

**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA SISWA PRAKTIKUM
VIRTUAL LABORATORY PADA MATERI LISTRIK
DINAMIS BERBASIS KETERAMPILAN PROSES
DAN SIKAP ILMIAH SISWA**

(Tesis)

Oleh

ZULIMAH



**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRACT

THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' WORKSHEET OF VIRTUAL LABORATORY PRACTICE ON DYNAMIC ELECTRICITY BASED ON STUDENTS' PROCESSING SKILL AND SCIENTIFIC ATTITUDE

BY

ZULIMAH

The purpose of this research is to produce students' worksheet of virtual laboratory practice, using simulations Phet media, which are interesting, useful, and effective to improve scientific students' processing skill and scientific attitude. The potency and the problem were gained from the analysis of Physics teachers' responses of Senior High Schools in Bandar Lampung. It was found that 40% of Senior High Schools in Bandar Lampung have laboratory equipments and facilities for real practice, and 80% of Physics teachers need students' worksheet despite in the virtual laboratory forms. Based on the analysis of students' need, there were 100% students need practice activities. The researcher used evaluation sheet of material, media, and questionnaires of interesting and usefull students' worksheets for data collecting techniques. This research was conducted at

Zulimah

SMAN 10 and SMA Muhammadiyah 2 Bandar Lampung. From this research, it was gained that the rate of pre-test result = 55 and 44, and the rate of post-test result = 89 and 82. The level of usefulness and interestingness towards students' worksheets are interestingness (86,4%), and usefulness (84,7%), and the effectiveness with N-Gain (g) 0.80 and 0.75. It is considered high classification to improve students' learning achievement. The level of the effectiveness in improving scientific processing skill is measured from the scores of practice activity, based on scientific processing skill indicators. The students could propose hypotheses, do the experiments, collect the data, and make conclusion. It was gained that the rate of N-Gain (g) = 0.7, and it is considered high and effective. The assesement of students' scientific attitude was based on practice observation result. It was used to measure students' curiosity, respect, criticality, cooperation and persistence. It was gained that the rate of it = 0.87 and 0.82, and it is considered high catagory. The cognitive assesements of dynamic electricity material concept from two schools were 89.33 and 86.67, which meant more than minimum criteria of mastery learning (75).

Key words : development research, practice worksheet, processing skill,
scientific attitude, virtual laboratory.

ABSTRAK

PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA SISWA PRAKTIKUM *VIRTUAL LABORATORY* PADA MATERI LISTRIK DINAMIS BERBASIS KETERAMPILAN PROSES DAN SIKAP ILMIAH SISWA

Oleh

ZULIMAH

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan lembar kerja siswa praktikum *virtual laboratory*, menggunakan media *PhET simulations*, yang menarik, bermanfaat serta efektif meningkatkan keterampilan proses sains, dan sikap ilmiah siswa. Potensi dan masalah diperoleh dari analisis tanggapan guru Fisika di SMA Kota Bandar Lampung, ditemukan 40% SMA yang memiliki alat-alat laboratorium dan sarana prasarana untuk praktikum *real* dan sebanyak 80% guru Fisika membutuhkan lembar kerja siswa praktikum meskipun dalam bentuk *virtual laboratory*. Berdasarkan analisis kebutuhan siswa sebesar 100% menginginkan kegiatan praktikum. Pengumpulan data awal menggunakan lembar penilaian ahli materi dan media serta lembar angket kemenarikan dan kemanfaatan LKS praktikum. Uji coba dilaksanakan di SMAN 10 dan SMA Muhammadiyah 2

Zulimah

Bandar Lampung, diperoleh hasil *pre-test* rata-rata 55 dan 44 mengalami peningkatan nilai *post-test* 89 dan 82 setelah menggunakan LKS praktikum *virtual laboratory*. Tingkat kemenarikan, dan kemanfaatan terhadap LKS praktikum berturut-turut adalah menarik (86,4%), dan bermanfaat (84,7%), serta keefektifan dengan rata-rata *N-Gain* (*g*) 0,80 dan 0,75 termasuk klasifikasi tinggi meningkatkan hasil belajar siswa. Tingkat keefektifan dalam meningkatkan keterampilan proses sains diukur dari nilai kegiatan praktikum sesuai indikator keterampilan proses sains, mengajukan hipotesis, melakukan percobaan, mengumpulkan data dan membuat kesimpulan, diperoleh rata-rata *N-Gain* (*g*) 0,7 termasuk kriteria tinggi dan efektif. Penilaian sikap ilmiah siswa berdasarkan hasil pengamatan kegiatan praktikum terukur sikap ingin tahu, respek, kritis, kerjasama dan ketekunan diperoleh rata-rata 0,87 dan 0,82 termasuk kategori tinggi . Serta penilaian kognitif hasil uji pemahaman konsep materi listrik dinamis dari kedua sekolah diperoleh nilai rata-rata 89,33 dan 86,67 yang berarti sudah memenuhi kriteria ketuntasan minimal pembelajaran yaitu 75.

Kata kunci : penelitian pengembangan, LKS praktikum, *virtual laboratory*, keterampilan proses, dan sikap ilmiah.

**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA SISWA PRAKTIKUM
VIRTUAL LABORATORY PADA MATERI LISTRIK
DINAMIS BERBASIS KETERAMPILAN PROSES
DAN SIKAP ILMIAH SISWA**

Oleh :

ZULIMAH

Tesis

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
MAGISTER PENDIDIKAN**

Pada

**Program Studi Magister Pendidikan Fisika
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA
PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Tesis : **Pengembangan Lembar Kerja Siswa Praktikum
Virtual Laboratory pada Materi Listrik Dinamis
Berbasis Keterampilan Proses dan Sikap Ilmiah Siswa**

Nama Mahasiswa : **Zulimah**

No. Pokok Mahasiswa : 1423022020

Program Studi : Magister Pendidikan Fisika

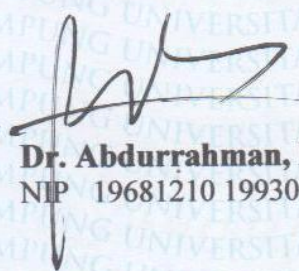
Jurusan : Pendidikan MIPA


Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Pembimbing I

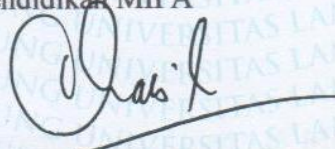
Pembimbing II

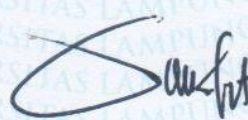

Dr. Abdurrahman, M.Si.
NIP 19681210 199303 1 002


Dr. Tri Jalmo, M.Si.
NIP 19610910 198603 1 005

Ketua Jurusan
Pendidikan MIPA

Ketua Program Studi
Magister Pendidikan Fisika


Dr. Caswita, M.Si.
NIP 19671004 199303 1 004


Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.
NIP 19600821 198503 1 004

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Abdurrahman, M.Si.**

Sekretaris : **Dr. Tri Jalmo, M.Si.**

Penguji Anggota : I. **Dr. Undang Rosidin, M.Pd.**

II. **Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.**

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dr. Muhammad Fuad, M.Hum.

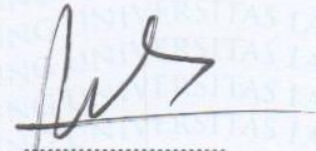
NIP 19590722 198603 1 003

Direktur Program Pascasarjana

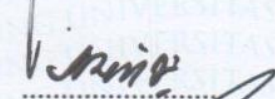
Prof. Drs. Mustofa, M.A., Ph.D.

NIP 19570101 198403 1 020

4. Tanggal Lulus Ujian : **19 Mei 2018**



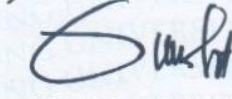
.....



.....



.....



.....



PERNYATAAN TESIS MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Zulimah

NPM : 1423022020

Fakultas/Jurusan : FKIP/Pendidikan MIPA

Program studi : Magister Pendidikan Fisika

Jurusan : Pendidikan MIPA

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang telah diajukan untuk memperoleh gelar pascasarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Jika ternyata di kemudian hari ternyata ada ketidakbenaran dalam penyusunan tesis ini, maka saya bersedia menanggung akibat secara hukum.

