



**PENERAPAN *PROJECT BASED LEARNING* BERBASIS EKSPERIMEN
UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP KESEIMBANGAN
BENDA TEGAR DAN KINERJA SISWA SMA**

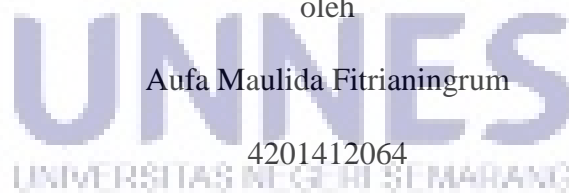
Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Fisika

oleh

Aufa Maulida Fitrianingrum

4201412064



JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2016

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat, dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, April 2016



Aufa Maulida Fitrianingrum

4201412064

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Penerapan *Project Based Learning* Berbasis Eksperimen untuk Meningkatkan
Penguasaan Konsep Keseimbangan Benda Tegar dan Kinerja Siswa SMA

disusun oleh

Aufa Maulida Fitrianingrum

4201412064

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada
tanggal 7 April 2016.



Prof. Zaenuri, S.E., M.Si., Akt

NIP. 196412231988031001

Sekretaris

Dr. Suharto Linuwih, M.Si

NIP. 196807141996031005

Ketua Penguji

Drs. Ngurah Made Darma Putra, M.Si., Ph.D

NIP. 196702171992031002

Pembimbing I

Prof. Dr. Sarwi, M.Si

NIP. 196208091987031001

Pembimbing II

Dr. Budi Astuti, M.Sc

NIP. 197902162005012001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. *Khairunnas anfauhum linnas*, sebaik-baiknya manusia adalah yang bermanfaat bagi manusia lain.
2. Ya Tuhan kami, berikanlah kami kebaikan di dunia dan kebaikan di akhirat dan lindungilah kami dari azab neraka (QS Al-Baqarah [2]: 201).
3. *Everything will be happy.*
In the end, if it's not happy,
that's not the end.
Life's simple and beautiful.
4. *All our dreams can come true if we have the courage to pursue them* (Walt Disney).

PERSEMBAHAN

1. Untuk kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan doa dan pengorbanan, semoga ananda bisa menjadi anak yang membanggakan di hadapan Allah SWT.
2. Untuk keluarga besar terkasih yang selalu memberikan motivasi dan dukungan, semoga selalu berada dalam ridha Allah SWT.

PRAKATA

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penerapan *Project Based Learning* Berbasis Eksperimen untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Keseimbangan Benda Tegar dan Kinerja Siswa SMA”.

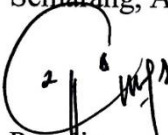
Selama menyusun skripsi ini, penulis telah banyak menerima bantuan dan kerja sama dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang tulus kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Prof. Dr. Zaenuri, S.E, M.Si.Akt., Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Suharto Linuwih, M.Si., Ketua Jurusan Fisika.
4. Prof. Dr. Sarwi, M.Si., Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, saran, motivasi, nasihat, semangat, inspirasi, waktu, tenaga, doa, dan ilmu dalam pelaksanaan skripsi ini.
5. Dr. Budi Astuti, M.Sc., Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, saran, motivasi, nasihat, semangat, inspirasi, waktu, tenaga, doa, dan ilmu dalam pelaksanaan skripsi ini.
6. Dra. Pratiwi Dwijananti, M.Si., Dosen Wali yang telah memberikan saran dan bimbingan selama kuliah.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika yang telah memberikan bekal ilmu selama kuliah.

8. Mujianto, M.Si., Kepala MA Baitussalam Semarang yang telah memberikan izin observasi dan uji coba soal penguasaan konsep.
9. Drs. Maikal Soedijarto, Kepala SMA Negeri 1 Ungaran yang telah memberikan izin penelitian.
10. Drs. Alb. Supranoto, Guru Mata Pelajaran Fisika kelas XI SMA Negeri 1 Ungaran yang telah memberikan bimbingan selama penelitian.
11. Peserta didik kelas XI SMA Negeri 1 Ungaran yang telah membantu proses penelitian.
12. Teman-teman Jurusan Fisika angkatan 2012, SKB BEM KM Unnes 2012, BEM KM Unnes 2013 – 2015 yang selalu menemani dan mendorongku baik dalam suka maupun duka.
13. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kebaikan penyusunan hasil karya ilmiah lainnya. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat diapresiasi sehingga dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun bagi pembaca pada umumnya.

Semarang, April 2016


Penulis

ABSTRAK

Fitrianiingrum, A. M. 2016. *Penerapan Project Based Learning Berbasis Eksperimen untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Keseimbangan Benda Tegar dan Kinerja Siswa SMA*. Skripsi, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Prof. Dr. Sarwi, M. Si dan Pembimbing Pendamping Dr. Budi Astuti, M.Sc.

Kata Kunci: *Project Based Learning*, Keseimbangan Benda Tegar, Penguasaan Konsep, Kinerja Siswa

Konsep fisika banyak yang bersifat matematis, abstrak dan sulit dipahami. Salah satu materi yang sulit bagi kebanyakan siswa adalah materi keseimbangan benda tegar. Model pembelajaran yang dapat memfasilitasi penguatan penguasaan konsep keseimbangan benda tegar adalah model pembelajaran *project based learning* berbasis eksperimen. Tujuan penelitian yaitu setelah penerapan *project based learning* berbasis eksperimen: (1) menentukan peningkatan penguasaan konsep keseimbangan benda tegar, (2) mendeskripsikan peningkatan kinerja siswa, dan (3) menentukan keefektifannya dalam meningkatkan penguasaan konsep keseimbangan benda tegar dan kinerja siswa.

Penelitian ini merupakan penelitian *Pre-Experimental Design* dengan bentuk *One-Group Pretest-Posttest Design*. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI MIPA 4 SMA Negeri 1 Ungaran. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling*. Instrumen dalam penelitian ini adalah soal tes dan lembar observasi. Data penguasaan konsep diperoleh dari hasil *pretest-posttest* bertipe *three-tier test*. Data kinerja siswa diperoleh dari hasil observasi selama dan setelah proses pembelajaran. Teknik analisis data menggunakan uji *gain*, uji regresi linier sederhana, dan uji *t* satu sampel.

Berdasarkan hasil perhitungan penguasaan konsep keseimbangan benda tegar diperoleh faktor *gain* (g) sebesar 0,708 dengan kriteria tinggi. Hasil kinerja siswa pada pertemuan 1 – 3 menghasilkan faktor *gain* (g) sebesar 0,47 dengan kriteria sedang. Hasil uji regresi linier sederhana menunjukkan nilai *R* sebesar 0,92 yang berarti bahwa kinerja siswa memiliki hubungan yang sangat kuat dengan penguasaan konsep keseimbangan benda tegar. Kinerja siswa mempengaruhi hasil penguasaan konsep siswa sebesar 85,15% dengan persamaan regresi $Y = 1,33X - 13,776$. Hasil uji *t* menunjukkan t_{hitung} sebesar 5,31 lebih dari t_{tabel} sebesar 2,03 dan nilai *p* sebesar $3,4 \times 10^{-6}$ kurang dari taraf signifikan 0,05. Hal ini berarti *posttest* penguasaan konsep keseimbangan benda tegar oleh siswa secara signifikan lebih dari atau sama dengan nilai KKM. Berdasarkan hasil penelitian tersebut diperoleh bahwa model *project based learning* berbasis eksperimen efektif untuk meningkatkan penguasaan konsep keseimbangan benda tegar dan kinerja siswa.

ABSTRACT

Fitrianingrum, A. M. 2016. *Implementation of Project Based Learning Experiment to Increase The Concept Mastery of Rigid Body Equilibrium and The Performance of Senior High School Student*. Final Project, Physics Departement, Mathematics and Science Faculty, Semarang State University. First Supervisor: Prof. Dr. Sarwi, M. Si and Second Supervisor: Dr. Budi Astuti, M.Sc.

Keywords: *Project Based Learning, Rigid Body Equilibrium, Concept Mastery, Students Performance*

A lot of physics concepts had mathematical characteristic, abstraction and difficult to understand. One of the difficult courses for many students was rigid body equilibrium. Learning method that could support the reinforcement of rigid body equilibrium concept mastery was project-based learning optimized with the experimental method. The purpose of this research was after the project based learning experiment application: (1) to determine improving the students' concept mastery, (2) to describe the students' performance, and (3) to determine the effectiveness project based learning experiments for increasing the concept mastery of rigid body equilibrium and students' performance.

This research used a Pre-Experimental Design with the form of One-group pretest-posttest design. The samples which used in this research were the students of XI MIPA 4 SMA Negeri 1 Ungaran. Samples were taken by purposive sampling technique. The research instrument was testing and observation sheet. The students' concept mastery data was obtained by pretest-posttest with three-tier test. The students' performance data was obtained by observation. Data analysis used gain test, simple linier regression test, and t-test one sample.

The progress of students' concept mastery showed gain factor equal to 0.708 with high criteria. Gain test for students' performance in 1 – 3 meeting showed gain factor equal to 0.47 with medium criteria. The result of regression test showed R equal to 0.92 that indicate if the students' performance had strong influence with students' concept mastery. The students' performance influence the result of students' concept mastery about 85.15% with a regression equation $Y = 1.33X - 13776$. T-test result showed that $t_{\text{calculation}}$ equal to 5.31 more than t_{table} which equal to 2.03. The p-value equal to 3.4×10^{-6} less than significant degree 0.05. The result showed that posttest score was more than or equal to KKM significantly. It could be concluded that the implementation of project based learning experiment was effective to improve the concept mastery of rigid body equilibrium and the performance of senior high school students.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN	ii
PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB	
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah	8
1.6 Penegasan Istilah	8
1.7 Sistematika Skripsi	12

2. TINJAUAN PUSTAKA	15
2.1 <i>Project Based Learning</i>	15
2.2 Eksperimen	29
2.3 Penguasaan Konsep	32
2.4 Kinerja Siswa	35
2.5 Tinjauan Materi	37
2.6 Model <i>Project Based Learning</i> Berbasis Eksperimen pada Materi Keseimbangan Benda Tegar	47
2.7 Kerangka Berpikir	49
2.8 Hipotesis	52
3. METODE PENELITIAN	53
3.1 Desain Penelitian	53
3.2 Lokasi dan Subjek Penelitian	54
3.3 Variabel Penelitian	55
3.4 Prosedur Penelitian	55
3.5 Jenis, Metode, dan Instrumen Penelitian	60
3.6 Analisis Data Penelitian	64
3.7 Indikator Keberhasilan	83
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	84
4.1 Pendahuluan	84
4.2 Analisis Data Tahap Awal	87
4.3 Analisis Data Tahap Akhir	91
4.3 Kendala Penelitian	133

5. PENUTUP	135
5.1 Simpulan	135
5.2 Saran	136
DAFTAR PUSTAKA	138
LAMPIRAN	143



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1	Karakteristik, Keunggulan, dan Kelemahan Metode Eksperimen 30
3.1	Jenis, Metode, dan Instrumen Penelitian 61
3.2	Hasil Analisis Validitas 65
3.3	Kriteria Taraf Kesukaran 67
3.4	Hasil Analisis Tingkat Kesukaran 67
3.5	Kriteria Daya Pembeda 69
3.6	Hasil Analisis Daya Pembeda Soal 69
3.7	Teknik Analisis Kombinasi Jawaban 74
3.8	Kriteria Besarnya Faktor Gain $\langle g \rangle$ 75
3.9	Penilaian Kinerja Siswa 76
3.10	Interpretasi Koefisien Korelasi 80
4.1	Hasil Uji Normalitas Data Awal 90
4.2	Hasil Uji Homogenitas 91
4.3	Hasil Uji Normalitas Data Hasil Penelitian 92
4.4	Persentase dari Jumlah Siswa dalam Penguasaan Konsep Soal Nomor 1 94
4.5	Persentase dari Jumlah Siswa dalam Penguasaan Konsep Soal Nomor 2 95
4.6	Persentase dari Jumlah Siswa dalam Penguasaan Konsep Soal Nomor 3 97

4.7	Persentase dari Jumlah Siswa dalam Penguasaan Konsep	
	Soal Nomor 4	98
4.8	Persentase dari Jumlah Siswa dalam Penguasaan Konsep	
	Soal Nomor 5	100
4.9	Persentase dari Jumlah Siswa dalam Penguasaan Konsep	
	Soal Nomor 6	101
4.10	Persentase dari Jumlah Siswa dalam Penguasaan Konsep	
	Soal Nomor 7	102
4.11	Persentase dari Jumlah Siswa dalam Penguasaan Konsep	
	Soal Nomor 8	104
4.12	Persentase dari Jumlah Siswa dalam Penguasaan Konsep	
	Soal Nomor 9	107
4.13	Persentase dari Jumlah Siswa dalam Penguasaan Konsep	
	Soal Nomor 10	108
4.14	Persentase dari Jumlah Siswa dalam Penguasaan Konsep	
	Soal Nomor 11	109
4.15	Persentase dari Jumlah Siswa dalam Penguasaan Konsep	
	Soal Nomor 12	110
4.16	Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Penguasaan Konsep	112
4.17	Peningkatan Setiap Aspek Penguasaan Konsep	115
4.18	Uji Gain Kinerja Siswa	119
4.19	Hasil Anova Regresi Linier Sederhana	125
4.20	Hasil Koefisien Analisis Regresi Linier Sederhana	127

4.21	Hasil Ringkasan Output Regresi Linier Sederhana	129
4.22	Data Hasil Tanggapan Siswa terhadap Model Pembelajaran	132



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 <i>Mind Map</i> dari <i>Project Based Learning</i>	24
2.2 Benda Tegar Tak Homogen	39
2.3 Keseimbangan Stabil	42
2.4 Keseimbangan Tak Stabil	43
2.5 Keseimbangan Netral	43
2.6 Gaya Berat Partikel-Partikel pada Sebuah Benda Tak Beraturan	45
2.7 Kerangka Berpikir	51
3.1 Prosedur Penelitian	56
4.1 Grafik Peningkatan Persentase Penguasaan Konsep Siswa pada Sub Materi Momen Inersia	99
4.2 Ilustrasi Gambar pada Soal Nomor 7	103
4.3 Grafik Peningkatan Persentase Penguasaan Konsep Siswa pada Sub Materi Keseimbangan Benda Tegar	106
4.4 Ilustrasi Gambar Soal Nomor 10	108
4.5 Grafik Peningkatan Persentase Penguasaan Konsep Siswa pada Sub Materi Titik Berat	111
4.6 Grafik Hasil Uji Gain Peningkatan Penguasaan Konsep Siswa	113
4.7 Hasil Penguasaan Konsep Secara Klasikal dalam <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	114
4.8 Hasil Kinerja Siswa Selama Proses Pembelajaran	118

4.9	Persentase Kinerja Siswa dalam Pembuatan Proyek, Laporan Eksperimen, dan Presentasi Kelompok	123
4.10	Hubungan Linieritas Kinerja Siswa Terhadap Penguasaan Konsep Siswa	126



