbantuan simulasi komputer dapat digunakan untuk meningkatkan karakter siswa.

Tabel 1. Peningkatan Karakter Siswa pada Kedua Kelas

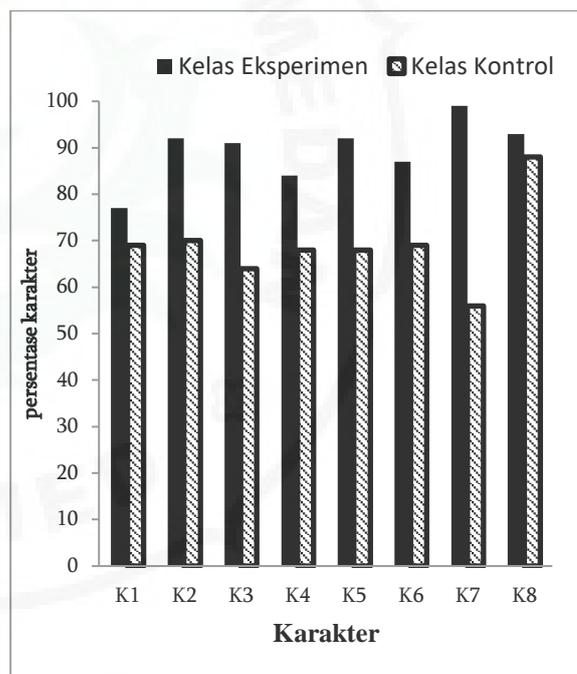
Pengamatan	Eksperimen			Kontrol		
	Pertemuan 1	Pertemuan 2	Pertemuan 3	Pertemuan 1	Pertemuan 2	Pertemuan 3
Percaya diri	31	38	89	26	35	38
Rasa ingin tahu	27	50	88	22	26	29
Terencana	25	60	96	23	35	39
Inisiatif	26	61	91	22	47	51
Integritas	26	66	88	22	31	34
Ketekunan	25	64	91	23	34	37
Pemecahan masalah	29	65	89	22	27	29
Kerja Tim	31	72	91	26	30	36
N-gain	73%	75%		51%	32%	
Kategori	tinggi	tinggi		sedang	rendah	

Selain menggunakan lembar observasi karakter, karakter siswa juga dapat dilihat dari angket yang dibagikan kepada siswa di kelas eksperimen dan di kelas kontrol. Angket ini telah divalidasi oleh dua orang ahli dan angket dinyatakan valid. Angket ini dibagikan pada pertemuan terakhir setelah proses pembelajaran selesai. Berdasarkan angket yang dibagikan di kelas eksperimen diperoleh data seperti dalam Tabel 2.

Tabel 2. Karakter Siswa pada Kedua Kelas

No	Indikator	Nilai Eksperimen	Nilai Kontrol
1	percaya diri	77	69
2	rasa ingin tahu	92	70
3	perencanaan	91	64
4	inisiatif	84	68
5	integritas	92	68
6	ketekunan	87	69
7	pemecahan masalah	99	56
8	kerja tim	93	88

Berdasarkan Tabel 2 siswa memiliki nilai 77-99 karakter percaya diri, rasa ingin tahu, perencanaan, inisiatif, integritas, ketekunan, pemecahan masalah, dan kerja tim yang baik. Sedangkan pada kelas kontrol siswa memiliki nilai 56-88 karakter percaya diri, rasa ingin tahu, terencana, inisiatif, integritas, ketekunan, pemecahan masalah dan kerja tim yang baik. Perbandingan persentase karakter pada kedua kelas dapat dilihat dalam Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan Karakter Siswa pada Kedua Kelas. K1 : percaya diri; K2: rasa ingin tahu; K3: perencanaan; K4: inisiatif; K5: integritas; K6: ketekunan, K7: pemecahan masalah; dan K8: kerja tim

Berdasarkan Gambar 2 kelas eksperimen lebih unggul dibandingkan dengan kelas kontrol. Karakter percaya diri, rasa ingin tahu, terencana, inisiatif, integritas, ketekunan, pemecahan masalah dan kerja tim lebih unggul di kelas eksperimen dikarenakan dengan diberikannya perlakuan model PBL berbantuan simulasi komputer kedelapan karakter ini dapat muncul dan ditingkatkan. Karakter kemampuan memecahkan masalah merupakan

karakter yang dominan dimiliki oleh siswa kelas eksperimen dan yang paling kurang di kelas kontrol.

Pembahasan

Peningkatan karakter untuk kelas eksperimen pada pertemuan pertama dan kedua adalah 73% dalam kategori tinggi dan pada pertemuan kedua dan ketiga 76% dalam kategori tinggi. Sedangkan pada kelas kontrol peningkatan karakter pada pertemuan pertama dan kedua adalah 51% dalam kategori sedang dan pada pertemuan kedua dan ketiga adalah 32% dalam kategori sedang. Berdasarkan lembar observasi yang diisi oleh observer peningkatan karakter siswa dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 pada kelas eksperimen mengalami peningkatan karakter dalam kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa model PBL berbantuan simulasi komputer dapat meningkatkan karakter siswa karena setiap fase PBL berbantuan simulasi komputer mendukung peningkatan karakter siswa berdasarkan indikator karakter yang diukur dalam penelitian ini.