Bandar Lampung, Mei 2018

Yang Menyatakan



ZULIMAH
NPM. 1423022020

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Harjowinangun, Belitang, OKU, Provinsi Sumatera Selatan pada tanggal 28 Juli 1969, sebagai anak keenam dari sembilan bersaudara dengan orang tua Bapak Hi.Suwito Rejo dan Ibu Hj. Sumirah.

Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Muhammadiyah Harjowinangun Kecamatan Belitang, OKU pada tahun 1982. Pada tahun 1985, penulis menyelesaikan pendidikan menengah pertama di SMP Utama 1 Tanjungkarang Lampung, dan menyelesaikan pendidikan menengah atas di SMAN Way Halim Bandar Lampung pada tahun 1988.

Melalui jalur seleksi PMDK Universitas Lampung tahun 1988, penulis diterima sebagai mahasiswa di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Studi D-3 Pendidikan Fisika. Tahun 1991 penulis selesai kuliah di D-3 Pendidikan Fisika yang masih merupakan jurusan program ikatan dinas dan tahun 1992 langsung diterima sebagai CPNSD pada SMA Negeri 10 Bandar Lampung, dan sebagai PNS guru FISIKA dari tahun 1994 hingga sekarang.

Pada tahun 1997 menyelesaikan kuliah S-1 di Universitas Terbuka UPBJJ Bandar Lampung pada program studi Pendidikan Fisika. Pada tahun 2014 Penulis melanjutkan pendidikan pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Studi Magister Pendidikan Fisika Universitas Lampung.

MOTTO

“ Tidak ada balasan kebaikan kecuali kebaikan (pula).”

(Ar-Rahman ayat 60)

“ Seutama-utama ilmu ialah yang mendekatkanmu kepada penciptamu yang Maha Tinggi, dan yang membantumu untuk dapat sampai kepada keridhaan-Nya.”

(Al-Imam Ibnu Hazm_rahimahullah dalam Mudawah An-Nufus : 244)

“Barang siapa berjalan di suatu jalan untuk mencari ilmu, niscaya Allah akan memudahkan baginya jalan ke surga. “

(HR.Tirmidzi no.2570)

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur kepada Allah SWT serta shalawat atas Nabi Muhammad Rasulullah SAW, Alhamdulillah tesis ini sebagai karya yang tercipta dari pembelajaran dengan penuh doa, perjuangan, kesungguhan dan kesabaran, serta dukungan cinta kasih telah selesai.

Tesis ini saya persembahkan untuk :

- Suamiku tercinta Joko Purwanto yang juga seorang guru Fisika, yang selalu memberikan dorongan, dukungan dan perhatian dengan penuh kesabaran demi keberhasilanku.
- Anak-anakku tersayang Ahmad Azzam Al Asyraaf dan Annida Fauziyyatul Afifi, yang selalu memberikan semangat dalam pendidikanku.

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, berkat Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengembangan Lembar Kerja Siswa Praktikum *Virtual Laboratory* Pada Materi Listrik Dinamis Berbasis Keterampilan Proses dan Sikap Ilmiah Siswa” dengan baik. Tesis ini diajukan untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar Magister Pendidikan pada Program Magister Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.

Tesis ini disusun dan selesai berkat bimbingan, bantuan, doa dan dukungan dari suami, keluarga, dosen pembimbing, dosen, sahabat dan semua pihak. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih dengan tulus dan penuh hormat, kepada :

1. Prof. Drs. Mustofa, MA., Ph.D, selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung.
2. Dr. Muhammad Fuad, M.Hum., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.

3. Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
4. Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, motivasi dan semangat kepada penulis demi terselesaikannya tesis ini.
5. Dr. Tri Jalmo, M.Si., selaku Pembimbing Akademik dan sekaligus Pembimbing II yang penuh kesabaran untuk bimbingan, memberikan motivasi dan semangat kepada penulis demi terselesaikannya tesis ini.
6. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Pembahas dalam penyusunan tesis ini.
7. Dr. Herpratiwi, M.Pd, selaku Penguji Ahli Produk, yang dikembangkan dalam tesis ini.
8. Bapak/Ibu Dosen dan Staf Administrasi Program Magister Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung, yang telah membimbing penulis dalam pembelajaran.
9. Kepala SMAN 10 Bandar Lampung dan Kepala SMA Muhammadiyah 2 Bandar Lampung.
10. Rekan sejawat, Staf Tata Usaha SMAN 10 Bandar Lampung dan SMA Muhammadiyah 2 Bandar Lampung.
11. Rekan-rekan seperjuangan program studi Magister Pendidikan Fisika satu angkatan 2014 Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung, antara lain : Abdul Malik, Anwar Santoso, Budi Santoso, Eka Yuliasari, Emilia, Fera, Handono, Heri Nurdin, Lika Mariya, M. Najamudin,

Payudi, Surya Damayanti, Siti Indasyah, Supardi, Susi Harnani, Taufik,
Trian, Vira Murti, Wayan, dan Yuliana.

Penulis mendoakan semoga Allah SWT membalas budi baik semua pihak
yang tertulis di atas. Semoga Tesis ini dapat memberikan manfaat bagi
pembaca. Aamiin.

Bandar Lampung, 2018

Penulis

ZULIMAH

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SANWACANA	vi
MOTTO	ix
PERSEMBAHAN	x
RIWAYAT HIDUP	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	8
E. Ruang Lingkup	9
II. TINJAUAN PUSTAKA	11
A. LKS Praktikum	11
B. <i>Virtual Laboratory</i>	15
C. <i>Media PhET Simulation</i>	20
D. Pendekatan Keterampilan Proses	23
E. Sikap Ilmiah	28
F. Penelitian yang Relevan	31
G. Listrik Dinamis	35
H. Kerangka Pikir	39

	Halaman
III. METODE PENELITIAN	43
A. Desain penelitian	43
B. Tahap-tahap Penelitian	46
C. Lokasi dan Subyek Uji Coba Produk	52
D. Prosedur Pengembangan	53
E. Tehnik Pengumpulan Data	54
F. Kisi-kisi Instrumen	57
G. Teknik Analisis Data	60
H. Hipotesis Statistik	67
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	69
A. Hasil Pengembangan dan Pengujian	69
1. Hasil Analisis Potensi dan Masalah	70
2. Hasil Produk Yang Dikembangkan	71
3. Hasil Validasi Ahli	72
4. Produk Akhir	81
5. Efektivitas LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i>	82
5.1 Analisis Data Hasil <i>Pre-test</i>	85
5.2 Analisis Data Hasil <i>Post-test</i>	89
6. Analisis Uji Kemenarikan dan Kemanfaatan LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i>	103
B. Pembahasan	
1. Kondisi dan Potensi Pengembangan LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i>	105
2. Aspek Kemenarikan dan Kemanfaatan LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i>	106
3. Aspek Keefektifan LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i> dalam Meningkatkan Keterampilan Proses dan Sikap Ilmiah Siswa	107
4. Keunggulan Produk LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i> Hasil Pengembangan	112
5. Kelemahan Produk LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i> Hasil Pengembangan	113

	Halaman
V. SIMPULAN DAN SARAN	114
A. Simpulan	114
B. Saran	116
DAFTAR PUSTAKA	117
LAMPIRAN	123

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Indikator-indikator Keterampilan Proses Sains	26
2. Dimensi indikator Sikap Ilmiah	29
3. Kisi-kisi Instrumen Uji Perorangan dan Kelompok kecil	58
4. Kisi-kisi Instrumen Uji Validasi Ahli Desain Pembelajaran	59
5. Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli Multi Media	59
6. Kriteria Tingkat Kevalidan dan Revisi Produk	63
7. Skor Penilaian Terhadap Pilihan Jawaban	64
8. Kriteria Tingkat Kemenarikkan dan Kemanfaatan Produk	64
9. Nilai Rata-Rata Gain Ternormalisasi dan Klasifikasinya	65
10. Skor Tanggapan Siswa terhadap Penerapan LKS	66
11. Kriteria Tanggapan Siswa terhadap Penerapan Produk	67
12. Penilaian Ahli Materi/Desain Pembelajaran untuk Uji Terbatas terhadap Pengembangan LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i>	73
13. Penilaian Ahli Media pada Uji Perorangan untuk Uji Terbatas terhadap Pengembangan LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i>	75
14. Penilaian Ahli pada Uji Perorangan untuk Uji Terbatas terhadap Pengembangan LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i>	77
15. Hasil Analisis Angket Kemenarikan dan Kemanfaatan LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i> Pada Uji Perorangan	78
16. Rekapitulasi Hasil Angket Keefektifan dan Kemenarikan pada Uji Perorangan	79
17. Nilai rata-rata kelas eskperimen dan kontrol pada Uji lapangan	83
18. Uji Normalitas Menggunakan <i>sample Kolmogorov-smirnov test</i> untuk nilai <i>Pre-test</i> kelas eksperimen dan kelas kontrol SMAN 10	85