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Tabel Momen Inersia Berbagai Benda	143
2. Tabel Letak Titik Berat Berbagai Benda Homogen yang Bentuknya Teratur	145
3. SK Pembimbing Skripsi	148
4. Nilai Ujian Semester Akhir	149
5. Uji Normalitas Nilai UAS XI MIPA 1	150
6. Uji Normalitas Nilai UAS XI MIPA 2	151
7. Uji Normalitas Nilai UAS XI MIPA 3	152
8. Uji Normalitas Nilai UAS XI MIPA 4	153
9. Uji Homogenitas Populasi	154
10. Silabus Mata Pelajaran Fisika	155
11. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Pertemuan 1	157
12. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Pertemuan 2	161
13. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Pertemuan 3	167
14. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Pertemuan 4	176
15. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Pertemuan 5	180
16. Lembar Penugasan Proyek	184
17. Lembar Eksperimen Titik Berat dan Momen Inersia Benda Tegar	186
18. Kisi-Kisi Uji Coba Penilaian Penguasaan Konsep Keseimbangan Benda Tegar	189

19.	Lembar Soal Uji Coba Penilaian Penguasaan Konsep Keseimbangan Benda Tegar	190
20.	Lembar Jawaban Soal Uji Coba Penilaian Penguasaan Konsep Keseimbangan Benda Tegar	196
21.	Kunci Jawaban Soal Uji Coba Penilaian Penguasaan Konsep	197
22.	Kisi-Kisi Lembar Observasi Kinerja Siswa	204
23.	Lembar Observasi Kinerja Siswa	206
24.	Rubrik Lembar Observasi Kinerja Siswa	207
25.	Lembar Observasi Pembuatan Proyek, Laporan Eksperimen, dan Presentasi Kelompok	213
26.	Rubrik Lembar Observasi Pembuatan Proyek, Laporan Eksperimen, dan Presentasi Kelompok	215
27.	Kisi-Kisi Angket Tanggapan Siswa Terhadap Penerapan <i>Project Based Learning</i> Berbasis Eksperimen pada Materi Keseimbangan Benda Tegar	218
28.	Lembar Angket Tanggapan Siswa Terhadap Penerapan <i>Project Based Learning</i> Berbasis Eksperimen pada Materi Keseimbangan Benda Tegar	219
29.	Surat Izin Observasi	221
30.	Surat Keterangan Telah Melakukan Observasi dan Uji Coba	222
31.	Hasil Analisis Butir Soal Uji Coba Penilaian Penguasaan Konsep Siswa	223

32.	Rekapitulasi Soal Penilaian Penguasaan Konsep Keseimbangan Benda Tegar	224
33.	Kisi-Kisi Penilaian Penguasaan Konsep Keseimbangan Benda Tegar ..	225
34.	Lembar Soal Penilaian Penguasaan Konsep Keseimbangan Benda Tegar	226
35.	Contoh Lembar Jawaban Soal Penilaian Penguasaan Konsep Keseimbangan Benda Tegar Nomor 1	230
36.	Kunci Jawaban Soal Penilaian Penguasaan Konsep Keseimbangan Benda Tegar	231
37.	Surat Izin Penelitian Universitas Negeri Semarang	235
38.	Surat Rekomendasi Penelitian Kesbangpol	236
39.	Surat Izin Penelitian Dinas Pendidikan Kab. Semarang	237
40.	Dokumentasi Penelitian	238
41.	Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian	240
42.	Contoh Sketsa Miniatur Bangunan Siswa	241
43.	Hasil Tes Penguasaan Konsep	242
44.	Uji Normalitas Nilai <i>Pretest</i> Penguasaan Konsep Keseimbangan Benda Tegar	243
45.	Persentase Penguasaan Konsep Keseimbangan Benda Tegar dalam <i>Pretest</i>	244
46.	Uji Normalitas Nilai <i>Posttest</i> Penguasaan Konsep Keseimbangan Benda Tegar	245

47.	Persentase Penguasaan Konsep Keseimbangan Benda Tegar dalam <i>Posttest</i>	246
48.	Contoh Jawaban Siswa	247
49.	Uji Gain Peningkatan Penguasaan Konsep Siswa	250
50.	Hasil Penguasaan Konsep Keseimbangan Benda Tegar pada Setiap Aspek Kognitif	251
51.	Hasil Observasi Kinerja Siswa Pertemuan 1	252
52.	Uji Normalitas Hasil Observasi Kinerja Siswa Pertemuan 1	253
53.	Hasil Observasi Kinerja Siswa Pertemuan 2	254
54.	Uji Normalitas Hasil Observasi Kinerja Siswa Pertemuan 2	255
55.	Hasil Observasi Kinerja Siswa Pertemuan 3	256
56.	Uji Normalitas Hasil Observasi Kinerja Siswa Pertemuan 3	257
57.	Hasil Observasi Kinerja Siswa Pertemuan 4	258
58.	Uji Normalitas Hasil Observasi Kinerja Siswa Pertemuan 4	259
59.	Hasil Observasi Kinerja Siswa Pertemuan 5	260
60.	Uji Normalitas Hasil Observasi Kinerja Siswa Pertemuan 5	261
61.	Uji Gain Peningkatan Kinerja Siswa	262
62.	Hasil Observasi Pembuatan Proyek, Laporan Eksperimen, dan Presentasi Kelompok	263
63.	Uji Normalitas Hasil Observasi Pembuatan Proyek, Laporan Eksperimen, dan Presentasi Kelompok	264
64.	Uji Regresi Linier Sederhana	265

65. Uji T Ketuntasan Klasikal Nilai Penguasaan Konsep Keseimbangan	
Benda Tegar	268
66. Data Hasil Angket Tanggapan Siswa	269



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fisika merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan yang membahas mengenai gejala alam. Fisika dapat ditampilkan berupa gejala yang nyata, dapat disimulasikan, dan dalam bentuk abstrak. Dalam pembelajaran fisika, salah satu capaian yang harus dimiliki seorang siswa adalah penguasaan konsep. Hal ini berarti bahwa fisika bukanlah ilmu yang menuntut pelajarnya hanya pandai dalam hafalan saja, namun lebih diharapkan agar siswa mampu mengetahui peran dan manfaat fisika sebagai ilmu terapan di kehidupan.

Konsep fisika banyak yang bersifat matematis, abstrak dan sulit dipahami. Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa guru fisika SMA Negeri 1 Ungaran, materi keseimbangan benda tegar merupakan salah satu materi yang sulit bagi kebanyakan siswa. Selain membutuhkan operasi matematis secara vektor, materi ini juga menggunakan gabungan gerak translasi dan rotasi. Guru sering memakai metode konvensional (ceramah) dan kurang aplikatif dalam menjelaskan konsep keseimbangan benda tegar, akibatnya siswa sukar dalam menangkap konsepnya. Guru jarang sekali memakai media pembelajaran maupun metode eksperimen untuk menjelaskan konsep keseimbangan benda tegar.

Ada beberapa materi keseimbangan benda tegar yang masih sulit dipahami oleh siswa yaitu momen inersia, torsi, dan titik berat. Pada materi momen inersia, siswa masih memiliki kesulitan pada penentuan arah dan besarnya jarak partikel

ke posisi sumbu putar. Keseimbangan benda tegar memiliki dua syarat. Salah satu syaratnya adalah penjumlahan dari torsi luar harus sama dengan nol di semua titik. Dalam materi torsi atau momen gaya, siswa masih banyak yang kesulitan dalam menentukan arah perputaran momen gaya yang digambar secara manual dalam papan tulis. Pada materi titik berat, masih terdapat beberapa siswa yang menganggap bahwa titik berat benda selalu berada di tengah benda. Padahal tidak semua benda memiliki titik berat di tengah benda. Apabila masalah ini terus berlanjut maka akan mengakibatkan terjadinya miskonsepsi. Miskonsepsi adalah konsep yang tidak sesuai dengan konsep yang berkembang (Kucuk *et al.*, 2005: 22). Miskonsepsi akan berdampak yang tidak baik pada hasil belajar siswa.

Bloom menyatakan bahwa hasil belajar siswa dapat dinyatakan dalam tiga taksonomi atau tiga ranah belajar, yaitu ranah kognitif (*cognitive domain*), ranah afektif (*affective domain*), dan ranah psikomotorik (*psychomotoric domain*). Pernyataan ini sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 81A Tahun 2013 tentang implementasi kurikulum dinyatakan bahwa pendidikan atau pembelajaran akan optimal jika pendidikan tersebut bersifat sistematis dan mampu meningkatkan martabat manusia secara holistik yang memungkinkan perkembangan potensi diri baik dalam ranah afektif, kognitif, maupun psikomotorik. Sistematis berarti proses pembelajaran haruslah efektif dan mendorong pada penguatan penguasaan konsep siswa. Untuk memaksimalkan penguasaan konsep dan hasil belajar siswa, kurikulum 2013 mengembangkan pola pembelajaran siswa aktif yang diperkuat dengan pembelajaran melalui pendekatan saintifik (*scientific approach*).

Pembelajaran melalui pendekatan saintifik adalah proses pembelajaran yang dirancang sedemikian rupa agar peserta didik secara aktif mengonstruksi konsep, hukum, atau prinsip melalui tahapan-tahapan mengamati (untuk mengidentifikasi atau menemukan masalah), merumuskan hipotesis, mengumpulkan data dengan berbagai teknik, menganalisis data, menarik kesimpulan dan mengkomunikasikan konsep, hukum, atau prinsip yang ditemukan (Machin, 2014: 28). Penerapan pembelajaran dengan pendekatan saintifik dititikberatkan pada kegiatan inti pada setiap proses pembelajaran yang terdiri dari proses mengamati, menanya, mengeksplorasi, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan. Kegiatan pada model pendekatan saintifik serupa dengan teori Gagne dan Beliner yang dikutip oleh Rifai & Anni (2012: 66) yaitu belajar merupakan proses di mana individu berubah perilakunya sebagai akibat dari pengalaman. Pengalaman yang dimaksud di sini merupakan sentuhan langsung antara subjek yaitu siswa dengan objek atau pelajaran yang diamati. Melalui proses mengamati dan mengalami secara langsung, siswa diharap dapat lebih menguasai konsep yang diberikan.

Salah satu model pembelajaran yang dapat mendukung penguatan penguasaan konsep fisika pada materi keseimbangan benda tegar adalah model pembelajaran berbasis proyek (*project based learning*). *Project based learning* merupakan pembelajaran yang menekankan belajar kontekstual melalui kegiatan-kegiatan yang memberi kebebasan pada siswa untuk bereksplorasi merencanakan aktivitas belajar dengan menghasilkan suatu produk.

Project based learning memiliki potensi yang sangat besar untuk membuat pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna. Selain itu, *project based*

learning memfasilitasi siswa untuk berinvestigasi, memecahkan masalah, bersifat *students centered*, dan menghasilkan produk nyata berupa hasil proyek. Peserta didik akan masuk dalam sebuah kompetisi bersama kelompoknya dan masing-masing kelompok akan bersaing untuk menjadi yang paling unggul diantara yang lain. Pada saat yang bersamaan, peserta didik merasa senang dalam melakukan proyek, mencoba sesuatu yang berbeda dan membuat siswa merasa memiliki pengetahuan dan dihargai (Bas, 2011: 10 – 11).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Rahayu (2015: 106) menunjukkan bahwa dengan menerapkan *project based learning* terjadi peningkatan kemampuan berpikir tinggi lebih besar dibandingkan dengan menerapkan model pembelajaran *problem based learning*. Hal yang sama diungkapkan oleh Putriari (2013: 85) yang menyatakan bahwa model *project based learning* efektif digunakan dalam proses belajar mengajar untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah oleh siswa. Altun (2009: 102) mengemukakan bahwa penerapan *project based learning* dapat mengubah cara berpikir siswa terhadap fisika dan mengembangkan keterampilan proses sains siswa. Simpulan yang dapat diambil adalah penerapan model *project based learning* dalam proses belajar mengajar dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah oleh siswa dan keterampilan proses siswa. Langkah-langkah pembelajaran pada model *project based learning* dikembangkan oleh Pee & Leong (2005: 4 – 5) dan Daryanto (2014: 28) yang terbentuk dalam suatu model CDIO (*Conceive, Design, Implement, dan Operate*) ditambah dengan langkah *Evaluate*.

Model pembelajaran *project based learning* pada materi keseimbangan benda tegar dapat dioptimalkan melalui metode eksperimen. Metode eksperimen merupakan cara penyajian dengan siswa melakukan percobaan, siswa mengalami dan membuktikan sendiri sesuatu yang dipelajari (Djamarah & Zain, 2010: 84). Siswa akan melakukan pengamatan lebih dekat yang akan berpengaruh pada penguasaan konsep melalui metode eksperimen. Selain itu, melalui kegiatan eksperimen dapat dilihat kinerja siswa yang tidak lain dalam taksonomi Bloom merupakan implementasi dari ranah belajar psikomotorik siswa.

Metode eksperimen merupakan metode yang dapat mengajak siswa untuk turut aktif dalam proses belajar mengajar. Hal ini sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan nomor 65 tahun 2013 Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah yaitu setiap proses pembelajaran perlu dipandu dengan kaidah-kaidah pendekatan saintifik yang terdiri dari kegiatan mengamati, menanya, mengeksplorasi, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan.

Berdasarkan pemaparan di atas, perlu diterapkan model pembelajaran *project based learning* berbasis eksperimen pada materi keseimbangan benda tegar. Dalam pembelajaran ini, diharapkan terjadi peningkatan penguasaan konsep dan kinerja siswa, sehingga pembelajaran dapat lebih bermakna dan memberikan kesan yang kuat kepada siswa. Dengan dasar pemikiran tersebut perlu dilaksanakan penelitian tentang **“penerapan *project based learning* berbasis eksperimen untuk meningkatkan penguasaan konsep keseimbangan benda tegar dan kinerja siswa SMA.”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka pada penelitian ini dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah penerapan *project based learning* berbasis eksperimen dapat meningkatkan penguasaan konsep siswa pada materi keseimbangan benda tegar?
2. Apakah terdapat peningkatan kinerja siswa setelah dilakukan penerapan *project based learning* berbasis eksperimen pada materi keseimbangan benda tegar?
3. Bagaimana efektivitas penerapan *project based learning* berbasis eksperimen untuk meningkatkan penguasaan konsep keseimbangan benda tegar dan kinerja siswa?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dikemukakan, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan peningkatan penguasaan konsep keseimbangan benda tegar pada penerapan *project based learning* berbasis eksperimen.
2. Menentukan peningkatan kinerja siswa pada penerapan *project based learning* berbasis eksperimen.
3. Menentukan efektivitas penerapan *project based learning* berbasis eksperimen dalam meningkatkan penguasaan konsep keseimbangan benda tegar dan kinerja siswa.

1.4 Manfaat Penelitian

Ada pun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1.4.1 Bagi Peneliti

1. Meningkatkan pemahaman, pengetahuan, dan menambah pengalaman dalam model pembelajaran *project based learning* yang bermanfaat pada penguasaan konsep keseimbangan benda tegar dan kinerja siswa.
2. Menambah pengetahuan tentang kecakapan dalam pengelolaan kelas.
3. Meningkatkan kemampuan dalam melakukan penelitian.