Karakter pada kelas eksperimen lebih baik daripada kelas kontrol adalah dikarenakan kegiatan PBL berbantuan simulasi komputer dapat mendukung siswa dalam memecahkan masalah yang diberikan oleh guru hal ini sesuai dengan fase pertama dari model PBL yaitu mengorientasikan siswa pada permasalahan. Pada fase ini akan meningkatkan karakter rasa ingin tahu siswa, siswa akan penasaran dengan simulasi komputer yang ditampilkan dan berusaha untuk memahami permasalahan yang disajikan. Pembelajaran konvensional karakter rasa ingin tahu siswa lebih rendah karena dalam pembelajaran konvensional tidak disajikan simulasi komputer yang dapat meningkatkan karakter rasa ingin tahu siswa.

Pada fase kedua karakter siswa pada kelas eksperimen lebih baik daripada kelas kontrol adalah karena siswa terlatih untuk berpikir logis hal ini sesuai dengan fase kedua pada PBL yaitu mengorganisasikan siswa untuk meneliti. Siswa akan dirangsang untuk memiliki karakter

terencana dan rasa percaya diri. Pada fase ini rasa percaya diri siswa untuk menyelesaikan masalah dapat ditingkatkan, karena siswa akan meyakini bahwa dirinya mampu dalam menyelesaikan permasalahan yang disajikan. Selain itu karakter terencana siswa juga dapat ditingkatkan dimana siswa harus memiliki rencana bagaimana rencana pemecahan masalah dari masalah yang disajikan. Pada tahap ini dalam pembelajaran konvensional tidak muncul sehingga karakter rasa percaya diri dan terencana siswa lebih rendah.

Faktor ketiga yang menyebabkan karakter siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan pada kelas kontrol yaitu siswa dilatih untuk bekerjasama dengan siswa lainnya dalam satu kelompok. Hal ini juga sesuai dengan fase ketiga model PBL siswa yang satu dan lainnya bekerjasama dalam memecahkan permasalahan. Karakter kerja tim pada fase ketiga ini akan terbentuk karena siswa akan berusaha untuk saling bekerjasama dalam kelompoknya dalam melakukan penyelidikan untuk menyelesaikan masalah yang disajikan oleh guru. Fase ini juga meningkatkan karakter inisiatif siswa, karena siswa yang kurang memahami akan dibantu dengan siswa yang lebih paham dalam proses penyelidikan. Selain karakter inisiatif pada tahap ini juga akan mengembangkan karakter pemecahan masalah, karena siswa akan bekerjasama dalam menemukan solusi terhadap masalah yang disajikan. Jika siswa mengalami kegagalan dalam menyelesaikan permasalahan siswa dituntun untuk dapat menyelesaikan permasalahan dengan cara yang lain sehingga akan muncul karakter ketekunan pada siswa karena siswa dilatih untuk tidak mudah menyerah. Kerja tim pada kelas kontrol tidak muncul karena pembelajarannya berpusat pada guru, siswa hanya menerima informasi yang diberikan oleh guru.

Faktor keempat meningkatnya karakter siswa dengan model PBL berbantuan simulasi komputer disebabkan karena siswa lebih bebas mengkomunikasikan temuan atau solusi yang diperolehnya pada saat melakukan penyelidikan. Hal ini juga sesuai dengan fase

keempat model PBL siswa mengembangkan dan mempresentasikan temuannya. Selain dapat meningkatkan rasa percaya diri dalam mengkomunikasikan temuannya siswa juga dituntut memiliki karakter integritas yang mana siswa harus menyampaikan hasil penyelidikannya dengan apa adanya. Pembelajaran di kelas kontrol hal ini juga tidak muncul dalam menyelesaikan masalah. Rasa percaya diri siswa muncul di kelas kontrol ketika siswa mampu menyelesaikan soal-soal yang diberikan oleh guru.

Fase kelima model PBL siswa akan mengevaluasi proses pembelajaran yang telah dilakukan yang dibantu dengan guru. Pada fase ini karakter integritas siswa meningkat pada kelas eksperimen dikarenakan siswa juga mengetahui seluruh proses pembelajaran yang telah berlangsung dan hal-hal yang harus diperbaiki lagi saat mengikuti pembelajaran berikutnya.

Berdasarkan hasil angket yang dibagikan kepada siswa juga menunjukkan bahwa karakter siswa di kelas eksperimen lebih unggul dibandingkan pada kelas kontrol. Karakter pemecahan masalah adalah karakter yang paling unggul di kelas eksperimen dan paling rendah di kelas kontrol. Hal ini dikarenakan pada kelas eksperimen disajikan permasalahan yang harus diselesaikan oleh siswa sedangkan pada kelas kontrol tidak ada disajikan permasalahan.