Tabel	Halaman
19. Uji Normalitas Menggunakan <i>sample Kolmogorov-smirnov test</i> untuk nilai <i>Pre-test</i> kelas eksperimen dan kelas kontrol SMA MUH 2	85
20. Uji Homogenitas dalam <i>Independent T-Test</i> nilai <i>Pre-test</i> kelas eskperimen dan kelas kontrol SMAN 10 Bandar Lampung	87
21. Hasil Uji Kesamaan Rerata Skor <i>Pre-test</i> SMAN10	87
22. Uji Homogenitas dalam <i>Independent T-Test</i> nilai <i>Pre-test</i> kelas eskperimen dan kelas kontrol SMAN Muhammadiyah 2	88
23. Hasil Uji Kesamaan Rerata Skor <i>Pre-test</i> SMA Muhammadiyah 2	88
24. Statistik Deskriptif Data Nilai Hasil <i>Post-test</i> SMAN 10	89
25. Statistik Deskriptif Data Nilai Hasil <i>Post-test</i> SMA MUH 2	90
26. Hasil Uji Normalitas Data <i>Post-test</i>	91
27. Hasil Uji Homogenitas Data <i>Post-test</i> SMAN 10	91
28. Hasil Uji Homogenitas Data <i>Post-test</i> SMA MUH 2	92
29. Perbedaan Rata-rata Data <i>Post-test</i> SMAN 10	93
30. Perbedaan Rata-rata Data <i>Post-test</i> SMA MUH 2	94
31. Hasil Uji–t dengan <i>paired Sample T-Test</i> , Penggunaan LKS <i>Virtual Laboratory</i> di SMAN 10	95
32. Hasil Uji–t dengan <i>paired Sample T-Test</i> , Penggunaan LKS <i>Virtual Laboratory</i> di SMA Muhammadiyah 2	95
33. Uji Keefektifan LKS <i>Virtual Laboratory</i> dari Data Hasil <i>Post-test</i>	96
34. Rata-rata <i>N-Gain</i> Keterampilan Proses Sain Siswa SMAN 10	98
35. Rata-rata <i>N-Gain</i> Keterampilan Proses Sain Siswa SMA MUH 2	98
36. Hasil Analisis Keterampilan Proses Sain Siswa dari Setiap Kegiatan Praktikum Menggunakan LKS <i>Virtual Laboratory</i>	99
37. Hasil Pemahaman Konsep dari setiap Kegiatan Praktikum Menggunakan LKS <i>Virtual Laboratory</i>	100
38. Hasil Analisis Sikap Ilmiah Siswa dari Setiap Kegiatan Praktikum Menggunakan LKS <i>Virtual Laboratory</i>	102
39. Tanggapan Siswa Hasil Uji Kemenarikan LKS <i>Virtual Laboratory</i>	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tampilan percobaan virtual laboratory	21
2. Rangkaian Listrik Tertutup	35
3. Rangkaian listrik amperemeter secara seri	36
4. Rangkaian listrik voltmeter secara paralel	37
5. Bacaan amperemeter dari rangkaian tertutup	38
6. Rangkaian Listrik bercabang	38
7. Kerangka Pikir	42
8. Langkah-langkah Pengembangan dan alur penelitian	45
9. Rancangan produk LKS praktikum <i>virtual laboratory</i>	48
10. Desain Penelitian <i>Single One Shot Case Study</i>	56
11. Cover Depan LKS	81
12. Hasil Jawaban Siswa pada LKS	110

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
1. Kisi-kisi Penyusunan Instrumen Pengungkap Kebutuhan	123
2. Angket Analisis Kebutuhan Guru	125
3. Kisi-kisi Penyusunan Instrumen Pengungkap Kebutuhan Siswa	127
4. Angket Analisis Kebutuhan Siswa	128
5. Hasil Tanggapan guru terhadap kebutuhan LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i>	130
6. Hasil Tanggapan siswa terhadap kebutuhan LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i>	131
7. Tabel Hasil angket Pengungkap Kebutuhan guru	132
8. Rekapitulasi Hasil angket Kebutuhan Guru	133
9. Hasil angket Pengungkap Kebutuhan Siswa	134
10. Rekapitulasi Hasil angket Kebutuhan Siswa	136
11. Silabus Pembelajaran	137
12. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	142
13. Kisi-kisi Uji Terbatas	173
14. Hasil Validasi Ahli Materi	177
15. Hasil Validasi Ahli Multi Media	180
16. Hasil Validasi Ahli Multi Media	188
17. Hasil Validasi Ahli Multi Media	196
18. Hasil Validasi Uji Perorangan	204
19. Hasil Validasi Uji Perorangan	207
20. Angket Kemenarikan LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i>	212
21. Rekapitulasi Hasil Angket Kemenarikan pada Uji Perorangan	214

LAMPIRAN	Halaman
22. Rekapitulasi Hasil Angket Keefektifan pada Uji Perorangan	215
23. Penilaian Keefektifan Pada Uji Perorangan	216
24. a. Analisis Hasil Tanggapan siswa SMAN 10 Bandar Lampung dalam Penggunaan LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i>	218
b. Analisis Hasil Tanggapan siswa SMA Muhammadiyah 2 Bandar Lampung Dalam Penggunaan LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i>	219
25. Persentase Penilaian Keefektifan Pada Uji Kelompok Besar	220
26. Kisi-kisi soal <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i>	222
27. Soal <i>Pre- Post test</i>	232
28. Kunci Jawaban soal <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i>	236
29. a. Analisis Hasil <i>Pre-test</i> Kelas Eksperimen SMAN 10	243
b. Analisis Hasil <i>Post-test</i> Kelas Eksperimen SMAN 10	245
c. Analisis Hasil <i>Pre-test</i> Kelas Eksperimen MUHA 2	247
d. Analisis Hasil <i>Post-test</i> Kelas Eksperimen MUHA 2	249
e. Analisis Hasil <i>Pre-test</i> Kelas Kontrol SMAN 10	251
f. Analisis Hasil <i>Post-test</i> Kelas Kontrol SMAN 10	253
g. Analisis Hasil <i>Pre-test</i> Kelas Kontrol MUHA 2	255
h. Analisis Hasil <i>Post-test</i> Kelas Kontrol MUHA 2	257
30. a. Nilai <i>N-gain</i> Kelas Eksperimen SMAN 10	259
b. Nilai <i>N-gain</i> Kelas Eksperimen MUHA 2	260
c. Nilai <i>N-gain</i> Kelas Kontrol SMAN 10	261
d. Nilai <i>N-gain</i> Kelas Kontrol MUHA 2	262
e. Analisis Hasil Per indikator KPS SMAN 10	263
f. Analisis Hasil Per indikator KPS SMA MUHA 2	264
31. a. Hasil Pemahaman Konsep Kelas Eksperimen SMAN 10	265
b. Hasil Pemahaman Konsep Kelas Eksperimen MUHA 2	266

LAMPIRAN**Halaman**

32. a.	Hasil Analisis Per indikator KPS-LKS Hk. Ohm SMAN 10	267
b.	Hasil Analisis Per indikator KPS-LKS Rangkaian Seri dan Paralel ...	268
c.	Hasil Analisis Per indikator KPS-LKS Hk. I Kirchhoff	269
d.	Hasil Analisis Per indikator KPS-LKS Hk. Ohm SMA Muhammadiyah 2	270
e.	Hasil Analisis Per indikator KPS-LKS Rangkaian Seri dan Paralel ...	271
f.	Hasil Analisis Per indikator KPS-LKS Hk. I Kirchhoff	272
33. a.	Hasil Analisis Per indikator Sikap Ilmiah LKS Hk. Ohm SMAN 10 Bandar Lampung	273
b.	Hasil Analisis Per indikator Sikap Ilmiah LKS Rangkaian Seri	274
c.	Hasil Analisis Per indikator Sikap Ilmiah LKS Hk. I Kirchhoff	275
d.	Hasil Analisis Per indikator Sikap Ilmiah LKS Hk. Ohm SMA Muhammadiyah 2	276
e.	Hasil analisis Per indikator Sikap Ilmiah LKS Rangkaian Seri	277
f.	Hasil analisis Per indikator Sikap Ilmiah LKS Hk. I Kirchhoff	278
Foto Kegiatan Pembelajaran Menggunakan LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i> di SMAN 10 Bandar Lampung		279

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Fisika merupakan bagian mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), yang hakekatnya merupakan mata pelajaran yang berkaitan dengan proses, produk, dan sikap, Aly dan Rahma (2011: 18). Belajar fisika bukan hanya sebagai penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep atau prinsip-prinsip saja, tetapi juga merupakan suatu proses penemuan, seperti ungkapan West (1985: 20), "*concept development is the major part of school and college learning*". Oleh karena itu pembelajaran fisika menekankan pada pemberian pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi agar peserta didik menjelajahi dan memahami alam sekitar secara ilmiah sekaligus menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja, dugaan, pengamatan, pengukuran, penyelidikan dan mengkomunikasikan. . "Pembelajaran berorientasi aktivitas sebagai suatu pendekatan yang menekankan pada aktivitas peserta didik secara optimal untuk memperoleh hasil belajar secara seimbang" (Sanjaya, 2009: 179).