1.4.2 Bagi Sekolah

1. Meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembelajaran di sekolah.
2. Terciptanya kegiatan belajar mengajar di kelas yang kondusif.

1.4.3 Bagi Guru

Bagi guru, sebagai masukan dan bahan pertimbangan dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran fisika yang efektif dan efisien dengan menerapkan model pembelajaran *project based learning* untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan.

1.4.4 Bagi Siswa

1. Memupuk dan menambah motivasi belajar siswa dalam kegiatan belajar mengajar.
2. Mendorong siswa untuk memosisikan dirinya sebagai subjek belajar yang aktif dalam pembelajaran fisika.
3. Mendorong siswa untuk meningkatkan penguasaan konsep keseimbangan benda tegar.

4. Melatih siswa agar mampu bekerja sama dengan orang lain dalam menyelesaikan permasalahan.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menghindari adanya kesalahan penafsiran dan keluasan masalah dalam penelitian ini, maka perlu diperhatikan beberapa batasan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 1 Ungaran semester 2 tahun ajaran 2015/2016.
2. Dalam penelitian ini yang dikaji adalah penerapan *project based learning* berbasis eksperimen untuk meningkatkan penguasaan konsep keseimbangan benda tegar dan kinerja siswa yang ditekankan pada submateri fisika SMA kelas XI yaitu momen inersia, keseimbangan benda tegar dan titik berat.
3. Topik materi yang dikaji dalam penelitian ini berdasarkan kompetensi dasar mata pelajaran fisika SMA Kurikulum 2013 nomor:
 - 3.6 Menerapkan konsep torsi, momen inersia, titik berat, dan momentum sudut pada benda tegar (statis dan dinamis) dalam kehidupan sehari-hari
 - 4.6 Merencanakan dan melaksanakan percobaan titik berat dan keseimbangan benda tegar

1.6 Penegasan Istilah

Untuk memperoleh pengertian yang sama tentang istilah dalam penelitian ini dan tidak menimbulkan penafsiran makna yang berbeda dari pembaca maka perlu adanya penegasan istilah dalam penelitian ini. Penegasan istilah ini juga

dimaksudkan untuk membatasi ruang lingkup permasalahan sesuai tujuan dalam penelitian ini. Adapun istilah yang perlu dijelaskan sebagai berikut.

1.6.1 Penerapan

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (Alwi, 2005: 1180), penerapan memiliki beberapa arti yaitu (1) proses, cara atau perbuatan menerapkan, (2) pemasangan, dan (3) pemanfaatan atau perihal mempraktikkan. Dalam penelitian ini penerapan dapat diartikan sebagai cara atau proses untuk menerapkan model pembelajaran *project based learning* berbasis eksperimen dalam pembelajaran keseimbangan benda tegar di SMA Negeri 1 Ungaran kelas XI.

1.6.2 Project Based Learning

Menurut Cord *et al.* sebagaimana dikutip oleh Rais (2010: 4), *project based learning* adalah sebuah model atau pendekatan yang inovatif yang menekankan belajar kontekstual melalui kegiatan-kegiatan yang kompleks seperti memberi kebebasan pada peserta didik untuk bereksplorasi merencanakan aktivitas belajar, melaksanakan proyek secara kolaboratif, dan pada akhirnya menghasilkan suatu hasil produk. Dengan kata lain, *project based learning* dapat diartikan sebagai metode pembelajaran di mana siswa mendapatkan pengetahuan dan keterampilan baru melalui tahapan pembelajaran sistematis yang akhirnya menghasilkan suatu produk. Model *project based learning* menggunakan gabungan pengembangan dari model pembelajaran *project based learning* menurut Pee & Leong (2005: 4 – 5) dan Daryanto (2014: 28) yaitu model CDIO yang terdiri dari *conceive* (memahami), (2) *design* (merancang), (3) *implement* (melaksanakan/menerapkan), dan (4) *operate* (mengoperasikan) ditambah dengan *evaluate* (menilai).

1.6.3 Eksperimen

Wartono (2003: 99) menyatakan pengertian eksperimen secara lebih dalam yakni eksperimen merupakan suatu pekerjaan menggunakan alat-alat sains dengan tujuan untuk mengetahui sesuatu yang baru (setidak-tidaknya bagi anak itu sendiri, meskipun tidak baru bagi orang lain), atau untuk mengetahui apa yang terjadi kalau diadakan suatu proses tertentu. Pelaksanaan eksperimen dapat dilakukan secara bertahap sesuai yang dikemukakan oleh Wardani (2003: 3.25 – 3.26) yaitu (1) persiapan alat eksperimen, (2) petunjuk dan informasi tentang tugas-tugas yang harus dilaksanakan dalam eksperimen, (3) pelaksanaan eksperimen dengan menggunakan lembar kerja/pedoman eksperimen yang disusun secara sistematis, (4) penguatan perolehan temuan-temuan eksperimen dilakukan dengan diskusi, tanya jawab dan atau tugas, dan (5) penarikan kesimpulan.

1.6.4 Penguasaan Konsep

Penguasaan konsep dalam penelitian ini mencakup penguasaan konsep materi yang telah diberikan dalam proses pembelajaran. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (Alwi, 2005: 604) dinyatakan bahwa istilah penguasaan dapat diartikan sebagai pemahaman. Hal ini berarti istilah penguasaan konsep sama halnya dengan pemahaman konsep. Sanjaya (2008: 126) mengungkapkan bahwa penguasaan atau pemahaman konsep adalah kemampuan siswa dalam menerjemahkan, menafsirkan, dan menyimpulkan suatu konsep atau kemampuan menangkap makna arti suatu konsep. Peningkatan penguasaan konsep diukur berdasarkan hasil belajar kognitif siswa. Aspek kognitif diukur menggunakan

instrumen tes yang berpedoman dari taksonomi Bloom yaitu mengingat (*remember*), memahami (*understand*), menerapkan (*apply*), dan menganalisis (*analyze*).

1.6.5 Kinerja Siswa

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (Alwi, 2005: 570) kinerja berarti sesuatu yang dicapai, prestasi yang diperlihatkan, dan atau kemampuan kerja. As'ad (1991: 47) menyatakan bahwa kinerja adalah hasil yang dicapai seseorang menurut ukuran yang berlaku untuk pekerjaan yang bersangkutan. Dapat disimpulkan bahwa kinerja siswa merupakan kemampuan dan hasil yang dicapai oleh siswa dalam melaksanakan pekerjaan menurut ukuran yang berlaku. Kinerja siswa dalam penelitian ini dimaksudkan sebagai alat ukur dalam penilaian baik dalam pembuatan proyek maupun saat eksperimen.

1.6.6 Momen Inersia, Keseimbangan Benda Tegar, dan Titik Berat

Momen inersia adalah ukuran kelembaman suatu benda untuk berotasi terhadap porosnya. Momen inersia dari sebuah partikel bermassa m didefinisikan sebagai hasil kali massa partikel (m) dengan kuadrat jarak tegak lurus partikel dari titik poros (r^2).

$$I = mr^2$$

Young & Freedman (2002: 326 – 327) menyatakan bahwa benda tegar (*rigid body*) dikatakan dalam keadaan seimbang apabila memenuhi dua keadaan yaitu penjumlahan vektor dari seluruh gaya luar yang bekerja pada benda tersebut

adalah nol, $\sum \vec{F} = 0$ dan penjumlahan dari torsi luar harus sama dengan nol di semua titik, $\sum \vec{\tau} = 0$.

Setiap benda terdiri atas partikel-partikel yang masing-masing memiliki gaya berat. Gaya berat yang dimaksud di sini adalah resultan dari seluruh berat partikel-partikel ini. Resultan ini bekerja melalui suatu titik tunggal yang disebut dengan titik berat. Halliday & Resnick (1991: 420) menyatakan bahwa titik berat atau pusat gravitasi benda merupakan titik tangkap gaya yang setara dengan resultan gaya gravitasi yang bekerja.

1.7 Sistematika Skripsi

Susunan skripsi ini terdiri dari tiga bagian yaitu bagian pendahuluan, bagian isi, dan bagian akhir skripsi.

1.7.1 Bagian Pendahuluan

Bagian pendahuluan skripsi ini terdiri dari halaman judul, pernyataan keaslian tulisan, pengesahan, motto dan persembahan, abstrak, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.

1.7.2 Bagian Isi

Bagian isi skripsi terdiri dari lima bab yaitu sebagai berikut:

- a. Bab 1 Pendahuluan terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, penegasan istilah, dan sistematika skripsi.

- b. Bab 2 Tinjauan Pustaka terdiri dari deskripsi teoritik (*project based learning*, eksperimen, penguasaan konsep, dan kinerja siswa), tinjauan materi keseimbangan benda tegar, kerangka berpikir, dan hipotesis penelitian.
- c. Bab 3 Metode Penelitian terdiri dari desain penelitian, lokasi dan subjek penelitian, variabel penelitian, prosedur penelitian, jenis, metode, dan instrumen penelitian, analisis data penelitian, serta indikator keberhasilan.
- d. Bab 4 Hasil dan Pembahasan terdiri dari hasil penelitian dan pembahasan. Hasil penelitian meliputi hasil analisis peningkatan penguasaan konsep keseimbangan benda tegar, deskripsi peningkatan kinerja siswa, dan hasil analisis efektivitas penerapan *project based learning* berbasis eksperimen. Pembahasan meliputi tafsiran dari temuan hasil penelitian dan hasil integrasi dari temuan tersebut ke dalam kumpulan pengetahuan atau teori yang sudah ada.
- e. Bab 5 Penutup terdiri dari simpulan dan saran yang perlu diberikan untuk kebaikan penelitian selanjutnya. Simpulan penelitian meliputi simpulan tentang peningkatan penguasaan konsep keseimbangan benda tegar, deskripsi peningkatan kinerja siswa, dan efektivitas penerapan *project based learning* berbasis eksperimen terhadap peningkatan penguasaan konsep keseimbangan benda tegar dan kinerja siswa. Saran penelitian meliputi hal-hal yang sebaiknya dilakukan ketika akan melakukan penelitian dengan menerapkan *project based learning* berbasis eksperimen terhadap peningkatan penguasaan konsep dan kinerja siswa.

1.7.3 Bagian Akhir

Bagian akhir skripsi terdiri daftar pustaka dan lampiran. Daftar pustaka berisi tentang referensi yang digunakan dalam penyusunan skripsi. Lampiran berisi tentang hasil data penguasaan konsep keseimbangan benda tegar dan kinerja siswa, hasil analisis data awal, hasil analisis data akhir, surat-surat administrasi penelitian, contoh lembar pekerjaan siswa, dan dokumentasi.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Project Based Learning*

Project based learning merupakan metode pembelajaran yang menekankan pada konsep dan prinsip suatu disiplin ilmu serta memberikan kesempatan kepada siswa untuk memecahkan masalah melalui pembuatan proyek yang terstruktur.

Berikut ini adalah pengertian *project based learning* dari beberapa ahli:

Thomas (2000: 1) berpendapat bahwa *project based learning* memiliki pengertian sebagai sebuah model pembelajaran yang menekankan pada pembuatan proyek, didasarkan pada pertanyaan atau masalah yang menantang, melibatkan siswa dalam merencanakan pembelajaran, membuat keputusan, memecahkan masalah, serta melakukan penelitian terkait masalah tersebut. Model pembelajaran ini menuntut siswa untuk bekerja pada periode waktu tertentu dan pada akhirnya membuat produk yang nyata atau melalui presentasi.

Menurut Klein (2009: 8) pengertian *project based learning* adalah strategi pembelajaran dengan mengajak siswa menjadi perencana dalam proses pembelajaran dan menunjukkan pemahaman baru melalui berbagai metode presentasi.

Cord *et al.* sebagaimana dikutip oleh Rais (2010: 4) mengemukakan bahwa *project based learning* adalah sebuah model atau pendekatan yang inovatif yang menekankan belajar kontekstual melalui kegiatan-kegiatan yang kompleks seperti memberi kebebasan pada peserta didik untuk bereksplorasi merencanakan

aktivitas belajar, melaksanakan proyek secara kolaboratif, dan pada akhirnya menghasilkan suatu hasil produk.

Pacific Education Institute (2011: 1) menyatakan bahwa *project based learning* adalah sebuah model pembelajaran berbasis proyek yang melibatkan siswa dalam pembelajaran yang relevan yang memberikan dampak positif kepada lingkungan. Siswa mengendalikan proses dan struktur pembelajaran, menerapkannya dalam suatu proyek, serta mempresentasikan kepada siswa lain terkait masalah yang ada di lingkungan. Guru dan siswa berkolaborasi melalui proses pembelajaran *project based learning*.

Berdasarkan definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa *project based learning* adalah metode pembelajaran di mana siswa mendapatkan pengetahuan dan keterampilan baru melalui tahapan pembelajaran sistematis yang akhirnya menghasilkan suatu produk. *Project based learning* harus memiliki minimal dua unsur yang saling berkaitan. Unsur pertama yaitu pembelajaran sistematis, sedangkan unsur kedua yaitu produk. Pembelajaran sistematis berarti siswa melakukan tahapan-tahapan dalam pembelajaran secara individu maupun kelompok dengan tetap mendapat bimbingan dari guru. Pada akhir pembelajaran siswa harus memiliki produk atau presentasi mengenai apa yang dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung.

Menurut Thomas seperti yang dikutip oleh Wena (2009: 145), *project based learning* memiliki lima prinsip mendasar yaitu sentralistis (*centrality*), pertanyaan penuntun (*driving question*), investigasi konstruktif (*constructive investigations*), otonomi (*autonomy*), dan realistik (*realism*).

1. Prinsip sentralistis (*centrality*) menyatakan bahwa *project based learning* merupakan esensi dari kurikulum. Model pembelajaran ini merupakan pusat strategi pembelajaran di mana peserta didik belajar konsep utama dari suatu pengetahuan melalui *project based learning*. Oleh karena itu, *project based learning* bukan merupakan praktik tambahan dan aplikasi praktis dari konsep yang sedang dipelajari, melainkan menjadi pusat kegiatan pembelajaran di kelas.
2. Prinsip pertanyaan penuntun (*driving question*) berarti *project based learning* berfokus pada pertanyaan atau permasalahan yang dapat mendorong peserta didik untuk berjuang memperoleh konsep atau prinsip utama. Kriteria dari *driving question* adalah pertanyaan harus sederhana namun sudah memuat informasi yang cukup tentang apa yang sedang dicari. Hal ini karena bimbingan melalui pertanyaan penuntun akan selalu membuat siswa ingat dan fokus terhadap apa yang akan diambil dalam pelaksanaan pembuatan proyek (Turgut, 2008:69).
3. Prinsip investigasi konstruktif (*constructive investigations*) merupakan proses yang mengarah kepada pencapaian tujuan yang mengandung kegiatan inkuiri, pembangunan konsep, dan resolusi. Penentuan jenis proyek haruslah dapat mendorong peserta didik untuk mengonstruksi pengetahuan sendiri untuk memecahkan permasalahan yang dihadapinya.
4. Prinsip otonomi (*autonomy*) dapat diartikan sebagai kemandirian peserta didik dalam melaksanakan proses pembelajaran yaitu bebas menentukan pilihannya sendiri, bekerja tanpa diawasi, dan tetap bertanggung jawab.