Pada saat penelitian berlangsung, peneliti menemukan beberapa kesulitan yang dihadapi yaitu: (1) pada saat pembelajaran menggunakan model PBL berbantuan simulasi komputer siswa masih ribut dalam pembentukan kelompok yang berpengaruh pada waktu pelajaran yang tersedia, (2) pada saat pelaksanaan berlangsung ada beberapa anggota kelompok yang kurang aktif dalam hal kerjasama untuk mengerjakan LKS saat diskusi, sehingga LKS yang diberikan lambat untuk diselesaikan, (3) ada beberapa siswa yang masih malu dalam mengemukakan pendapat, sehingga dapat menghambat proses pembelajaran berlangsung, (4) siswa juga masih kurang terbiasa menggunakan metode eksperimen karena selama belajar guru bidang studi fisika hanya menggunakan metode ceramah, dan (5)

peneliti kesulitan untuk membuat simulasi yang sesuai dengan tujuan pembelajaran.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dari hasil analisa data maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Terdapat peningkatan karakter siswa yang diajarkan dengan *problem based learning* berbantuan simulasi komputer pada kategori tinggi, sedangkan siswa yang diajarkan dengan pembelajaran konvensional mengalami peningkatan pada kategori sedang.
2. Nilai n-gain pada kelas eksperimen sebesar 73% dan 76% dan pada kelas kontrol sebesar 51% dan 32% .

Saran

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian, disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan lebih mengoptimalkan pengelolaan kelas khususnya pada saat diskusi berlangsung agar tidak terjadi kegaduhan-kegaduhan di dalam kelas, untuk itu dibutuhkan observer yang lebih banyak agar proses pembelajaran berjalan dengan kondusif.
2. Penerapan model PBL berbantuan simulasi komputer sebaiknya lebih mengutamakan penyesuaian permasalahan yang dipilih dalam pembelajaran, terutama dalam lembar kerja siswa (LKS) agar pembelajaran lebih efektif dan efisien.
3. Pada model PBL berbantuan simulasi komputer sebaiknya pendidik membimbing siswa dalam mengembangkan pengetahuan dan memecahkan solusi permasalahan serta membantu mengeksplorasi keterampilan yang dimiliki agar pengkonstruksian pengetahuan dapat lebih bermakna.
4. Pada akhir pembelajaran ada baiknya disampaikan tujuan pembelajaran untuk pertemuan selanjutnya guna mengefektifkan waktu yang akan digunakan dalam proses pembelajaran agar siswa mempersiapkan diri sebelumnya.
5. Kepada guru mata pelajaran fisika disarankan untuk menerapkan model PBL

berbantuan simulasi komputer dalam pembelajaran sebagai salah satu alternatif untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan karakter siswa.

6. Kepada guru disarankan untuk dapat membuat simulasi komputer sendiri yang sesuai dengan kebutuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, Junanto, T., dan Afriani, R., (2016). Implementasi *Digital-Age Literacy* dalam Pendidikan Abad 21 di Indonesia, *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains*.
- Arends, R., (2012). *Learning to Teach: Belajar untuk Mengajar*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Aziz, M.S., Zain, A.N., Samsudin, M.A., and Saleh, S., (2014). The Effect of Problem-Based Learning on Self-Directed Learning Skills among Physics Undergraduates, *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 3 (1) : 126-137.
- Finkelstein, N., Adams W., Keller C., Perkins, K., Wieman, C., and the the Physics Education Technology Project Team, (2006). High-Tech Tolls for Teaching Physics: the Physics Education Technology Project, *Journal of Online Learning and Teaching*, 2 (3) : 1-19.
- Hariwibowo, A., Muafa, A., dan Sunaryantiningsih, I., (2014). Pengaruh Media Simulasi Komputer terhadap Aktivitas dan Kemampuan Mahasiswa Prodi PTE, *Jurnal LPMM*, 2 (1) : 62-69.
- Hariyanto, A. (2015). Efektivitas Model Problem Based Learning Berbantuan Mind Map terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika, *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 21 (3) : 221-242.
- Hastuti, A., Sahidu, H., dan Gunawan (2016). Pengaruh Model PBL Berbantuan Virtual terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika, *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 2 (3) : 129-135.
- McKagan, S.B., Perkins K.K., Dubson, M., Malley, C., Reid, S., LeMaster, R., and Wieman, C.E., (2007). Developing and Researching PhET Simulations for Teaching Quantum Mechanics, *American Journal of Physics*, 76 (4503): 1-13.
- Prihatiningtyas, S., Prastowo, T., dan Jatmiko, B. (2013). Implementasi Simulasi PhET dan KIT Sederhana untuk Mengajarkan Keterampilan Psikomotor Siswa pada Pokok Bahasan Alat Optik. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 2 (1) : 18-22.
- Retnawati, J.H., (2016). Keefektifan Pemanfaatan Perangkat Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan HOTS dan Karakter Siswa, *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 23 (2) : 111-123.
- Trilling, B. and Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Live in Our Time*. San Fransisco: Jossey-Bass.
- Usmeldi, (2013). Penerapan Pendidikan Karakter melalui Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kompetensi Fisika Siswa SMK Negeri 1 Padang, *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, 1 (1) : 43-50.