Keterampilan proses sains merupakan salah satu metode pengajaran yang menekankan pada bagaimana bahan pelajaran itu diajarkan dan dipelajari.

Menurut Soegeng (2000:68) dalam belajar keterampilan proses, peserta didik

harus aktif. Belajar keterampilan tidak dapat dipisahkan dengan belajar konsep. Keduanya merupakan garis kontinyu yang selalu berhubungan. Belajar konsep menekankan pada penghayatan konsep sedangkan keterampilan proses menekankan pada perolehan dan pemahaman fakta dan prinsip. Belajar keterampilan proses tidak mungkin terjadi jika tidak ada materi atau bahan yang dipelajari. Sebaliknya, belajar konsep tidak akan terjadi jika tidak ada keterampilan proses pada tiap peserta didik yang belajar. Kenyataan-kenyataan tersebut termasuk dalam mengembangkan keterampilan proses sains (KPS) dan sikap ilmiah pada diri siswa (Zacharia *et al.*, 2008).

Salah satu permasalahan penting lainnya dalam kegiatan pembelajaran fisika adalah menjelaskan konsep yang sulit, dan kesulitan untuk melakukan percobaan atau eksperimen di laboratorium maupun di kelas. Hofstein & Lunetta, (2003) menyatakan salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan kegiatan laboratorium adalah sumber daya yang mencakup bahan dan peralatan, ruang dan perabot, tenaga laboran, serta teknisi. Selain itu, tidak semua percobaan dapat dilakukan bukan hanya karena tidak ada alatnya, tetapi karakteristik percobaan itu sendiri.

Kenyataan yang terjadi, pembelajaran fisika di SMA Bandar Lampung tidak menggunakan laboratorium. Hal tersebut terjadi karena keterbatasan alat dan bahan laboratorium yang dimiliki oleh sekolah-sekolah tersebut. Dan hasil analisis tanggapan guru Fisika ditemukan hanya 40% SMA yang memiliki alat dan bahan laboratorium yang lengkap. Jadi keterbatasan fasilitas laboratorium fisika merupakan kendala utama keterampilan proses sains dalam pembelajaran

fisika. Karena pembelajaran tidak dapat berlangsung secara optimal, maka pada akhirnya siswa kurang memiliki kemampuan melakukan keterampilan proses dan prosedur ilmiah sehingga berdampak terhadap rendahnya pencapaian hasil belajar siswa.

Oleh karena itu diperlukan adanya solusi untuk membantu para guru dalam membelajarkan fisika agar siswanya memperoleh prestasi belajar dan memiliki keterampilan proses sains yang baik. Salah satunya adalah pembelajaran secara *virtual laboratory* menggunakan LKS praktikum. Menurut Imron (2012), *Virtual laboratory* merupakan laboratorium dengan alat dan bahan yang digunakan untuk kegiatan praktikum berupa seperangkat komputer lengkap dengan program aplikasi (*software*) yang dirancang khusus untuk kegiatan eksperimen. *Software* ini berisi animasi-animasi alat, bahan dan desain interaktif untuk kegiatan eksperimen. Jadi siswa tinggal menjalankan eksperimen sesuai dengan lembar kerja yang telah disediakan. Dalam *virtual laboratory* siswa dapat mengumpulkan data dengan cepat dalam situasi apapun dan juga memungkinkan untuk melakukan eksperimen yang tidak dapat dilakukan di laboratorium real pada umumnya. Praktikum secara *virtual* menurut Sutrisno (2012:43) yaitu kita melakukan percobaan berbantuan komputer yang telah tersedia dalam *software* yang siap untuk dioperasikan. Kita seolah-olah melakukan praktikum seperti praktikum di laboratorium sebenarnya.

Menggunakan sejumlah piranti laboratorium memang akan sangat menunjang pemahaman siswa akan konsep suatu ilmu pengetahuan, hal ini karena konsep yang terdapat di buku kadang merupakan hal yang abstrak dan sulit dipahami.

Suatu harapan yang sangat wajar jika diantara para pembelajar ingin melakukan praktik di laboratorium. Dan dari hasil analisis angket juga menunjukkan bahwa guru sebanyak 80% membutuhkan LKS praktikum meskipun hanya *virtual laboratory* dengan media interaktif seperti *PhET Simulation*.

Berbagai alasan memang mengemuka ketika ada keinginan menggunakan laboratorium. Hal yang sangat umum dijumpai adalah kurang lengkapnya alat, tidak berfungsinya sejumlah alat yang akan digunakan (misalnya jumlah alatnya tidak banyak, rusak, tidak ada sumber daya listrik), tidak ada petugas laboran yang siap sedia menyiapkan alat dan ruang untuk digunakan pada setiap kompetensi yang akan dipraktekkan, guru yang kurang menyediakan waktu menyiapkan alat, LKS praktikum, merawat alat, dan sederet alasan lain. Berbagai hasil penelitian yang terkait dengan penggunaan multimedia dalam pembelajaran telah dilakukan. Penggunaan simulasi komputer dapat menggantikan peralatan nyata pada rangkaian listrik sederhana (Finkelstein, *et.al.*,2005).

Berdasarkan analisis data kebutuhan siswa sebesar 100% menginginkan kegiatan praktikum, meskipun peralatan di laboratorium kurang memadai. Sayangnya tidak semua sekolah memberikan kesempatan para peserta didik untuk melakukan kegiatan praktikum. Padahal ternyata media untuk praktikum *virtual laboratory* seperti *PhET Simulation* menggunakan komputer 98% di sekolah-sekolah sudah tersedia. Serta siswa memiliki kemampuan mengoperasikan media interaktif tersebut. Siswa juga sangat membutuhkan LKS praktikum meskipun dalam bentuk kegiatan *virtual laboratory*, karena hanya 48% ketersediaan LKS praktikum di sekolah.

Kelengkapan dan ketersediaan alat dan bahan praktikum riil di SMA Bandar Lampung masih kurang, sehingga untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan kegiatan *virtual laboratory* (*Virtual experiment*). Eksperimen *virtual laboratory* yang menggunakan simulasi pembelajaran (*software*) dan komputer dalam menjalankan fungsi-fungsi penting laboratorium sebagaimana layaknya eksperimen biasa (*real experiment*). Keunggulan pemanfaatan *virtual laboratory* dalam pembelajaran fisika adalah mempermudah siswa dalam memperoleh informasi dan mempermudah guru dalam menyampaikan permasalahan yang kontekstual. Dapat meningkatkan kepercayaan diri, keterampilan dan pengetahuan siswa untuk memecahkan permasalahan, menjadi pemikir dan pembelajar yang *independen*. Dapat dilihat secara visual dan dinamis sehingga merupakan model mental yang kaya informasi sehingga memudahkan siswa dalam memahami konsep, terutama konsep konsep yang bersifat abstrak dan bersifat proses.

Pemanfaatan *virtual laboratory* diharapkan dapat meningkatkan aktivitas peserta didik. Hasil penelitian Finkelstein, *et.al.*, (2005) menunjukkan bahwa simulasi yang dirancang dengan baik yang digunakan dalam konteks yang tepat bisa menjadi alat pendidikan lebih efektif daripada peralatan laboratorium nyata, baik dalam mengembangkan pemahaman konseptual siswa.