5. Prinsip realistik (*realism*) berarti *project based learning* bersifat nyata dan dapat memberikan perasaan realistik kepada peserta didik dan mengandung tantangan nyata yang berfokus pada permasalahan autentik, tidak dibuat-buat, dan solusinya dapat diimplementasikan di lapangan.

Selain lima prinsip tersebut, menurut Daryanto (2014: 24), *project based learning* memiliki beberapa karakteristik sebagai berikut:

1. Siswa membuat keputusan tentang sebuah kerangka kerja.
2. Adanya permasalahan atau tantangan yang diajukan kepada siswa.
3. Siswa mendesain proses untuk menentukan solusi atas permasalahan atau tantangan yang diajukan.
4. Siswa secara kolaboratif bertanggung jawab untuk mengakses dan mengelola informasi untuk memecahkan permasalahan.
5. Proses evaluasi dijalankan secara kontinu.
6. Siswa secara berkala melakukan refleksi atas aktivitas yang sudah dijalankan.
7. Produk akhir aktivitas akan dievaluasi secara kualitatif.
8. Situasi pembelajaran sangat toleran terhadap kesalahan dan perubahan.

Steinberg seperti yang dikutip oleh Wena (2009: 151) menyatakan bahwa dalam mendesain suatu proyek diperlukan 6 strategis. Desain ini biasa disebut dengan *The Six A's of Designing Project* yang terdiri dari *authenticity*, *academic rigor*, *applied learning*, *active exploration*, *adult relationship*, dan *assessment*.

1. *Authenticity* (keautentikan), adalah tahap awal dalam perancangan pembelajaran dengan *project based learning*. Tugas atau proyek yang dilakukan oleh siswa harus memiliki makna artinya harus berguna bagi siswa

di kehidupan sehari-hari. Tugas guru dalam tahap ini adalah memilih dan memberi siswa tugas yang bermakna sekaligus menjelaskan kebermaknaan tugas tersebut bagi siswa.

2. *Academic rigor* (ketaatan terhadap nilai akademik), adalah penerapan konsep-konsep akademis dalam menyelesaikan suatu tugas. Pembelajaran dengan *project based learning* bertujuan untuk melatih dan membiasakan siswa untuk menerapkan pendekatan ilmiah dalam memecahkan masalah dalam kehidupan. Pada tahap ini guru harus mampu merancang pembelajaran yang dapat memotivasi siswa untuk mengembangkan dan menerapkan pendekatan ilmiah dalam memecahkan masalah yang dihadapi.
3. *Applied learning* (belajar dari dunia nyata), adalah usaha untuk mengarahkan kegiatan belajar siswa ke arah situasi belajar yang mengacu pada kehidupan nyata berada di luar lingkungan sekolah.
4. *Active exploration* (aktif meneliti), yaitu usaha mendorong siswa agar aktif melakukan eksplorasi/penelitian, dengan menggunakan waktu secara efektif. Dalam tahap ini guru harus mampu memacu dan sekaligus mendorong siswa untuk selalu berusaha memecahkan masalah secara kontinu dan jangan putus asa.
5. *Adult relationship* (hubungan dengan ahli), berkaitan dengan usaha memacu siswa agar mampu belajar dari orang lain. Guru harus mendorong siswa untuk mampu bertanya, berdiskusi dan juga mengajak merancang serta menilai kerja siswa. Siswa diharapkan memiliki pemahaman, pengetahuan dan keterampilan yang mendalam terhadap tugas yang sedang dikajinya.

6. *Assessment* (penilaian), adalah usaha agar siswa mampu melakukan penilaian secara teratur terhadap proses belajar yang dilakukan. Penilaian yang harus dilakukan siswa mencakup metode yang dilakukan, waktu yang digunakan, hasil kerja dan hal-hal lain yang terkait dengan penyelesaian tugasnya. Melalui hasil penelitian yang dilakukan siswa, diharapkan siswa dapat melihat kekurangan-kekurangannya, mampu memperbaikinya pada proses berikutnya.

Pee & Leong (2005: 4 – 5) mengungkapkan bahwa *project based learning* dapat dilakukan dengan mengikuti proses-proses utama yang terbentuk dalam suatu model CDIO (*Conceive, Design, Implement, dan Operate*).

1. *Conceive* (Memahami)

Tahap awal ini merupakan tahapan terpenting dalam proses pelaksanaan *project based learning*. Siswa diajak berpikir dan memahami proyek yang akan dikerjakan sebagai tugas akhir dalam proses pembelajaran. Siswa harus turut aktif dalam proses pelaksanaan dengan guru sebagai pembimbing dalam pemahaman gagasan pada proyek yang dibuat.

2. *Design* (Merancang)

Setelah siswa memahami proyek yang akan dibuat, maka siswa perlu membuat rancangan secara detail. Proses merancang ini harus melibatkan semua siswa. Apabila siswa dibentuk dalam kelompok-kelompok, maka setiap anggota kelompok perlu melakukan pembagian kerja agar masing-masing anggota memiliki rasa tanggung jawab pada pekerjaan yang ditugaskan kepadanya.

3. *Implement* (Melaksanakan/Menerapkan)

Tahapan ini merupakan tahapan di mana proyek dilaksanakan. Kinerja setiap anggota dalam melaksanakan dan bekerja sama dalam pembuatan proyek adalah hal penting yang harus diperhatikan. Guru harus tetap mengawasi atau mengontrol jalannya pembuatan proyek. Apabila terjadi kekeliruan dalam pembuatan proyek, guru dapat membimbing dalam memecahkan masalah yang menyebabkan kesalahan tersebut serta memberikan semangat agar siswa tidak mudah menyerah.

4. *Operate* (Mengoperasikan)

Proyek dinyatakan berhasil ketika produk yang dihasilkan dapat digunakan sesuai dengan tujuan pembuatannya. Produk yang telah dirancang akan digunakan dalam pelaksanaan eksperimen. Keberhasilan eksperimen ditinjau dari hasil eksperimen yang sama atau mendekati dengan hipotesis yang dirancang. Pada tahap ini juga dilakukan penilaian pada proses pelaksanaan dan hasil eksperimen yang dilakukan siswa.

Daryanto (2014: 27–28) juga mengembangkan pembelajaran berbasis proyek melalui beberapa langkah sebagai berikut:

1. Penentuan pertanyaan mendasar (*start with the essential question*)

Pembelajaran dimulai dengan pertanyaan esensial, yaitu pertanyaan yang dapat memberi penugasan siswa dalam melakukan suatu aktivitas. Guru mengambil topik yang sesuai dengan realitas dunia nyata dan dimulai dengan sebuah investigasi yang mendalam. Guru berusaha agar topik yang diangkat relevan untuk siswa.

2. Mendesain perencanaan proyek (*design a plan for the project*)

Perencanaan dilakukan secara kolaboratif antara guru dan siswa. Dengan demikian, siswa diharapkan akan merasa memiliki proyek tersebut. Perencanaan berisi tentang aturan main, pemilihan aktivitas yang dapat mendukung dalam menjawab pertanyaan esensial dengan cara menintegrasikan berbagai subjek yang mungkin serta mengetahui alat dan bahan yang dapat diakses untuk membantu penyelesaian proyek.

3. Menyusun jadwal (*create a schedule*)

Guru dan siswa secara kolaboratif menyusun jadwal aktivitas dalam menyelesaikan proyek. Aktivitas pada tahap ini antara lain:

- a. Membuat *timeline* untuk menyelesaikan proyek.
- b. Membuat *deadline* penyelesaian proyek.
- c. Membawa siswa agar merencanakan cara yang baru.
- d. Membimbing siswa ketika siswa membuat cara yang tidak berhubungan dengan proyek.
- e. Meminta siswa untuk membuat penjelasan (alasan) tentang pemilihan suatu cara.

4. Memonitor siswa dan kemajuan proyek (*monitor the students and the progress of the project*)

Guru bertanggung jawab untuk melakukan *monitoring* terhadap aktivitas siswa selama menyelesaikan proyek. *Monitoring* dilakukan dengan cara memfasilitasi siswa pada setiap proses. Dengan kata lain, guru berperan

menjadi mentor bagi aktivitas siswa. Agar mempermudah proses monitoring, dibuat sebuah rubrik yang dapat merekam keseluruhan aktivitas yang penting.

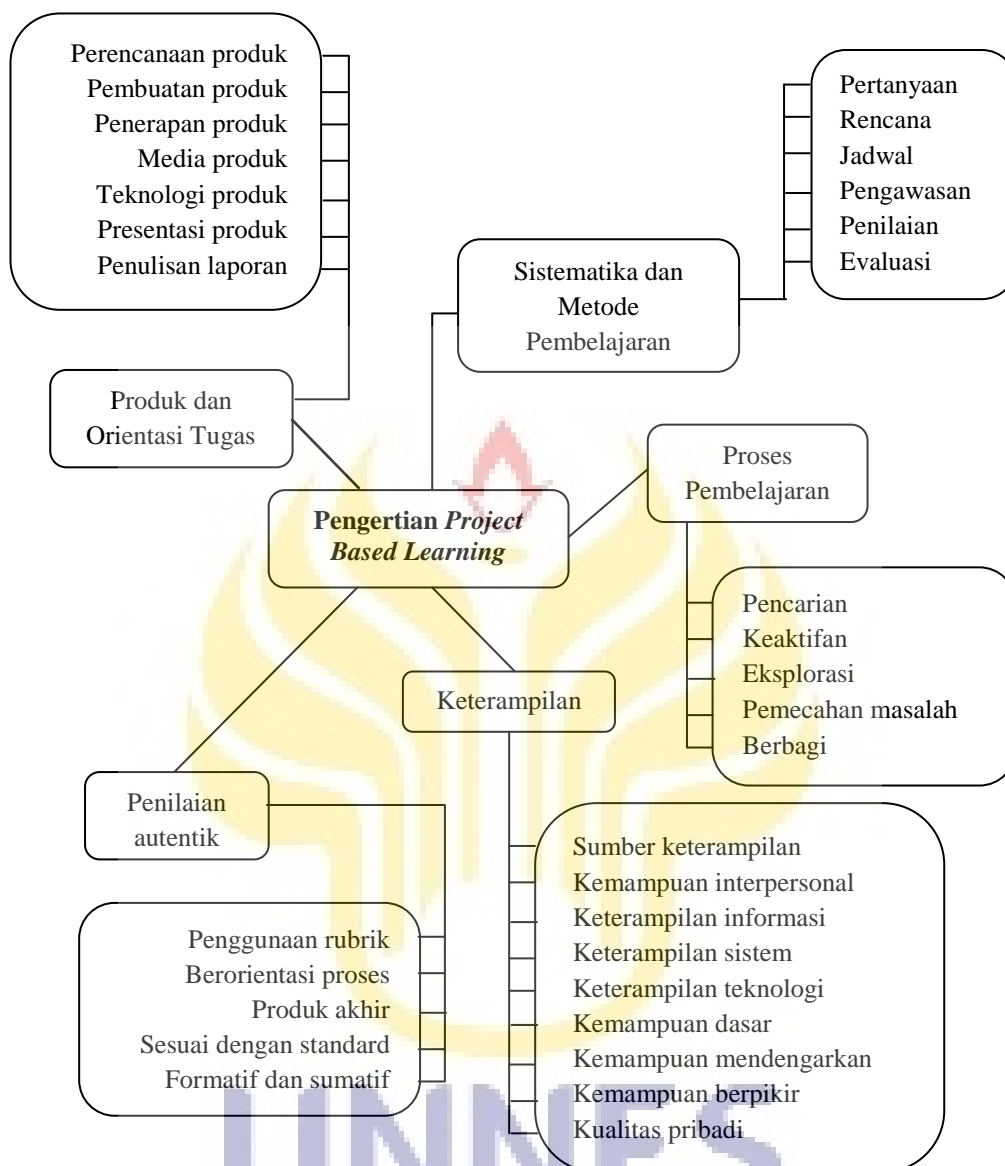
5. Menguji hasil (*assess the outcome*)

Penelitian dilakukan untuk membantu guru dalam mengukur kecerdasan standar, berperan dalam mengevaluasi kemajuan masing-masing siswa, memberi umpan balik tentang tingkat pemahaman yang sudah dicapai siswa, membantu guru dalam menyusun strategi pengajaran berikutnya.

6. Mengevaluasi pengalaman (*evaluate the experience*)

Pada akhir pembelajaran, guru dan siswa melakukan refleksi terhadap aktivitas dan hasil proyek yang sudah dijalankan. Proses refleksi dilakukan baik secara individu maupun kelompok. Pada tahap ini, siswa diminta untuk mengungkapkan perasaan dan pengalamannya selama menyelesaikan proyek. Guru dan siswa mengembangkan diskusi dalam rangka memperbaiki kinerja selama proses pembelajaran, sehingga pada akhirnya ditemukan suatu temuan baru (*new inquiry*) untuk menjawab permasalahan yang diajukan pada tahap pertama pembelajaran.

Proses pembelajaran dari *project based learning* dinyatakan lebih lengkap dalam *mind map* pada Gambar 2.1. Pada *mind map* ini, dipaparkan tahap-tahapan proses pembelajaran dari pembuatan produk, sistem pengajaran dan metode pembelajaran, tautan pembelajaran, kemampuan dasar yang dimiliki, serta evaluasi yang digunakan untuk menganalisis hasil pembelajaran (Yusoff, 2006: 5).



Gambar 2.1 Mind Map dari Project Based Learning

Menurut Sumarni (2013: 480 – 482), beberapa keuntungan dalam *project based learning* antara lain sebagai berikut:

1. Meningkatkan motivasi belajar siswa (*increased students' learning motivation*)

Siswa yang dididik dengan menggunakan model *project based learning* akan memiliki motivasi lebih dibandingkan dengan metode konvensional

(ceramah). Hal ini karena merasa terlibat secara aktif dalam pembelajaran yang siswa rancang sendiri. Peningkatan motivasi siswa akan diikuti dengan peningkatan kemampuan untuk membuat produk yang baik. Sebagai motivasi tambahan, guru perlu menghargai dan mengapresiasi hasil karya dari siswa.

2. Meningkatkan prestasi akademik siswa (*increased students' academic achievement*)

Model *project based learning* akan membuat siswa mendapatkan hasil belajar pada semua ranah yakni pengetahuan (termasuk wawasan dan metakognisi), keterampilan, dan sikap. Siswa membuat tugas atau masalah yang lebih konkret dan mencari solusi potensial dengan menggunakan pengetahuannya. *Project based learning* membuat lingkungan yang produktif untuk pengembangan metakognisi, sehingga model ini akan lebih efektif dalam meningkatkan prestasi akademik.

3. Meningkatkan kemampuan bekerja sama (*increased cooperation/collaboration ability*)

Project based learning memberikan kesempatan untuk belajar interdisipliner dalam menyelesaikan berbagai tahapan proyek. Kerjasama dalam sebuah kelompok memberikan kesempatan kepada semua siswa untuk berinteraksi dan mengembangkan keterampilan dengan menggabungkan pembelajaran yang kooperatif atau kolaboratif. Siswa dapat berkolaborasi dengan baik dalam membuat keputusan, mengambil inisiatif, menghadapi masalah yang rumit, berkomunikasi, serta melatih manajemen diri dalam masing-masing kelompok.

4. Meningkatkan kemampuan berkomunikasi (*increased the ability to communicate*)

Pada proses pembuatan proyek, diperlukan pengaturan tim serta komunikasi yang baik oleh semua anggota kelompok agar proses dapat berjalan dengan lancar. Tahapan terakhir dari *project based learning* adalah tahap menyajikan hasil proyek yang dilakukan. Oleh karena itu, *project based learning* dapat mendorong siswa untuk lebih belajar dalam mengartikulasikan pikiran siswa, belajar bagaimana menjelaskan, dan bagaimana meyakinkan. Siswa belajar untuk mengkritik, membela ide-ide, dan terbuka pada pendapat orang lain. *Project based learning* mengatasi kesenjangan antara pengetahuan dan pemikiran. Siswa “tahu” dan “melakukan”.

5. Meningkatkan keterampilan dalam mengelola sumber belajar (*increased students' skill in managing learning resources*)

Dalam mencari solusi dari tugas-tugas proyek, siswa dapat mencari dari sumber-sumber seperti *online*, perpustakaan, kunjungan lapangan, dan pengamatan langsung. Penerapan *project based learning* membuat guru tidak sepenuhnya memberikan solusi, tetapi memberikan kesempatan kepada siswa untuk mencari bahan sebagai dasar dalam membuat solusi. Model *project based learning* akan meningkatkan keterampilan siswa untuk mencari dan memperoleh informasi.

6. Menciptakan pembelajaran yang menyenangkan (*create fun learning*)

Project based learning membuat suasana belajar menjadi lebih menyenangkan, sehingga siswa dan guru dapat menikmati proses belajar.

Selama proses pembuatan proyek, *project based learning* menciptakan lingkungan belajar mengajar yang berbeda dengan membuat siswa keluar dari rutinitas yang membosankan di kelas. Lingkungan belajar mengajar ini lebih menarik, menyenangkan, dan bermanfaat bagi siswa dan memungkinkan siswa untuk membangun pengetahuan yang lebih nyata.

7. Meningkatkan sikap siswa dalam pembelajaran (*increased students' attitudes toward learning*)

Pembelajaran dengan model *project based learning* membuat siswa akan lebih antusias dan aktif dalam pembelajaran, bekerja sama dalam tim, serta mengusahakan yang terbaik dalam pembuatan proyek yang dibuat.

8. Meningkatkan kreativitas siswa (*increased students' creativity*)

Project based learning membuat siswa untuk lebih kreatif dalam membuat produk terbaik di akhir pembelajaran. Siswa akan merancang sendiri produknya serta manajemen waktu yang efektif agar produk dapat selesai sesuai waktu yang ditentukan.

9. Menurunkan tingkat kecemasan siswa dalam proses pembelajaran (*lowers students' anxiety level in the learning process*)

Project based learning meningkatkan antusiasme untuk belajar. Ketika siswa sangat antusias dengan apa yang siswa pelajari, siswa akan lebih aktif dalam kegiatan pembelajaran, tingkat kecemasan berkurang, dan kemudian memperluas minat siswa untuk bahan lainnya. Antusias siswa cenderung mempertahankan apa yang siswa pelajari, tidak mudah untuk dilupakan.

10. Meningkatkan kemampuan memecahkan masalah (*increased problem solving ability*)

Project based learning dapat meningkatkan kemampuan untuk memecahkan masalah dan membuat siswa lebih aktif. Model pembelajaran ini juga menuntut siswa untuk mengembangkan keterampilan seperti kolaborasi dan refleksi.

11. Meningkatkan keterampilan manajemen sumber daya (*increased resource management skills*)

Project based learning memberikan siswa pengalaman dan praktik belajar dalam mengorganisir proyek, memanajemen waktu dan sumber daya lainnya seperti peralatan untuk menyelesaikan tugas-tugas, serta memberikan pengalaman belajar yang langsung melibatkan siswa.

Kemudian kelemahan *project based learning* (Sumarni, 2013: 482) adalah sebagai berikut:

1. Membutuhkan waktu yang banyak dalam memecahkan masalah yang sulit.
2. Membutuhkan biaya yang cukup banyak.
3. Banyak guru yang merasa nyaman dengan kelas konvensional (ceramah), di mana guru memainkan peran sentral di dalam kelas. Hal ini merupakan transisi yang sulit terutama bagi guru yang memiliki kelemahan dalam penggunaan teknologi baru.
4. Menerapkan pembelajaran berbasis proyek di kelas mungkin menakutkan bagi beberapa guru yang berpengalaman dan akan lebih buruk lagi untuk pemula.

5. Banyak peralatan yang harus disediakan.
6. Hampir semua contoh sukses pembelajaran berbasis proyek memanfaatkan keberhasilan pembelajaran kooperatif atau kolaboratif. Siswa yang memiliki kelemahan dalam percobaan dan pengumpulan informasi akan mengalami kesulitan.
7. Siswa yang tidak berpengalaman dalam kerja tim mungkin memiliki kesulitan dalam berkomunikasi. Jika metode ini belum pernah digunakan sebelumnya, mungkin perlu untuk mengajar siswa bagaimana berinteraksi dalam kelompok dan mengelola konflik dalam kelompok. Ada kemungkinan siswa yang kurang aktif dalam kerja kelompok.
8. Ketika topik yang diberikan kepada masing-masing kelompok berbeda, dikhawatirkan bahwa siswa tidak dapat memahami topik seluruhnya.
9. Untuk survei penilaian diri, data mungkin telah dipengaruhi oleh inkonsistensi sedikit.

2.2 Eksperimen

Eksperimen merupakan kata yang berasal dari bahasa Yunani yaitu *heuriskein* yang berarti saya menemukan. Metode eksperimen berkaitan dengan aktivitas mendidik dan memberikan dengan menggunakan alat seraya diperagakan, dengan harapan siswa menjadi jelas sekaligus dapat mempraktikkan materi yang dimaksud (Majid, 2011:153).

Menurut Djamarah & Zain (2010: 84), metode eksperimen merupakan cara penyajian dengan siswa melakukan percobaan, siswa mengalami dan membuktikan sendiri sesuatu yang dipelajari. Wiyanto (2008: 30) mengemukakan

bahwa eksperimen atau percobaan adalah proses memecahkan masalah melalui kegiatan manipulasi variabel dan pengamatan atau pengukuran. Wartono (2003: 99) menyatakan pengertian eksperimen secara lebih dalam yakni eksperimen merupakan suatu pekerjaan menggunakan alat-alat sains dengan tujuan untuk mengetahui sesuatu yang baru (setidak-tidaknya bagi anak itu sendiri, meskipun tidak baru bagi orang lain), atau untuk mengetahui apa yang terjadi jika diadakan suatu proses tertentu. Menurut Wardani (2003: 3.25) metode eksperimen memiliki karakteristik, keunggulan dan kelemahan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Karakteristik, Keunggulan, dan Kelemahan Metode Eksperimen

Karakteristik metode	Keunggulan	Kelemahan
1. Ada alat bantu yang digunakan	1. Membangkitkan rasa ingin tahu siswa	1. Memerlukan alat pembelajaran dan biaya
2. Siswa aktif mencoba	2. Membangkitkan rasa ingin menguji sesuatu	2. Memerlukan waktu yang relatif banyak
3. Guru membimbing	3. Menimbulkan rasa kurang puas, ingin lebih baik	3. Bila siswa kurang motivasi, maka eksperimen tidak akan sukses
4. Tempat dikondisikan siswa	4. Isi pembelajaran dapat bersifat aktual	4. Sedikit sekolah yang memiliki sarana eksperimen
5. Ada pedoman untuk siswa	5. Siswa mampu membuktikan sesuatu	5. Siswa belum terbiasa dengan eksperimen
6. Ada topik yang dieksperimenkan	6. Mengembangkan sikap kritis dan ilmiah	
7. Ada temuan-temuan		

Pembelajaran dengan metode eksperimen berfokus kepada siswa di mana siswa diajak berperan aktif. Metode ini dimaksudkan agar siswa mengalami sendiri dalam mencoba sesuatu dan membuktikan kebenaran dari hipotesis serta

diakhiri dengan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil yang didapat. Setelah eksperimen selesai siswa ditugaskan untuk membandingkan dengan hasil eksperimen yang lain diskusikan bila ada perbedaan dan kekeliruan.

Menurut Dimiyati & Mudjiono seperti yang dikutip oleh Desa (2014:12), langkah-langkah umum yang dapat dipakai dalam metode eksperimen meliputi sebagai berikut:

1. Mempersiapkan pemakaian metode eksperimen, yang mencakup kegiatan-kegiatan: (a) menetapkan kesesuaian metode eksperimen terhadap tujuan-tujuan yang hendak dicapai, (b) menetapkan kebutuhan peralatan, bahan, dan sarana lain yang dibutuhkan dalam eksperimen sekaligus memeriksa ketersediaannya di sekolah, (c) mengadakan uji eksperimen (guru mengadakan eksperimen sendiri untuk menguji ketepatan proses dan hasilnya) sebelum menugaskan kepada siswa sehingga dapat diketahui secara pasti kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi, (d) menyediakan peralatan, bahan, dan sarana lain yang dibutuhkan untuk eksperimen yang akan dilakukan, dan (e) menyediakan lembar kerja (bila dirasa perlu).
2. Melaksanakan pemakaian metode eksperimen, dengan kegiatan-kegiatan: (a) mendiskusikan bersama seluruh siswa mengenai prosedur, peralatan, dan bahan untuk eksperimen serta hal-hal yang perlu diamati dan dicatat selama eksperimen, (b) membantu, membimbing, dan mengawasi eksperimen yang dilakukan oleh para siswa, para siswa mengamati serta mencatat hal-hal yang dieksperimenkan, dan (c) para siswa membuat kesimpulan dan laporan tentang eksperimennya.

3. Tindak lanjut pemakaian metode eksperimen, melalui kegiatan-kegiatan: (a) mendiskusikan hambatan dan hasil-hasil eksperimen, (b) membersihkan dan menyimpan peralatan, bahan, atau sarana lainnya, dan (c) evaluasi akhir eksperimen oleh guru.

Metode eksperimen dalam penelitian ini dilaksanakan secara berkelompok. Siswa dibimbing oleh guru dalam pembentukan kelompok di mana masing-masing kelompok terdiri dari 3 – 4 siswa. Setelah guru membagikan lembar kerja siswa (LKS) pada masing-masing kelompok, guru melakukan tanya jawab terkait langkah kerja dan data pengamatan di LKS. Dalam melakukan eksperimen, guru memfasilitasi dan mendampingi siswa agar eksperimen berjalan sesuai dengan LKS. Guru memeriksa kinerja siswa dalam melakukan eksperimen. Apabila terjadi kesalahan, maka guru perlu memberikan bimbingan. Bimbingan dilaksanakan hingga penarikan kesimpulan.

2.3 Penguasaan Konsep

Menurut Kamus Besar bahasa Indonesia (Alwi, 2005:604), penguasaan memiliki pengertian sebagai pemahaman atau kesanggupan untuk menggunakan pengetahuan, kepandaian, dan sebagainya. Dengan arti seperti itu, dapat dinyatakan bahwa penguasaan adalah pemahaman. Pemahaman yang dimaksud di sini adalah dapat mengungkapkan kembali, bukan menghafal, pengetahuan yang diperoleh dengan menggunakan kata-kata sendiri sehingga siswa mudah mengerti pengetahuan yang dipelajari dan tidak mengubah makna yang ada di dalamnya.

Konsep adalah ide atau pengertian yang diabstrakkan dari peristiwa konkret (Alwi, 2005: 748). Menurut Sagala (2008: 71) konsep adalah buah pemikiran seseorang atau sekelompok orang yang dinyatakan dalam definisi sehingga menghasilkan produk pengetahuan yang meliputi prinsip hukum dari suatu teori, konsep tersebut diperoleh dari fakta, peristiwa, dan pengalaman melalui generalisasi dan berpikir abstrak. Pada tinjauan fisika sebagai suatu struktur ilmu, konsep adalah bagian dari struktur ilmu fisika yang berupa ide atau pengertian yang diabstrakkan dari peristiwa konkret ataupun gambaran mental dari suatu objek, proses atau apapun (yang ada di luar bahasa) yang dianggap benar oleh para ahli fisika dan digunakan oleh akal budi untuk memahami hal-hal lain (Linuwih, 2011: 15).

Konsep merupakan salah satu pengetahuan awal yang harus dimiliki siswa karena konsep merupakan dasar dalam merumuskan prinsip-prinsip. Dalam penyusunan ilmu pengetahuan, diperlukan kemampuan menyusun konsep-konsep dasar yang dapat diuraikan terus-menerus.

Menurut Sanjaya (2008: 126), penguasaan atau pemahaman konsep adalah kemampuan siswa dalam menerjemahkan, menafsirkan, dan menyimpulkan suatu konsep atau kemampuan menangkap makna arti suatu konsep.

Penguasaan konsep merupakan dasar dari penguasaan prinsip-prinsip teori, artinya agar dapat menguasai prinsip dan teori harus dikuasai terlebih dahulu konsep-konsep yang menyusun prinsip tersebut. penguasaan konsep merupakan suatu upaya ke arah pemahaman siswa untuk memahami hal-hal lain di luar

pengetahuan sebelumnya. Jadi, siswa dituntut untuk menguasai materi-materi pelajaran selanjutnya.

Slameto (2003:19) menyatakan bahwa setiap konsep tidak berdiri sendiri, melainkan setiap konsep berhubungan dengan konsep lain. Semua konsep tersebut bersama-sama membentuk jaringan pengetahuan dalam kepala manusia. Untuk mengetahui sejauh mana penguasaan konsep dapat dilakukan evaluasi dengan menggunakan tes penguasaan konsep dalam ranah kognitif.

Sagala (2008: 33) menyatakan bahwa judul-judul utama bidang kognitif mencakup pengetahuan keterampilan dan intelektual, kemampuan menyatakan kembali pengetahuan dalam kata-kata baru, aplikasi (memahami sebaiknya untuk dapat mempergunakannya), analisis (memahami benar-benar untuk memisahkan ke dalam bagian-bagian dan membuat hubungan antara ide-ide yang eksplisit), sintesis (kemampuan untuk menghasilkan suatu rencana operasi), evaluasi (mampu menilai materi-materi untuk tujuan tertentu), dan membuat (kemampuan untuk menggabungkan beberapa unsur menjadi suatu bentuk kesatuan).