Menurut Sutrisno (2012), aktivitas pembelajaran dapat dilakukan secara individu dan kelompok secara fleksibel melalui Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Pada prinsipnya, bentuk aktivitas pembelajaran melalui TIK disusun untuk membantu dalam membangun konsep- konsep, prosedur pengetahuan dan menyatakan ungkapan peserta didik dalam belajar. Salah satu program (*virtual*

laboratory) yang sering digunakan guru di kelas adalah program *PhET Simulation*. Kombinasi gambar atau animasi interaktif pada *PhET Simulation* akan mudah dilakukan jika menggunakan Lembar Kerja Siswa (LKS) *virtual laboratory* untuk membantu dalam pencapaian pembelajaran dan dapat menggantikan buku teks dan LKS konvensional.

LKS praktikum *virtual laboratory* dengan menggunakan media *PhET simulation*, akan membuat siswa dapat menerapkan konsep fisika dalam kehidupan sehari-hari dengan melatih melakukan pengamatan, percobaan, diskusi, dan mengambil kesimpulan dari kegiatan-kegiatan tersebut. Dengan demikian siswa dapat menemukan, membuktikan, merealisasikan dan mengaplikasikan suatu konsep dalam kehidupan sehari-hari. Jadi, pembelajaran fisika SMA merupakan serangkaian kegiatan belajar mengajar yang melibatkan guru fisika sebagai pengajar dan siswa SMA sebagai peserta didik yang menuntut adanya perubahan dalam hal keterampilan, kebiasaan, sikap, pengetahuan, pemahaman, dan apresiasi, agar proses itu dapat berlangsung dengan efektif dan efisien, Hutagalung (2012: 39).

Berdasarkan kondisi di atas, penulis telah melakukan penelitian dan pengembangan dengan judul “Pengembangan Lembar Kerja Siswa Praktikum *Virtual Laboratory* pada Materi Listrik Dinamis Berbasis Keterampilan Proses dan Sikap Ilmiah Siswa.” Penelitian ini bertujuan menghasilkan LKS *virtual laboratory* sebagai media pembelajaran fisika untuk siswa kelas X pada materi listrik dinamis dengan menggunakan metode pendekatan keterampilan proses dan sikap ilmiah siswa. Sehingga kualitas pembelajaran fisika dapat ditingkatkan

melalui penerapan strategi pembelajaran yang baik serta didukung dengan penggunaan media pembelajaran yang tepat.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah karakteristik LKS praktikum *virtual laboratory* menggunakan media PhET simulation dalam membantu proses pembelajaran fisika di SMA ?
2. Bagaimanakah kemenarikan dan kemanfaatan LKS praktikum *virtual laboratory* menggunakan media PhET simulation dalam membantu proses pembelajaran fisika di SMA ?
3. Apakah penggunaan LKS praktikum *virtual laboratory* efektif meningkatkan keterampilan proses siswa ?
4. Apakah penggunaan LKS praktikum *virtual laboratory* efektif meningkatkan sikap ilmiah siswa ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan LKS praktikum *virtual laboratory*, memenuhi kriteria LKS, menggunakan media *PhET simulation* dan dapat digunakan dalam proses pembelajaran fisika
2. Menghasilkan LKS praktikum *virtual laboratory* menggunakan media *PhET simulation* yang menarik dan bermanfaat bagi guru dan siswa dalam proses

pembelajaran fisika tentang listrik dinamis, menggunakan angket kemenarikan dan kemanfaatan

3. Mengetahui keefektifan LKS praktikum *virtual laboratory* dalam meningkatkan keterampilan proses siswa, menggunakan lembar tes
4. Mengetahui keefektifan LKS praktikum *virtual laboratory* dalam meningkatkan sikap ilmiah siswa, menggunakan lembar observasi dan tes.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberi manfaat sebagai berikut :

1. Secara umum bagi peneliti LKS praktikum fisika secara *virtual laboratory* menggunakan media *PhET simulation* hasil pengembangan dapat dipakai sebagai bahan kajian tentang pengembangan LKS praktikum fisika di SMA
2. LKS praktikum fisika secara *virtual laboratory* menggunakan media *PhET simulation* hasil pengembangan dapat dipakai oleh guru sebagai media pembelajaran alternatif yang baik dalam meningkatkan keterampilan proses dan sikap ilmiah siswa
3. LKS praktikum fisika *virtual laboratory* hasil pengembangan dapat digunakan oleh guru dalam kegiatan praktikum untuk mengatasi kekuranganengkapan alat laboratorium
4. Bagi siswa LKS praktikum fisika *virtual laboratory* berfungsi sebagai penuntun belajar berisi pertanyaan atau isian yang jawabannya ada di dalam program *PhET Simulation*
5. LKS praktikum fisika *virtual laboratory* bermanfaat secara umum untuk sekolah dalam menerapkan pembelajaran yang konstruktivitas, memperkaya

bahan ajar pada materi listrik dinamis yang berbasis keterampilan proses dan sikap ilmiah.

E. Ruang Lingkup

Pembatasan terhadap ruang lingkup permasalahan yang menjadi objek penelitian adalah pengembangan LKS praktikum *virtual laboratory* untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan sikap ilmiah siswa, yaitu dengan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Pengembangan yang dimaksud adalah pengembangan LKS praktikum *virtual laboratory* menggunakan bantuan media PhET (*Physics Education of Technology*) Simulation dengan pendekatan keterampilan proses sains dan sikap ilmiah siswa
2. Pengembangan yang dimaksud adalah pengembangan LKS praktikum *virtual laboratory* pada materi listrik dinamis kompetensi dasar 5.1 yaitu memformulasikan besaran-besaran listrik rangkaian tertutup sederhana (satu loop)
3. Kemenarikan produk hasil pengembangan LKS praktikum *virtual laboratory* yang dimaksud adalah model pembelajaran dengan *virtual experiment* yang diharapkan dapat mengubah pandangan siswa yang semula menganggap fisika sebagai mata pelajaran yang kurang diminati menjadi salah satu pelajaran yang mampu menarik minat dan keaktifan siswa yang diukur menggunakan instrumen angket
4. Kemanfaatan produk hasil pengembangan LKS praktikum *virtual laboratory* yang dimaksud adalah Guru akan lebih mudah menyajikan

materi praktikum dan siswa juga lebih mudah menemukan apa yang dipelajari dari praktikum bahkan mencari korelasi antara praktikum satu dengan lainnya. Juga kemanfaatan perangkat pembelajaran bagi guru dan siswa dalam menerapkan pembelajaran yang konstruktivisme, berbasis keterampilan proses sains dan sikap ilmiah, yang diukur menggunakan instrumen angket

5. Keefektifan produk hasil pengembangan LKS praktikum *virtual laboratory* yang dimaksud adalah keefektifan dalam pembelajaran dengan *virtual experiment* sebagai model pembelajaran yang inovatif berbasis komputer, dengan bahan praktikum yang dapat digunakan dari lingkungan dan berbiaya murah dan motivasi siswa meningkat jika bahan praktikum yang digunakan menarik bagi siswa. Sehingga dapat menumbuhkan keterampilan proses sains dan sikap ilmiah siswa. Keterampilan yang dimunculkan dalam penelitian pengembangan ini adalah keterampilan meramalkan/memprediksi, keterampilan mengajukan hipotesis, keterampilan merencanakan percobaan/penyelidikan, keterampilan melaksanakan percobaan/penyelidikan, keterampilan menafsirkan/interpretasi data, dan keterampilan melakukan komunikasi, yang diukur dengan observasi, angket, *pretest* dan *posttest*
6. Uji produk penelitian pengembangan LKS praktikum *virtual laboratory* ini dilakukan oleh ahli desain, ahli isi/materi pembelajaran, dan uji coba produk di lapangan pada kelas X dan XI di SMA Negeri 10 dan SMA Muhammadiyah 2 Bandar Lampung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. LKS Praktikum

Lembar kerja siswa atau biasa dikenal dengan LKS merupakan salah satu bahan ajar yang sering digunakan di sekolah. Menurut Arsyad (2011), LKS yang digunakan dalam pembelajaran ada dua macam yaitu LKS non eksperimen dan LKS eksperimen (praktikum). Biasanya LKS yang digunakan oleh siswa di sekolah dibeli dari penerbit tertentu, bukan dibuat sendiri oleh guru. Kebanyakan juga yang digunakan berbentuk LKS non eksperimen. Padahal LKS non eksperimen maupun LKS eksperimen sebenarnya bisa dibuat sendiri oleh guru yang bersangkutan sehingga bisa lebih menarik dan sesuai dengan kebutuhan, kondisi lingkungan sekolah, dan tujuan pembelajaran.