Menurut Krathwohl (2002:4), untuk menguasai konsep suatu materi, siswa harus menguasai enam kategori proses kognitif dalam taksonomi Bloom yaitu:

1. C1 yaitu mengingat (*remember*). Kemampuan siswa untuk mengingat kembali satu atau lebih fakta-fakta yang sederhana.
2. C2 yaitu memahami (*understand*). Kemampuan siswa untuk membuktikan bahwa ia memahami hubungan sederhana diantara faktor-faktor atau konsep.
3. C3 yaitu menerapkan (*apply*). Kemampuan siswa untuk menyeleksi atau memilih suatu abstraksi tertentu (konsep, hukum, dalih, gagasan, dan cara)

secara tepat untuk diterapkan dalam suatu situasi baru dan menerapkan secara benar.

4. C4 yaitu menganalisis (*analyze*). Kemampuan siswa untuk menguraikan permasalahan atau objek ke unsur-unsurnya dan menentukan bagaimana hubungan saling keterkaitan antar unsur-unsur tersebut.
5. C5 yaitu mengevaluasi (*evaluate*). Kemampuan siswa membuat suatu pertimbangan berdasarkan kriteria dan standar yang ada.
6. C6 yaitu membuat (*create*). Kemampuan siswa untuk menghubungkan beberapa unsur menjadi suatu bentuk kesatuan.

2.4 Kinerja Siswa

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (Alwi, 2005: 570) kinerja berarti sesuatu yang dicapai, prestasi yang diperlihatkan, kemampuan kerja. As'ad (1991: 47) menyatakan bahwa kinerja adalah hasil yang dicapai seseorang menurut ukuran yang berlaku untuk pekerjaan yang bersangkutan. Berdasarkan pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa kinerja siswa adalah kemampuan dan hasil yang dicapai oleh siswa dalam melaksanakan kegiatan menurut ukuran yang berlaku. Kinerja siswa dalam penelitian ini dimaksudkan sebagai alat ukur dalam penilaian baik dalam pembuatan proyek maupun saat eksperimen.

Menurut Vroom (dalam As'ad, 1991:48), kinerja mengandung tiga unsur yaitu:

1. Unsur waktu, berarti hasil-hasil yang dicapai oleh usaha-usaha tertentu dapat dinilai dalam satu putaran waktu (periode). Ukuran periode dapat menggunakan satuan jam, hari, bulan, maupun tahun.

2. Unsur hasil, berarti hasil-hasil tersebut merupakan hasil rata-rata pada akhir periode tersebut. Hal ini bersifat mutlak, setengah periode harus memberikan hasil setengah dari keseluruhan.
3. Unsur metode, berarti siswa harus menguasai betul dan bersedia mengikuti pedoman metode yang telah ditentukan, yaitu metode kinerja yang efektif dan efisien, selain itu dalam pelaksanaannya, siswa harus bekerja dengan penuh semangat dan tekun.

Timpe (2000:155) menyatakan ada tiga penentu kinerja yaitu, tingkat keterampilan, tingkat upaya, dan kondisi-kondisi eksternal. Ketiga elemen ini dijelaskan secara rinci sebagai berikut :

1. Tingkat keterampilan

Keterampilan adalah pengetahuan, kemampuan, dan kecakapan siswa untuk menyelesaikan tugas selama kegiatan belajar mengajar.

2. Tingkat upaya

Upaya dapat diartikan sebagai motivasi yang diperlihatkan oleh siswa selama kegiatan belajar mengajar berlangsung.

3. Kondisi-kondisi eksternal

Penentu kinerja berdasarkan kondisi-kondisi eksternal dapat diartikan sebagai tingkat sejauh mana kondisi-kondisi eksternal mendukung kinerja seorang siswa. Kondisi eksternal dapat berupa teman-teman kelompok yang harus bekerja sama untuk menyelesaikan pembuatan proyek dan eksperimen dengan baik, lingkungan sekitar, ruangan, serta alat-alat eksperimen.

Ukuran kinerja merupakan tingkat yang digunakan untuk menilai kinerja dan merupakan perbandingan dari target yang diharapkan. Ukuran kinerja dinilai dari kerja individu dan juga kerja sama dalam kelompoknya. Menurut Mathis & Jackson (2002: 80), untuk mengevaluasi kinerja dapat menggunakan beberapa istilah berikut:

1. Istimewa, berarti siswa sangat berhasil dalam pembuatan proyek dan pelaksanaan eksperimen.
2. Sangat baik, berarti kinerja siswa lebih baik dari rata-rata di antara teman sekelas lainnya.
3. Memuaskan, dapat diartikan kinerja siswa berada pada batas atau sedikit di atas dari standar minimal. Tingkat kinerja ini adalah yang diharapkan oleh peneliti untuk dicapai oleh siswa dalam pelaksanaan eksperimen.
4. Rata-rata, berarti kinerja siswa berada sedikit di bawah standar minimal. Tetapi masih terdapat potensi untuk meningkatkan penilaian apabila dilaksanakan eksperimen kembali.
5. Tidak memuaskan, berarti kinerja siswa berada di bawah standar yang diharapkan dan diperlukan bimbingan yang lebih agar siswa dapat mencapai kinerja yang baik untuk setiap eksperimen.

2.5 Tinjauan Materi

2.5.1 Momen Inersia

Momen inersia adalah ukuran kelembaman suatu benda untuk berotasi terhadap porosnya. Momen inersia dalam gerak rotasi menyatakan ukuran kemampuan benda untuk mempertahankan kecepatan sudut. Semakin besar

momen inersia suatu benda, semakin sulit untuk membuat benda itu berputar dan juga semakin sulit untuk menghentikannya. Momen inersia dari sebuah partikel bermassa m didefinisikan sebagai hasil kali massa partikel (m) dengan kuadrat jarak tegak lurus partikel dari titik poros (r^2).

$$I = mr^2$$

dengan:

I : momen inersia (kgm^2)

m : massa benda (kg)

r : jarak partikel dari sumbu pusat (m)

Untuk menentukan momen inersia dari sejumlah partikel yang melakukan gerak rotasi, maka momen inersia totalnya merupakan jumlah momen inersia setiap partikel.

$$I = \sum mr^2 = m_1r_1^2 + m_2r_2^2 + m_3r_3^2 + \dots + m_nr_n^2$$

Hasil-hasil metode integrasi untuk menentukan momen inersia berbagai benda dapat dilihat pada Lampiran 1.

Jika momen inersia terhadap sumbu putar adalah I_p maka momen inersia terhadap poros sejajar melalui titik sembarang I yang berjarak L dari pusat massa dapat dituliskan sebagai berikut:

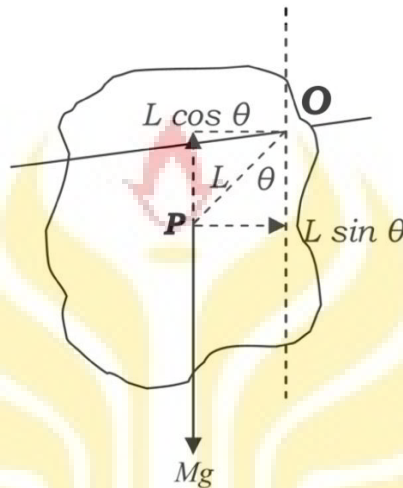
$$I = I_p + ML^2$$

dengan

I_p : momen inersia jika sumbu putar jika melalui pusat massa (kgm^2)

L : jarak sumbu putar ke sumbu rotasi (m)

Benda tegar bermassa M berbentuk sembarang digantung pada poros tetap di titik O yang berjarak L dari pusat massa (P), diberi simpangan kecil dengan sudut simpangan θ terhadap garis vertikal, kemudian dilepas sehingga berayun dengan periode T .



Gambar 2.2 Benda Tegar Tak Homogen

Untuk sudut simpangan kecil, gerak ayunan fisis dapat dianggap gerak harmonis anguler, dengan persamaan sudutnya:

$$\theta = \theta_m \cos \omega t$$

dengan simpangan sudut maksimum θ_m .

Momen gaya pemulihnya terhadap poros O adalah:

$$\tau = -MgL \sin \theta$$

untuk sudut θ kecil, maka $\sin \theta \cong \theta$ (dengan θ dalam radian).

Menurut hukum II Newton untuk gerak rotasi:

$$\tau = I\alpha = I \frac{d^2\theta}{dt^2} = -I\omega^2\theta$$

dengan I = momen inersia, α = percepatan sudut, dan θ = posisi sudut.

Dari persamaan di atas akan diperoleh:

$$\tau = -I\omega^2\theta$$

$$-MgL \sin \theta = -I\omega^2\theta$$

$$MgL \sin \theta = I\omega^2\theta$$

$$MgL\theta = I\omega^2\theta, \text{ dengan } \sin \theta \cong \theta, \theta \ll$$

$$MgL = I\omega^2$$

$$MgL = I\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

$$T^2 = (2\pi)^2 \frac{I}{MgL}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{MgL}}$$

Jika nilai momen inersia disubstitusikan dengan persamaan $I = I_p + ML^2$, maka diperoleh persamaan:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_p + ML^2}{MgL}}$$

$$\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 = \left(\sqrt{\frac{I_p + ML^2}{MgL}}\right)^2$$

$$\frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{I_p + ML^2}{MgL}$$

$$\left(\frac{T^2}{4\pi^2}\right)MgL = I_p + ML^2$$

$$I_p = \left(\frac{T^2}{4\pi^2}\right)MgL - ML^2$$

2.5.2 Keseimbangan Benda Tegar

Young & Freedman (2002: 326 – 327) menyatakan bahwa benda tegar (*rigid body*) merupakan benda yang memiliki sifat tidak melengkung, memanjang, atau hancur bila gaya bekerja padanya. Benda ini dikatakan berada dalam keadaan seimbang maksudnya bahwa pusat massa dari benda tidak memiliki percepatan atau memiliki percepatan nol jika penjumlahan vektor dari seluruh gaya luar yang bekerja pada benda tersebut adalah nol, $\sum \vec{F} = 0$. Hal ini biasa disebut sebagai syarat pertama keseimbangan (*first condition for equilibrium*). Dalam bentuk komponen-komponennya, syarat ini dinyatakan sebagai berikut.

$$\sum \vec{F}_x = 0, \sum \vec{F}_y = 0, \sum \vec{F}_z = 0 \text{ (syarat pertama untuk keseimbangan)}$$

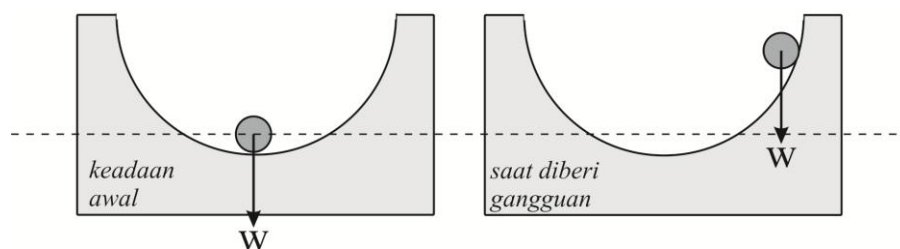
Syarat kedua agar benda seimbang adalah benda harus tidak mempunyai kecenderungan untuk berputar (berotasi). Syarat ini didasari oleh dinamika gerak rotasi yang sama persis dengan syarat pertama yang didasari oleh hukum pertama Newton. Sebuah benda tegar yang dalam kerangka inersia tidak berputar pada satu titik, mempunyai momentum sudut nol, $\vec{L} = 0$. Jika pada titik tersebut benda tidak berputar, laju perubahan momentum sudutnya $d\vec{L}/dt$ juga sama dengan nol. Laju perubahan momentum sudut dari suatu partikel tidak lain adalah torsi dari gaya total yang bekerja terhadapnya. Hal ini berarti bahwa jumlah torsi $\sum \vec{\tau}$ akibat seluruh gaya luar yang bekerja pada benda harus sama dengan nol. Benda tegar dalam keseimbangan tidak dapat memiliki kecenderungan untuk berputar di setiap titik sehingga penjumlahan dari torsi luar harus sama dengan nol di semua titik. Ini adalah syarat kedua keseimbangan (*second condition for equilibrium*).

$$\sum \vec{\tau} = 0 \text{ untuk setiap titik (syarat kedua untuk keseimbangan)}$$

Benda tegar dalam keadaan diam (tidak ada gerak lurus maupun berputar) disebut berada dalam keseimbangan statik (*static equilibrium*). Benda pada keadaan statik jika tidak diganggu maka tidak akan mengalami percepatan translasi maupun rotasi karena jumlah gaya dan jumlah torsi yang bekerja padanya adalah nol. Apabila benda dipindahkan sedikit maka ada tiga akibat yang mungkin terjadi yaitu (1) benda kembali ke posisi semula, yang dikatakan sebagai keseimbangan stabil, (2) benda berpindah lebih jauh lagi dari posisi awalnya, yang disebut sebagai keseimbangan tidak stabil, dan (3) benda tetap pada posisinya yang baru, yang dinamakan keseimbangan netral (Giancoli, 2001: 297 – 298). Pengertian tiga bentuk stabilitas keseimbangan benda tegar lebih lanjut dijelaskan sebagai berikut:

1. Keseimbangan stabil

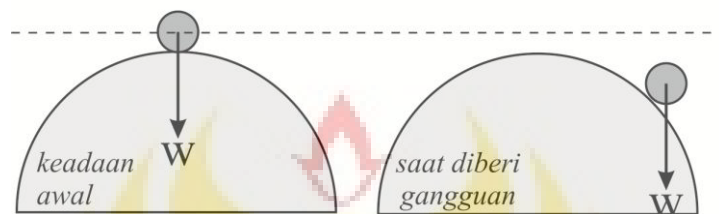
Keseimbangan stabil adalah keseimbangan yang dialami benda di mana sesaat setelah gangguan kecil dihilangkan, benda akan kembali ke kedudukan semula. Pada Gambar 2.3 dapat dilihat bahwa rotasi yang kecil pada bola menyebabkan titik berat benda berada di atas titik berat bola semula. Torsi yang disebabkan oleh gaya beratnya akan menyebabkan bola kembali pada posisi semula.



Gambar 2.3 Keseimbangan Stabil

2. Keseimbangan tak stabil

Keseimbangan tak stabil terjadi bila gaya-gaya atau torsi yang muncul karena perpindahan kecil dari benda memaksa benda menjauhi posisi keseimbangannya.

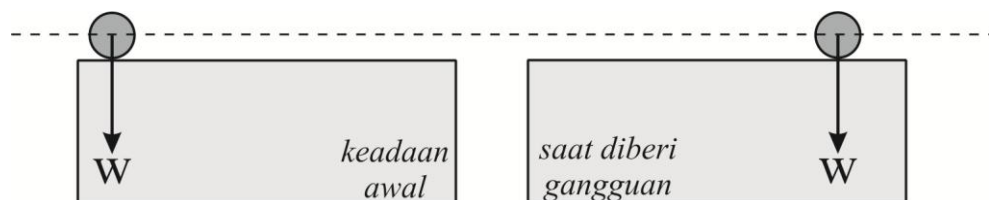


Gambar 2.4 Keseimbangan Tak Stabil

Pada Gambar 2.4 rotasi yang kecil pada bola menyebabkan titik berat benda berada di bawah titik berat bola semula. Torsi yang disebabkan oleh gaya beratnya menyebabkan bola menjauh dari posisinya semula.