Selain itu dengan adanya LKS siswa tidak perlu mencatat atau membuat ikhtisar atau resume pada buku catatannya lagi, sebab dalam tiap LKS biasanya sudah terdapat ringkasan seluruh materi pelajaran. Berdasarkan fungsi lembar kerja di atas, maka guru sebagai pengelola proses belajar, kedudukannya tidak dapat digantikan oleh adanya lembar kerja. Karena keberadaan lembar kerja siswa ini adalah hanya membantu kemudahan dan kelancaran aktivitas pada saat proses

belajar mengajar serta interaksi antara guru dan murid. Sehingga tujuan utama proses belajar dapat tercapai atau berhasil (Azhar, 1993: 78).

Menurut Azhar (1993:79) ada dua macam LKS yang dikembangkan dalam pembelajaran di sekolah.

1. LKS Tak Berstruktur, adalah lembaran yang berisi sarana untuk materi pelajaran, sebagai alat bantu kegiatan peserta didik yang dipakai untuk menyampaikan pelajaran. LKS merupakan alat bantu mengajar yang dapat dipakai untuk mempercepat pembelajaran, memberi dorongan belajar pada tiap individu, berisi sedikit petunjuk, tertulis atau lisan untuk mengarahkan kerja pada peserta didik.
2. LKS Berstruktur, yaitu Lembar kerja siswa berstruktur memuat informasi, contoh dan tugas- tugas.

LKS praktikum ini dirancang untuk membimbing peserta didik dalam satu program kerja atau mata pelajaran, dengan sedikit atau sama sekali tanpa bantuan pembimbing untuk mencapai sasaran pembelajaran. Pada LKS praktikum telah disusun petunjuk dan pengarahannya, LKS ini tidak dapat menggantikan peran guru dalam kelas. Guru tetap mengawasi kelas, memberi semangat dan dorongan belajar dan memberi bimbingan pada setiap siswa. LKS praktikum adalah bahan pembelajaran cetak sederhana yang digunakan peserta didik sebagai pedoman dalam proses pembelajaran, serta berisi kegiatan praktikum maupun tugas berupa soal yang akan dikerjakan oleh peserta didik. LKS praktikum didesain untuk membantu mengembangkan pola pikir siswa dalam penyelesaian masalah dan mempermudah dalam kegiatan belajar mengajar sehingga akan terbentuk

interaksi yang efektif antara siswa dengan guru, sehingga dapat meningkatkan aktifitas siswa dalam proses pembelajaran untuk peningkatan prestasi belajar (Trianto, 2009 : 23).

Fungsi LKS praktikum bagi siswa adalah sebagai sarana belajar baik di kelas, di ruang praktek maupun di luar kelas sehingga siswa berpeluang besar untuk mengembangkan kemampuan, menerapkan pengetahuan, melatih keterampilan, memproses sendiri untuk mendapatkan pengetahuan. Dengan LKS ini, guru dapat menyelenggarakan kegiatan belajar mengajar yang melibatkan siswa secara aktif. Intervensi yang diberikan guru bukan dalam bentuk jawaban atas pertanyaan siswa, tetapi berupa panduan bagi siswa untuk memecahkan masalah, dalam buku (Depdiknas, 2005).

Komponen-komponen LKS eksperimen menurut Trianto (2009:223)

LKS eksperimen meliputi : judul eksperimen, teori singkat tentang materi, alat dan bahan, prosedur eksperimen, data pengamatan, serta pertanyaan dan kesimpulan untuk bahan diskusi.

Lembar Kegiatan Siswa (LKS) merupakan bahan ajar yang dikemas sedemikian rupa agar siswa dapat mempelajari materi tersebut secara mandiri. Menurut Darmojo dan Kaligis (1993 : 40), bahwa pengertian LKS yaitu sebagai lembar kerja yang berisi informasi dan perintah/instruksi dari guru kepada siswa untuk mengerjakan suatu kegiatan belajar dalam bentuk kerja, praktek, atau dalam bentuk penerapan hasil belajar untuk mencapai suatu tujuan. Mengajar dengan menggunakan LKS dalam proses belajar mengajar memberikan manfaat, antara lain memudahkan guru dalam mengelola proses belajar mengajar, misalnya dalam

mengubah kondisi belajar yang semula berpusat pada guru (*teacher centered*) menjadi berpusat pada siswa (*student centered*).

Lembar kerja siswa praktikum merupakan lembaran-lembaran yang berisi pedoman bagi siswa untuk melakukan kegiatan agar siswa memperoleh pengetahuan dan keterampilan yang perlu dikuasai. LKS adalah materi ajar yang sudah dikenal sedemikian rupa sehingga siswa diharapkan dapat mempelajari materi ajar tersebut. Berdasarkan definisi dari beberapa ahli dapat disimpulkan LKS adalah lembaran-lembaran yang berisi materi ajar yang memiliki tujuan untuk memberikan pengetahuan dan keterampilan menguasai materi. LKS yang dibuat guru bertujuan untuk menuntun siswa dalam melakukan praktikum, sehingga siswa dapat bekerja secara mandiri dan guru berperan sebagai pembimbing agar kegiatan praktikum berjalan dengan baik (Madjid, 2008 : 177).

Dewi (2013) menyatakan bahwa LKS dapat digunakan dalam penyajian mata pelajaran secara eksperimen maupun non- eksperimen, sehingga berdasarkan penggunaan metode dikenal dua jenis LKS, yaitu LKS eksperimen yang dijadikan pedoman dalam melaksanakan kegiatan eksperimen, dan LKS non- eksperimen yang dijadikan pedoman dalam memahami konsep atau prinsip tanpa eksperimen. Kedua macam LKS tersebut dapat mengembangkan keterampilan proses sains siswa. LKS adalah salah satu media pengajaran yang berorientasi kepada keterampilan proses sehingga diharapkan dapat mencapai hasil pembelajaran yang optimal. LKS hasil pengembangan yang menarik dan bermanfaat dapat memecahkan permasalahan yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari

peserta didik, serta membuat peserta didik lebih percaya diri dalam mengerjakan soal sesuai dengan kemampuan masing-masing.

Penilaian tes dilakukan di dalam uji keefektifan media menurut Uno (2007: 32) menyatakan bahwa;

Hasil evaluasi efektivitas media hasil pengembangan selanjutnya dijadikan dasar untuk memberikan penilaian terhadap keberhasilan pencapaian tujuan yang telah ditetapkan, yang diperlihatkan oleh unjuk kerja siswa. Apabila semua tujuan sudah dapat dicapai, efektivitas pelaksanaan kegiatan pembelajaran dalam mata pelajaran tersebut dianggap berhasil dengan baik.

B. Virtual Laboratory

Laboratorium virtual atau bisa disebut dengan istilah *virtual labs* adalah serangkaian alat-alat laboratorium yang berbentuk perangkat lunak (*software*) komputer berbasis multimedia interaktif, yang dioperasikan dengan komputer dan dapat mensimulasikan kegiatan di laboratorium seakan-akan pengguna berada pada laboratorium sebenarnya. Laboratorium *virtual* berpotensi untuk memberikan peningkatan secara signifikan dan pengalaman belajar yang lebih efektif. Pengembangan laboratorium virtual ini diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan belajar yang dialami oleh peserta didik dan mengatasi permasalahan biaya dalam pengadaan alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan kegiatan praktikum bagi sekolah-sekolah yang kurang mampu (Imron, 2012).