3. Keseimbangan netral (indeferen)

Keseimbangan netral terjadi jika gaya yang dikenakan pada sebuah benda tidak mempengaruhi keseimbangan benda. Sebuah bola yang diam di atas permukaan horizontal diberi gaya sehingga bola tersebut berotasi seperti terlihat pada Gambar 2.5. Titik berat benda tidak berubah atau sejajar dengan titik berat semula, maka jenis keseimbangannya adalah keseimbangan netral.



Gambar 2.5 Keseimbangan Netral

2.5.3 Titik Berat

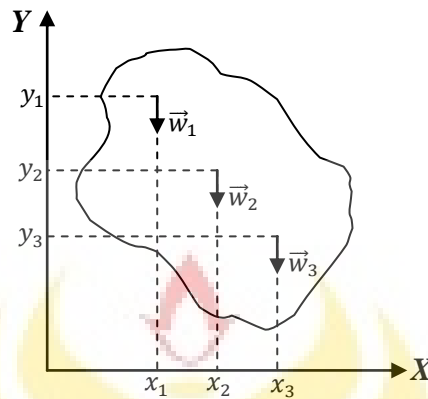
Berat suatu benda diartikan sebagai gaya pada benda akibat tarikan bumi. Gaya tarik bumi ini adalah gaya gravitasi, yaitu gaya tarik-menarik yang selalu terjadi antara dua benda yang mempunyai massa. Karena berat adalah sebuah gaya, maka berat merupakan suatu besaran vektor. Arah vektor berat adalah arah gaya gravitasi, yaitu menuju pusat bumi. Besar gaya berat dinyatakan dalam satuan gaya, yaitu Newton atau pound. Jika sebuah benda dengan massa m dibiarkan jatuh dengan bebas, percepatannya adalah percepatan gravitasi \vec{g} , dan gaya yang berkerja adalah gaya berat benda tersebut, yaitu \vec{w} . Jika Hukum II Newton, yaitu $\vec{F} = m\vec{a}$, diterapkan pada benda jatuh bebas, maka gaya berat $\vec{w} = m\vec{g}$. Gaya \vec{w} dan percepatan \vec{g} keduanya adalah vektor yang mengarah ke pusat bumi. Maka dapat dituliskan:

$$\vec{w} = m\vec{g}$$

Setiap benda terdiri atas partikel-partikel yang masing-masing memiliki gaya berat. Gaya berat yang dimaksud di sini adalah resultan dari seluruh berat partikel-partikel ini. Resultan ini bekerja melalui suatu titik tunggal yang disebut dengan titik berat. Menurut Halliday & Resnick (1991: 420), titik berat atau pusat gravitasi benda adalah titik tangkap gaya yang setara dengan resultan gaya gravitasi yang bekerja. Letak titik berat berbagai benda homogen yang bentuknya teratur dapat dilihat pada Lampiran 2.

Benda-benda homogen yang memiliki bentuk teratur mempunyai garis atau bidang yang simetris, sehingga titik berat benda terletak pada garis atau bidang simetris tersebut. Sementara benda-benda yang tidak teratur, misalnya sebuah

benda tegar dengan bentuk tidak teratur berada pada bidang XY seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Gaya Berat Partikel-Partikel pada Sebuah Benda Tak Beraturan

Posisi berat total \vec{w} dapat ditentukan dengan menggunakan jumlah torsi dari masing-masing partikel. Misalkan absis dari gaya tunggal \vec{w} adalah x_G , maka torsinya adalah $\vec{w}x_G$ yang dapat dituliskan secara matematis sebagai berikut.

$$\vec{w}x_G = \vec{w}_1x_1 + \vec{w}_2x_2 + \vec{w}_3x_3 + \dots + \vec{w}_nx_n$$

$$x_G = \frac{\vec{w}_1x_1 + \vec{w}_2x_2 + \vec{w}_3x_3 + \dots + \vec{w}_nx_n}{\vec{w}_1 + \vec{w}_2 + \vec{w}_3 + \dots + \vec{w}_n} = \frac{\sum \vec{w}_nx_n}{\sum \vec{w}_n}$$

$$y_G = \frac{\vec{w}_1y_1 + \vec{w}_2y_2 + \vec{w}_3y_3 + \dots + \vec{w}_ny_n}{\vec{w}_1 + \vec{w}_2 + \vec{w}_3 + \dots + \vec{w}_n} = \frac{\sum \vec{w}_ny_n}{\sum \vec{w}_n}$$

Mengingat gaya berat adalah $\vec{w} = m\vec{g}$, maka dapat diperoleh:

$$\begin{aligned} x_G &= \frac{\vec{w}_1x_1 + \vec{w}_2x_2 + \vec{w}_3x_3 + \dots + \vec{w}_nx_n}{\vec{w}_1 + \vec{w}_2 + \vec{w}_3 + \dots + \vec{w}_n} \\ &= \frac{m_1\vec{g}x_1 + m_2\vec{g}x_2 + m_3\vec{g}x_3 + \dots + m_n\vec{g}x_n}{m_1\vec{g} + m_2\vec{g} + m_3\vec{g} + \dots + m_n\vec{g}} \\ &= \frac{\vec{g}(m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3 + \dots + m_nx_n)}{\vec{g}(m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n)} \end{aligned}$$

$$= \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3 + \dots + m_nx_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n}$$

$$= \frac{\sum m_nx_n}{\sum m_n}$$

Dengan cara yang sama koordinat y dari pusat gravitasi sistem dapat didapatkan dari:

$$y_G = \frac{m_1y_1 + m_2y_2 + m_3y_3 + \dots + m_ny_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n}$$

$$= \frac{\sum m_ny_n}{\sum m_n}$$

Pada benda homogen, massa benda dapat dinyatakan dalam volume, luas, dan panjangnya.

1. Benda berbentuk ruang

$$x_G = \frac{\sum m_nx_n}{\sum m_n} \text{ dengan } m = \rho V \text{ maka:}$$

$$x_G = \frac{\sum V_nx_n}{\sum V_n} \rightarrow x_G = \frac{V_1x_1 + V_2x_2 + V_3x_3 + \dots + V_nx_n}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}$$

$$y_G = \frac{\sum V_ny_n}{\sum V_n} \rightarrow y_G = \frac{V_1y_1 + V_2y_2 + V_3y_3 + \dots + V_ny_n}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}$$

2. Benda berbentuk bidang

Besar volume dapat dinyatakan sebagai $V = At$, maka dapat diperoleh:

$$x_G = \frac{\sum A_nx_n}{\sum A_n} \rightarrow x_G = \frac{A_1x_1 + A_2x_2 + A_3x_3 + \dots + A_nx_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}$$

$$y_G = \frac{\sum A_ny_n}{\sum A_n} \rightarrow y_G = \frac{A_1y_1 + A_2y_2 + A_3y_3 + \dots + A_ny_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}$$

3. Benda berbentuk garis

$$x_G = \frac{\sum l_n x_n}{\sum l_n} \rightarrow x_G = \frac{l_1 x_1 + l_2 x_2 + l_3 x_3 + \dots + l_n x_n}{l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n}$$

$$y_G = \frac{\sum l_n y_n}{\sum l_n} \rightarrow y_G = \frac{l_1 y_1 + l_2 y_2 + l_3 y_3 + \dots + l_n y_n}{l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n}$$

2.6 Model *Project Based Learning* Berbasis Eksperimen pada Materi Keseimbangan Benda Tegar

Project based learning memiliki potensi yang sangat besar untuk membuat pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna. Model pembelajaran ini dapat membuat siswa menjadi lebih aktif dalam bekerja sama, memecahkan masalah, dan melatih penguasaan konsep siswa. *Project based learning* dapat dimaksimalkan melalui kegiatan eksperimen. Kegiatan eksperimen menuntut siswa untuk turut aktif dalam proses belajar mengajar, memahami tahapan proses menguji sesuatu, dan tidak hanya menghafalkan teori namun berani mengungkapkan kebenarannya.

Materi keseimbangan benda tegar merupakan materi kelas XI SMA pada kurikulum 2013. Materi ini merupakan salah satu materi yang sulit dipahami siswa karena cenderung menggunakan prinsip matematis serta abstrak. Alat peraga dan kegiatan praktikum diperlukan untuk membantu siswa dalam mencitrakan materi keseimbangan benda tegar. Siswa akan berkesempatan untuk menemukan momen inersia dan titik berat melalui serangkaian kegiatan langsung. Pernyataan di atas merupakan dasar dilakukannya penelitian tentang model pembelajaran *project based learning* berbasis eksperimen.

Pada penelitian ini, penerapan model *project based learning* menggunakan gabungan pengembangan dari model pembelajaran *project based learning* menurut Pee & Leong (2005: 4 – 5) dan Daryanto (2014: 28) yang meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

1. *Conceive* (Memahami)

Pembelajaran dimulai dengan guru memberikan motivasi dan pertanyaan tentang masalah yang berkaitan dengan keseimbangan benda tegar. Berdasarkan uraian pertanyaan akan timbul suatu permasalahan yang nantinya akan dijawab atau diselesaikan oleh siswa.

2. *Design* (Merancang)

Berdasarkan permasalahan yang sudah ada, siswa yang dibagi dalam kelompok-kelompok membuat rancangan strategi dalam memecahkan masalah tersebut. Siswa mencari semua informasi dan sumber pendukung untuk membuat suatu produk. Dalam proses perancangan ini, guru memberikan bimbingan kepada siswa agar perencanaan yang dibuat siswa mendekati tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Setelah guru melakukan konfirmasi dengan siswa untuk menentukan batas waktu penyelesaian proyek, siswa dengan dibimbing guru merancang pembagian tugas kelompok, batas waktu pengerjaan (*deadline*), dan jadwal kegiatan (*timeline*).

3. *Implement* (Melaksanakan/Menerapkan)

Tahapan ini merupakan tahapan di mana proyek dilaksanakan. Siswa membuat produk yang telah dirancang sebelumnya. Guru bertanggung jawab untuk melakukan monitor terhadap kinerja setiap anggota kelompok. Selama

pembuatan proyek, siswa diwajibkan menuliskan agenda yang telah dilakukan dalam jurnal harian. Jurnal harian bertujuan untuk mengontrol dan menilai proses pembuatan proyek yang dilakukan oleh siswa.

4. *Operate* (Mengoperasikan)

Produk yang telah berhasil dibuat digunakan sebagai alat dalam eksperimen keseimbangan benda tegar. Eksperimen dilakukan untuk membuktikan apakah konsep yang diperoleh pada pembuatan proyek sesuai dengan hasil nyata. Setelah eksperimen selesai, siswa membuat laporan tertulis terkait hasil eksperimen secara berkelompok.

5. *Evaluate* (Mengevaluasi)

Guru menilai hasil produk yang telah dibuat oleh siswa. Evaluasi juga dilakukan melalui observasi kinerja pada saat eksperimen berlangsung. Setelah eksperimen selesai, guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengkomunikasikan hasil pembuatan proyek dan eksperimen yang telah dilaksanakan.

2.7 Kerangka Berpikir

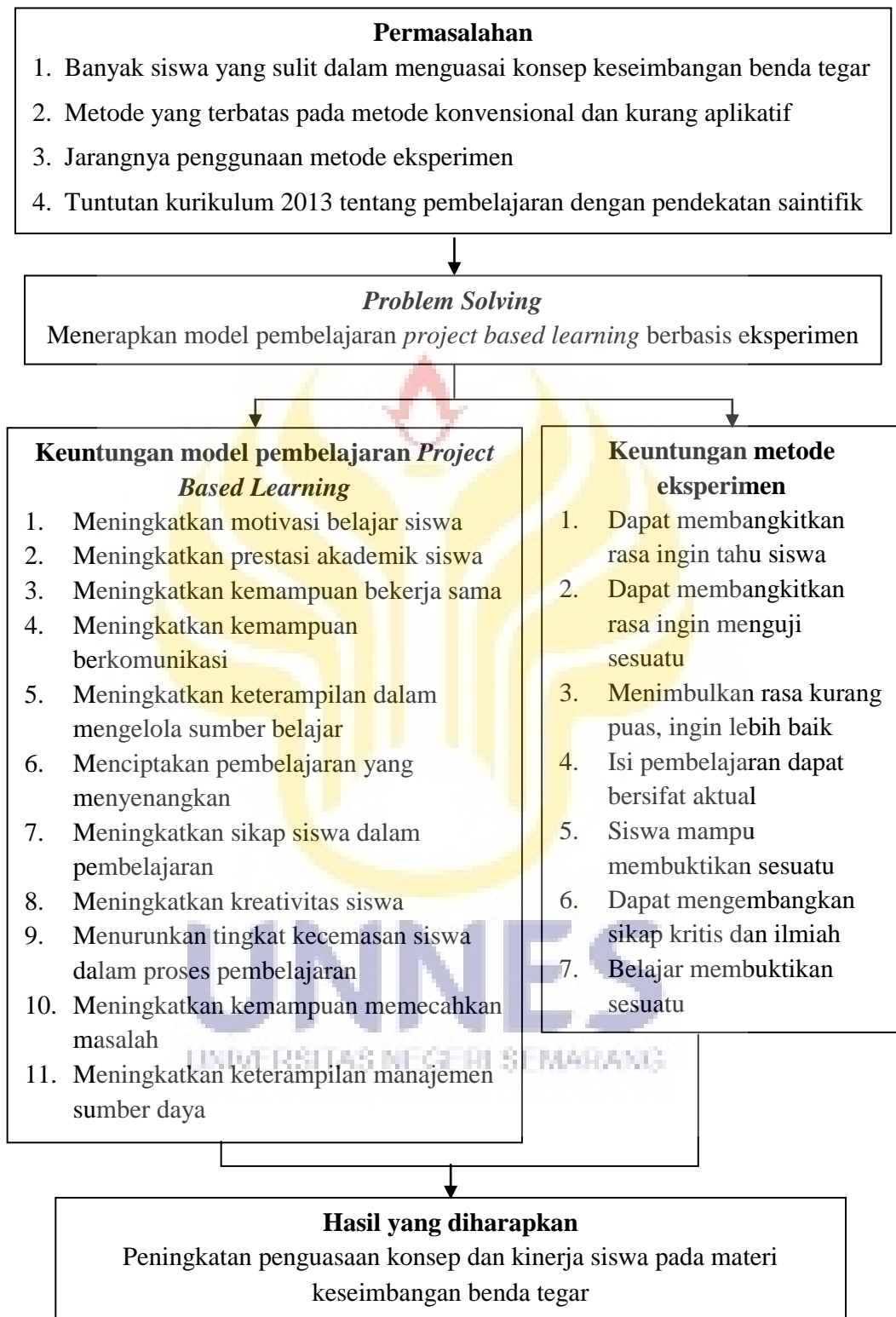
Salah satu masalah yang dihadapi siswa dalam pembelajaran fisika adalah penguasaan konsep pada materi keseimbangan benda tegar. Selain materi ini membutuhkan penguasaan konsep yang tinggi, guru juga perlu mencari cara penyampaian terbaik agar siswa paham dan tidak terjadi miskonsepsi.