Sutrisno (2012), menjelaskan melalui pembelajaran multimedia dalam bentuk laboratorium virtual, secara umum manfaat yang dapat diperoleh adalah proses pembelajaran menjadi lebih menarik, lebih interaktif, jumlah waktu mengajar dapat dikurangi, kualitas belajar dapat ditingkatkan dan proses belajar mengajar

dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja. Selain itu, melalui laboratorium virtual, bisa dilakukan penghematan biaya riset, serta riset-riset yang dahulu tidak mungkin dilakukan, karena keterbatasan pengkondisian sistem, saat ini telah bisa dilakukan. *Virtual Laboratory* adalah percobaan laboratorium yang digambarkan sebagai virtual ketika eksperimen dikendalikan bukan langsung menggunakan peralatan laboratorium, tetapi dengan komputer, yang dihubungkan dengan peralatan laboratorium yang sebenarnya melalui jaringan. Jenis laboratorium virtual disebut laboratorium jarak jauh. Cramer *et al.*, (1997) memberikan definisi *Virtual Laboratory* yang berbeda:

"Kami mendefinisikan virtual laboratorium 'sebagai simulasi perangkat lunak percobaan yang output data yang tidak dapat dibedakan dari data nyata percobaan 'fisika. "

Farreira (2010) menyatakan beberapa manfaat yang dapat diperoleh dengan menggunakan laboratorium *virtual* adalah :

1. Mengurangi keterbatasan waktu, jika tidak ada cukup waktu untuk mengajari seluruh peserta didik di dalam lab hingga mereka paham,
2. Mengurangi hambatan geografis, jika terdapat siswa yang berlokasi jauh dari pusat pembelajaran (kampus,sekolah),
3. Ekonomis, tidak membutuhkan bangunan laboraatorium, alat-alat dan bahan-bahan seperti pada laboratorium konvensional,
4. Meningkatkan kualitas eksperimen, karena memungkinkan untuk diulang untuk memperjelas keraguan dalam pengukuran di laboratorium,
5. Meningkatkan efektivitas pembelajaran, karena siswa atau mahasiswa akan semakin lama menghabiskan waktunya dalam lab virtual tersebut berulang-ulang,
6. Meningkatkan keamanan dan keselamatan, karena tidak berinteraksi dengan alat dan bahan yang nyata, (yang dapat menimbulkan bahaya jika penggunaannya kurang benar),
7. Dapat memperoleh keterampilan dasar dan kemampuan untuk mengoperasikan perangkat tanpa perlu khawatir merusak peralatan mahal atau menyebabkan bahaya bagi kehidupan atau kesehatan masyarakat mereka sendiri dan orang lain yang hadir di lab.

Dari *University World News* (en.wikipedia.org), para pendukung proyek mengatakan bahwa,

Laboratorium virtual merupakan cara untuk menangani kekurangan pengajar. *Virtual Laboratory* atau *vlab* adalah proses pembelajaran elektronik dengan menggunakan simulasi komputer. *Vlab* merupakan media yang digunakan untuk membantu memahami suatu pokok bahasan dan dapat mensolusi keterbatasan atau ketiadaan perangkat laboratorium. *Vlab* dapat diakses melalui web sebagai *supplement* pembelajaran.

Collete dan Chiappetta (1994: 198) menyatakan bahwa kerja laboratorium menarik bagi siswa karena dapat mengidentifikasi masalah, melakukan percobaan, dan menarik kesimpulan. Kerja laboratorium dapat membantu siswa untuk lebih memahami konsep-konsep, prinsip-prinsip dan meningkatkan sikap ilmiah. Kegiatan di laboratorium meliputi *prelaboratory discussions*, melakukan percobaan, dan *postlaboratory discussions*. Diskusi sebelum percobaan biasanya pada verifikasi atau *deductive laboratory work*. Pertanyaan yang diberikan guru adalah mengapa, bagaimana, dan apa yang akan dilakukan siswa. Dalam diskusi ini juga dikenalkan alat yang akan digunakan dalam percobaan. Guru juga menerangkan hubungan percobaan dengan topik yang telah dipelajari di kelas dan apa yang akan dilaksanakan siswa dalam laboratorium. Kegiatan didalam laboratorium berdasarkan petunjuk yang diberikan guru. Petunjuk percobaan bisa secara lisan, tertulis, saat diskusi sebelum percobaan atau kombinasi lisan dan tertulis. Petunjuk kegiatan praktikum disusun dalam beberapa langkah yang harus dilakukan siswa. Berdasarkan percobaan yang dilakukan maka akan diperoleh data hasil pengamatan.

Berdasarkan peneliti dari *Labshare*, berikut ini adalah kelebihan dari *laboratory virtual*:

1. Menurunkan biaya pengelolaan dan pemeliharaan laboratorium sebesar 50%
2. Meningkatkan pembelajaran untuk mensupport siswa belajar yang lebih baik
3. Memacu untuk pertukaran pengetahuan, keahlian dan pengalaman
4. Mengurangi biaya untuk membuat laboratorium
5. Media pembelajaran *virtual laboratory* ini dapat digunakan sebagai alat bantu pembelajaran di kelas, sebagai penuntun praktikum di laboratorium dan dapat digunakan di rumah bahkan dimana saja siswa berada.
6. Proses belajar siswa dapat tumbuh tidak saja saat siswa berada disekolah (membelajarkan siswa) dengan tidak mengurangi essensi keilmiah eksperimen tersebut. Huang (2004) menyatakan bahwa *virtual laboratory* dapat meningkatkan pemahaman konsep dan motivasi belajar. *Virtual laboratory* dapat digunakan kapan saja dan dimana saja serta efektif dalam hal biaya untuk melakukan eksperimen dengan keterbatasan waktu, kerumitan eksperimen dan resiko kecelakaan.
7. Berdasarkan hasil penelitian didapat jika terdapat pengaruh penggunaan laboratorium virtual terhadap prestasi belajar siswa (Rohmadi, 2010).
8. *Laboratorium virtual* juga dapat digunakan sebagai sarana pembelajaran jarak jauh bagi siswa. Stimulus gambar dan kata dapat membuahkan hasil belajar yang lebih baik untuk tugas mengingat, mengenali, menghubungkan fakta dan konsep. Dengan adanya media laboratorium virtual siswa lebih mudah untuk mengingat dan memahami materi

pembelajaran karena dengan adanya media gambar dapat merangsang kerja otak dan menyimpan lebih lama (Dobrzanski & Honysz 2010)

9. Kegiatan praktikum virtual, membantu siswa menemukan konsep fisika, meningkatkan motivasi belajar siswa, melatih keterampilan proses, dan memupuk sikap ilmiah sehingga siswa dapat mengembangkan kemampuannya secara optimal (Cengiz, 2010)
10. Salah satu contoh pemanfaatan laboratorium virtual dalam pembelajaran dan riset adalah di dalam ilmu fisika. Berbagai laboratorium virtual yang tersedia secara online menyediakan eksperimen virtual diantaranya yang berkaitan dengan kelistrikan. Materi ini adalah materi fisika yang dasar, sehingga bisa dimanfaatkan oleh siswa SMA.

Akan tetapi, selain banyak manfaat yang bisa dipetik dari pemanfaatan laboratorium *virtual*, ada juga beberapa kelemahannya, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Kurangnya pengalaman untuk menyelesaikan masalah
2. Kurangnya pengalaman untuk merangkai alat peralatan laboratorium nyata
3. *Virtual laboratory* tidak dapat digunakan untuk melatih ketelitian mencatat dan tidak dapat mengembangkan kejujuran dan tanggung jawab selama melakukan percobaan
4. Siswa merasa dengan menggunakan laboratorium virtual kurang terjadi kebersamaan atau kerjasama dalam kelompok.

C. Media PhET Simulation

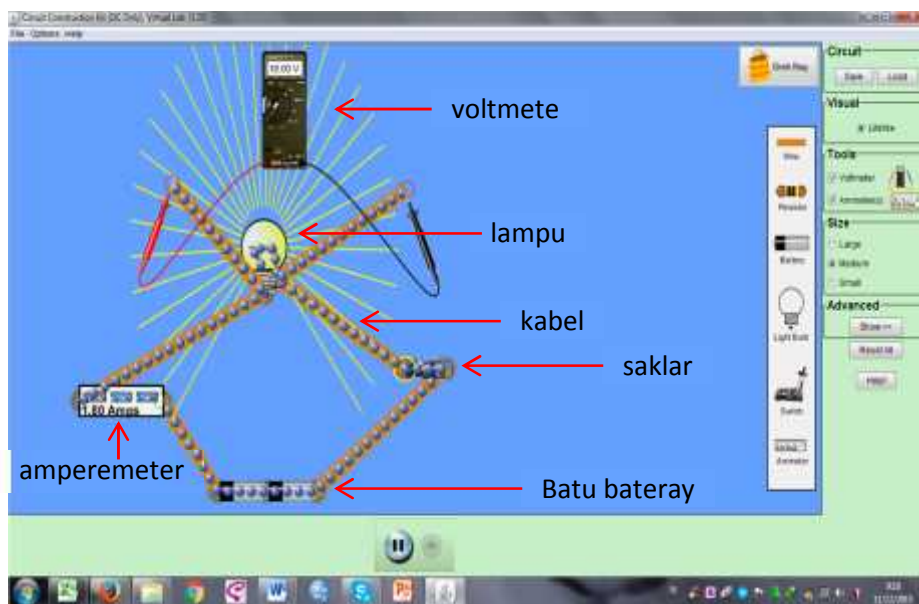
Salah satu aplikasi laboratorium *virtual* adalah simulasi *Physics Education Technology (PhET)*. *The PhET Team (2015)* menjelaskan bahwa *PhET* adalah sebuah situs yang menyediakan simulasi pembelajaran fisika dan kimia yang diberikan secara gratis oleh Universitas Colorado untuk kepentingan pengajaran di kelas atau dapat digunakan untuk kepentingan belajar individu. Simulasi dirancang secara interaktif, sehingga penggunaanya dapat melakukan pembelajaran secara langsung. Berdasarkan hal tersebut, simulasi *PhET* dapat dijadikan suatu pendekatan pembelajaran yang membutuhkan keterlibatan dan interaksi dengan siswa dan membuat pembelajaran lebih menarik.