Penyelesaian masalah penguasaan konsep keseimbangan benda tegar dapat menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen membuat siswa merasakan langsung dan aktif terlibat dalam proses belajar mengajar. Pengalaman

yang diterima oleh siswa diharapkan mampu menjadikan ilmu pengetahuan terkait keseimbangan benda tegar berada dalam ingatan jangka panjang dan tidak mudah dilupakan. Metode eksperimen juga akan memperlihatkan seberapa besar kinerja siswa dalam melaksanakan tahapan atau proses eksperimen tersebut.

Pemilihan model, metode, atau strategi dalam pembelajaran menjadi hal penting yang harus dipertimbangkan dalam penguasaan konsep fisika. Guru harus memiliki strategi dan model pembelajaran yang tepat, efisien, dan efektif agar sejalan dengan tujuan yang diharapkan. Salah satu model pembelajaran yang dapat meningkatkan penguasaan konsep adalah *project based learning*. *Project based learning* menuntut siswa untuk lebih aktif melalui proses pembelajaran. Siswa mendapatkan sebuah proyek untuk memecahkan suatu masalah yang dalam pelaksanaannya melalui tahapan-tahapan seperti *conceive* (memahami), *design* (merancang), *implement* (melaksanakan/menerapkan), *operate* (mengoperasikan), dan *evaluate* (menilai).

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan satu kelas uji. Pada kelas uji dilakukan pengujian untuk mengetahui penerapan *project based learning* berbasis eksperimen untuk meningkatkan penguasaan konsep keseimbangan benda tegar dan kinerja siswa di SMA Negeri 1 Ungaran. Penelitian eksperimen ini dapat digambarkan melalui kerangka berpikir yang disajikan dalam Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Kerangka Berpikir

2.8 Hipotesis

Berdasarkan landasan teori dan kerangka berpikir di atas maka hipotesis dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- Hipotesis 1 : Dengan menggunakan model pembelajaran *project based learning* berbasis eksperimen maka akan ada peningkatan penguasaan konsep siswa pada materi keseimbangan benda tegar.
- Hipotesis 2 : Dengan menggunakan model pembelajaran *project based learning* berbasis eksperimen maka terdapat peningkatan kinerja siswa.
- Hipotesis 3 : Model pembelajaran *project based learning* berbasis eksperimen efektif untuk meningkatkan penguasaan konsep siswa pada materi keseimbangan benda tegar dan kinerja siswa.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan mengenai penerapan *project based learning* berbasis eksperimen untuk meningkatkan penguasaan konsep keseimbangan benda tegar dan kinerja siswa diperoleh simpulan sebagai berikut.

1. Peningkatan penguasaan konsep benda tegar oleh siswa antara *pretest* dan *posttest* sebesar 54,02. Kenaikan menggunakan uji gain diperoleh faktor gain sebesar 0,708 (tinggi). Hal ini berarti penerapan model *project based learning* berbasis eksperimen berhasil untuk meningkatkan penguasaan konsep siswa.
2. Kinerja siswa mengalami peningkatan pada setiap pertemuan. Uji gain pada pertemuan 1 – 3 menunjukkan faktor gain sebesar 0,47 (sedang). Rata-rata nilai kinerja siswa pada pertemuan 4 adalah 86,83 (istimewa) dan pada pertemuan 5 adalah 93,97 (istimewa). Rata-rata nilai pembuatan proyek, laporan eksperimen, dan presentasi kelompok yang diperoleh siswa adalah 86,22 (istimewa). Hal ini berarti dengan menerapkan model pembelajaran *project based learning* berbasis eksperimen dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja siswa.
3. Nilai koefisien korelasi (R) menunjukkan nilai 0,92 yang berarti bahwa kinerja siswa yang menggunakan model pembelajaran *project based learning*

berbasis eksperimen mempunyai hubungan yang sangat kuat dengan penguasaan konsep siswa. Kinerja siswa mempengaruhi hasil penguasaan konsep siswa sebesar 85,15% dengan persamaan regresi $Y = 1,133X - 13,776$. Hasil uji t menunjukkan t_{hitung} sebesar 5,31 lebih dari t_{tabel} sebesar 2,03 dan nilai p $3,4 \times 10^{-6}$ kurang dari taraf signifikan 0,05. Hal ini berarti *posttest* penguasaan konsep keseimbangan benda tegar oleh siswa secara signifikan lebih dari atau sama dengan nilai KKM. Berdasarkan hasil uji regresi linier sederhana dan uji t dapat disimpulkan bahwa penerapan model *project based learning* berbasis eksperimen efektif untuk meningkatkan penguasaan konsep keseimbangan benda tegar.

5.2 Saran

Berdasarkan simpulan yang diperoleh dalam penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan dalam pelaksanaan model *project based learning* berbasis eksperimen yaitu :

1. Penerapan *project based learning* berbasis eksperimen memberikan pengaruh positif terhadap penguasaan konsep (kognitif) dan kinerja siswa (psikomotorik). Bagi guru yang ingin menerapkan model ini dengan lebih efektif, guru harus menggunakan kombinasi yang proporsional antara aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik. Pengontrolan efektivitas sintaks *project based learning* juga diperlukan untuk memperoleh hasil belajar siswa yang maksimal.

2. Selama proses pembelajaran baik dalam pembuatan proyek maupun saat eksperimen, media sosial menjadi sarana yang penting mengingat keterbatasan waktu pembelajaran. Oleh karena itu, penggunaan media sosial untuk *monitoring* dan bimbingan dari guru perlu lebih diefektifkan lagi. Hal ini sangat diperlukan agar didapatkan hasil proyek dan eksperimen yang maksimal.
3. Bagi peneliti yang ingin menggunakan metode yang sama dalam metode penelitian, selain menggunakan metode tes, observasi, dan angket, dapat dilengkapi dengan metode wawancara agar hasil yang didapatkan lebih faktual. Metode lain yang dapat digunakan adalah dengan menambah jumlah observer agar penilaian lebih ditekankan langsung dan terfokus pada siswa.
4. Penelitian yang khusus mengukur tentang efektivitas model *project based learning* berbasis eksperimen perlu dilakukan sehingga dapat diketahui seberapa besar keefektifan dan kebermanfaatan model pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Altun. 2009. The Effect of Project based learning on Science Undergraduates' Learning of Electricity, Attitude towards Physics and Scientific Process Skills. *International Online Journal of Educational Sciences*, 1(1): 81-105.
- Alwi, H. 2005. *Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi Ketiga*. Jakarta: PT Penerbitan dan Percetakan Balai Pustaka.
- Arikunto, S. & Cepi S. 2009. *Evaluasi Program Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Arikunto, S. 2013. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan Edisi Kedua*. Jakarta: Bumi Aksara.
- As'ad, M. 1991. *Seri Ilmu Sumber Daya Manusia: Psikologi Industri (4th ed.)*. Yogyakarta: Liberty.
- Bas, G. 2011. Investigating The Effects of Project based learning on Students Academic Achievement and Attitudes Towards English Lesson. *The Online Journal of New Horizons in Education*, 1 (4): 1-15.
- Cakici, Y. & N. Turkmen. 2013. An Investigation of The Effect of Project-Based Learning Approach on Children's Achievement and Attitude in Science. *The Online Journal of Science and Technology (TOJSAT)*, 3 (2): 9–17.
- Caleon, I. & R. Subramaniam. 2010. Development and Application of a Three-Tier Diagnostic Test to Assess Secondary Students' Understanding of Waves. *International Journal of Science Education*, 32 (7): 939 – 961.
- Daryanto. 2014. *Pendekatan pembelajaran saintifik kurikulum 2013*. Yogyakarta: Gava Media.
- Desa, R. A. H. 2014. *Eksperimen Fisika dengan Pendekatan Guided Inquiry untuk Meningkatkan Keterampilan Interpretasi Grafik dan Penguasaan Konsep Siswa SMA*. Skripsi. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Djamarah, B.S. & A. Zain. 2010. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Giancoli, D.C. 2001. *Fisika Jilid 1 (5th ed.)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

- Halliday, D. & R. Resnick. 1991. *Fisika Jilid 1 (3rd ed.)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Handayani, D. F. 2011. *Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Melalui Pendekatan Keterampilan Proses pada Konsep Laju Reaksi*. Skripsi. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah. Tersedia di <http://repository.uinjkt.ac.id/> [diakses 11-01-2016].
- Hutasuhut, S. 2010. Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning) untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Mata Kuliah Pengantar Ekonomi Pembangunan pada Jurusan Manajemen FE Unimed. *Pekbis Jurnal*, 2 (1): 197 – 207.
- Khasanah, R. A. N. 2015. Implementasi Model *Project based learning* Berbantuan LKS untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Fisika dan Performance Siswa. *Unnes Physics Education Journal*, 4 (2): 83 – 89.
- Klein, J. I. 2009. *Project-Based Learning: Inspiring Middle School Students to Engage in Deep and Active Learning*. New York: NYC Department of Education.
- Krathwohl, D. R. 2002. A Revision of Bloom's Taxonomy An Overview. *Theory of into Practice*, 41 (4): 212-264.
- Kucuk, M., S. Cepni, & M. Gokdere. 2005. Turkish Primary Schools Students' Alternative Conception about Work, Power and Energy. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 3(2): 22-28. Online. Tersedia di <http://jpteo.com> [diakses 19-11-2015].
- Linuwih, S. 2011. *Konsepsi Paralel Mahasiswa Calon Guru Fisika*. Disertasi. Program Pascasarjana UPI.
- Machin, A. 2014. Implementasi Pendekatan Saintifik, Penanaman Karakter dan Konservasi pada Pembelajaran Materi Pertumbuhan. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 3 (1): 28-35.
- Majid, A. 2011. *Perencanaan Pembelajaran Mengembangkan Standar Kompetensi Guru*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Mathis, R. L & J. H. Jackson. 2002 . *Manajemen Sumber Daya Manusia Perusahaan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Mendenhall, W. 2011. *A Second Course in Statistics: Regression Analysis (7th ed.)*. New York: Prentice Hall.
- Mulyadi, E. 2015. Penerapan Model Project Based Learning untuk Meningkatkan Kinerja dan Prestasi Belajar Fisika. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 22 (4): 385 – 395.

- Mulyani, D. 2013. Hubungan Kesiapan Belajar Siswa dengan Prestasi Belajar. *Jurnal Ilmiah Konseling*, 2 (1): 27 – 31.
- Oktaviana, E. 2011. *Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek dalam Pendekatan Jelajah Alam Sekitar Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Materi Pengelolaan Lingkungan*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Pamungkas, S. S. A. 2014. *Keefektifan Model Pembelajaran Project Based Learning pada Mata Pelajaran Sistem Komputer Kelas X di SMK N 1 Gombong*. Skripsi Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Pacific Education Institute. 2011. *Project-based Learning Model Relevant Learning for the 21st Century*. Online. Tersedia di www.fishwildlife.org [diakses 18-11-2015].
- Pee, S. H. & H. Leong, 2005. Implementing Project based learning Using CDIO Concepts. *1st Annual CDIO Conference – Queen's University*. Canada: Queen University.
- Pesman, H. & A. Eryilmaz. 2010. Development of a Three-Tier Test to Asses Misconception About Simple Electric Circuit. *The Journal of Education Research*. Ankara: Middle East Technical University.
- Putri, W. A., A. P. B. Prasetyo, & Supriyanto. 2012. Pengaruh Penerapan Strategi Metakognitif dalam Metode Inkuiri Terhadap Hasil Belajar. *Unnes Journal of Biology Education*, 1 (3): 65 – 70.
- Putriari, M. D. 2013. *Keefektifan Project Based Learning pada Pencapaian Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik Kelas X SMK Materi Program Linear*. Skripsi. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Rahayu, H. 2015. *Perbedaan Model Pembelajaran Problem Based Learning dan Project Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa*. Skripsi. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga.
- Rais, M. 2010. *Project based learning: Inovasi Pembelajaran yang Berorientasi Soft Skills*. *Seminar Nasional Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Ramlah, D. Firmansyah, & H. Zubair. 2014. Pengaruh gaya belajar dan keaktifan siswa terhadap prestasi belajar matematika (Survey pada SMP Negeri di Kecamatan Klari Kabupaten Karawang). *Jurnal Ilmiah Solusi*, 1 (3): 68 – 75.
- Riaz, K., S. K. Hussainy, H. Khalil, & G. M. Herani. 2008. Factors Influencing Students' Learning at KASB Institute of Technology. *KASBIT Business*

- Journal*, 1 (1): 61 – 74. Tersedia di <https://mp.ra.ub.uni-muenchen.de/15008/> [diakses 20-12-2015].
- Rifai, A. R. C. & C. T. Anni. 2012. *Psikologi Pendidikan*. Semarang: Pusat Pengembangan MKU/MKDK-LP3 Unnes.
- Sagala, S. 2008. *Konsep dan makna pembelajaran*. Bandung: alfabeta.
- Sanjaya, W. 2008. *Perencanaan dan Desain Sistem Pembelajaran*. Jakarta: Kencana.
- Saputro, A. A. 2014. *Efektivitas Model Project Based Learning pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK N 2 Yogyakarta*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Slameto. 2003. *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sudijono, A. 2008. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*. Bandung: Penerbit Tarsito.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sukma, D. V. 2012. *Pengaruh Tingkat Intelegensi dan Motivasi Belajar Siswa Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas X Semester Genap SMA N 13 Bandar Lampung Tahun Pelajaran 2011/2012*. Skripsi. Lampung: Universitas Lampung. Tersedia di <http://jurnal.fkip.unila.ac.id/> [diakses 10-01-2016].
- Sumarni, W. 2013. The Strengths and Weakness of The Implementation of *Project Based Learning* (A Review). *International journal of Science and research (IJSR)*, 4(3) : 478-484.
- Thomas, J. W., 2000. *A Review of Research of Project-Based Learning*. San Rafael: The Autodesk Foundation.
- Timpe, A. D. 2000. *Sumber Daya Manusia Kinerja*. Jakarta: Gramedia.
- Turgut, H. 2008. Perspective Science Teachers' Conceptualizations About *Project based learning*. *International Journal of Instruction*, 1(1): 61-79.
- Utami, I. W. 2012. *Pengaruh Lingkungan Belajar Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas V SD Muhammadiyah Sokonandi Yogyakarta Tahun Ajaran 2011/2012*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta. Tersedia di eprints.uny.ac.id [diakses 20-12-2015].

- Wardani, IG. AK. 2003. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Pusat Penerbitan Universitas Negeri Terbuka.
- Wartono. 2003. *Strategi Belajar Mengajar Fisika*. Malang: Universitas Negeri Malang & JICA.
- Wena, M. 2009. *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Wiyanto. 2008. *Menyiapkan Guru Sains Mengembangkan Kompetensi Laboratorium*. Semarang: Unnes Press.
- Yamin, M. 2011. *Paradigma Baru Pembelajaran*. Jakarta: Gaung Persada.
- Young, H. D. & R. A. Freedman. 2002. *Fisika Universitas Jilid 1 (10th Ed)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Yusoff, D. H. 2006. *Project-Based Learning Handbook "Educating The Millennial Learner"*. Kuala Lumpur: Ministry of Education.