PhET (*Physics Education Technology*) sebuah software gratis dari University of Colorado. PhET merupakan software simulasi yang sangat berguna untuk mengajar dan belajar fisika dan tersedia secara bebas di <http://phet.colorado.edu>. Simulasi dalam PhET bersifat *interactive* dikemas dalam bentuk seperti game/permainan sehingga siswa dalam melakukan eksplorasi sangat mudah. PhET sudah terdapat lebih dari 50 simulasi materi pelajaran yang bisa digunakan dalam berbagai pembelajaran seperti fisika, kimia dan biologi (Wieman, 2010).

Dalam penelitian Wieman (2010) disebutkan bahwa dalam setiap materi pelajaran menunjukkan bahwa simulasi PhET lebih produktif untuk mengembangkan pemahaman siswa secara konseptual. Semua simulasi PhET tersedia secara bebas dari situs PhET dan mudah digunakan serta diajarkan di dalam kelas. PhET dapat dijalankan menggunakan program Java dan Flash secara offline, atau menggunakan web browser standar asalkan Flash dan Java telah terinstall. Salah

satu contoh simulasi PhET yang tersedia secara bebas dari situs

<http://phet.colorado.edu>, aplikasi *Circuit Construction Kit* sebagai berikut :



Gambar 1. Tampilan percobaan virtual laboratory topik listrik dinamis

Dobrza ski dan Honysz (2011), menyatakan bahwa untuk menggunakan aplikasi ini cukup mudah, hanya dengan klik pada komponen di sebelah kanan layar kemudian tarik ke kanvas. Selanjutnya, hubungkan komponen-komponen yang diperlukan dengan kawat (*wire*) sehingga menjadi rangkaian tertutup. Kita juga dapat melengkapi rangkaian dengan alat ukur sebagai pelengkap untuk melakukan analisa. Terdapat tiga macam alat ukur, *voltmeter*, *amperemeter* dan *non contact ammeter*. Sebagaimana pada rangkaian sesungguhnya, voltmeter dirangkai paralel dengan bagian yang akan diukur, amperemeter dirangkai seri dengan rangkaian, sedangkan *non contact ammeter* digunakan dengan cara menempelkan pada bagian yang akan diukur.

Aplikasi PhET disajikan melalui visualisasi simulasi dalam bentuk tampilan grafis interaktif yang mudah dijalankan. Siswa dapat menggunakan kontrol intuitif

seperti *click and drag* (klik dan geser), slide, dan tombol radio (*radio button*) yang disediakan oleh aplikasi. Untuk lebih mendorong eksplorasi dan pendalaman materi, aplikasi PhET *Simulation* menyediakan berbagai instrumen pengukuran seperti penggaris, stopwatch, voltmeter dan termometer yang kesemuanya dalam bentuk virtual (*The PhET Team, 2015*).

Salah satu pengalaman interaktif siswa dalam memanfaatkan aplikasi PhET adalah: secara *real time* aplikasi akan menayangkan visualisasi simulasi dalam bentuk animasi grafis yang cukup menarik. Setiap tahapan simulasi dapat dengan mudah dipelajari *step by step* oleh siswa. Disamping itu, siswa dapat mengatur intensitas, frekuensi maupun komponen-komponen percobaan lainnya.

Keseluruhan proses simulasi yang ditampilkan oleh aplikasi mengikuti perintah dan input data pengguna. Kontrol intuitif simulasi sepenuhnya berada di tangan pengguna atau siswa (*Perkins et al., 2010*).

PhET menyediakan fasilitas *search*, agar *user* lebih mudah mencari percobaan yang diinginkan. Pengguna dapat mendownload percobaan ini, atau mempelajarinya secara *online*. PhET menyediakan ratusan juta simulasi percobaan ilmiah yang sudah terupload dalam database PhET dan dapat didownload secara bebas. *Phet Simulation* memberikan kesan yang positif, menarik dan menghibur, serta membantu penjelasan secara mendalam tentang suatu fenomena alam. Oleh karena itu, siswa yang berlatih dengan media *Phet Simulation* merasa senang dan mudah untuk mempelajarinya. Siswa tidak khawatir akan menimbulkan kesalahan atau kecelakaan saat melakukan eksperimen. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Taufiq (2008).

Kekurangan *Phet Simulation* sebagai media pembelajaran yang berbasis laboratorium *virtual*, di antaranya sebagai berikut: 1) Keberhasilan pembelajaran berbantuan laboratorium virtual bergantung pada kemandirian siswa untuk mengikuti proses pembelajaran, 2) Akses untuk melaksanakan kegiatan laboratorium virtual bergantung pada jumlah fasilitas komputer/laptop yang disediakan sekolah, 3) Siswa dapat merasa jenuh jika kurang memahami tentang penggunaan komputer sehingga dapat menimbulkan respon yang pasif untuk melaksanakan percobaan *virtual* (Siswono, 2013).

D. Pendekatan Keterampilan Proses

Keterampilan proses adalah salah satu metode pengajaran yang menekankan pada bagaimana bahan pelajaran itu diajarkan dan dipelajari (Soegeng, 2000 : 67). Menurut Soegeng (2000 : 68) dalam belajar keterampilan proses, peserta didik harus aktif. Belajar keterampilan tidak dapat dipisahkan dengan belajar konsep. Keduanya merupakan garis kontinyu. Belajar konsep menekankan pada penghayatan konsep sedangkan keterampilan proses menekankan pada perolehan dan pemahaman fakta dan prinsip.

Pengertian keterampilan proses merupakan keseluruhan keterampilan ilmiah yang terarah (baik sikap, kognitif maupun psikomotor) yang dapat digunakan untuk menemukan suatu konsep atau prinsip atau teori, untuk mengembangkan konsep yang telah ada sebelumnya. Mencoba juga merupakan keterampilan proses untuk mengembangkan pengetahuan tentang alam sekitar dengan menggunakan metode

ilmiah dan sikap ilmiah dalam memecahkan masalah-masalah yang dihadapinya sehari-hari (Trianto, 2010 : 144).

Harlen dan Elstgeest, J (1993) "... Jadi keterampilan proses terdiri dari keterampilan berikut; Mengamati, Pertanyaan - penggalangan, merancang dan membuat, memprediksi, hipotesa, berkomunikasi secara efektif, merancang dan merencanakan penyelidikan, pengukuran dan menghitung, menemukan pola dan hubungan, memanipulasi bahan dan peralatan secara efektif ... "

Menurut Karamustafaoglu (2011) dan Harlen dan Elstgeest (1993) KPS

(ketrampilan proses sains) terdiri atas dua kelompok, yaitu:

- a. Kelompok KPS dasar meliputi: mengamati, mengajukan pertanyaan, mengklasifikasi, pengukuran, dan memprediksi.
- b. Kelompok KPS terintegrasi meliputi: mengidentifikasi dan mendefinisikan variabel, mengumpulkan dan mengubah data, membuat tabel, grafik, dan sebagainya.

Guru mengajar melalui penyelidikan dapat membantu meningkatkan pemahaman konsep sains dan keterampilan proses sains. Dengan menggunakan media laboratorium *virtual* atau simulasi komputer interaktif dapat menunjukkan konsep-konsep abstrak yang tidak dapat ditampilkan secara real dengan peralatan laboratorium (McBride, *et al.*, 2004).

Maulana (2012) menyatakan pembelajaran keterampilan proses merupakan :

Suatu proses yang secara keseluruhan menampilkan keterampilan ilmiah yang terarah (baik secara kognitif maupun psikomotor) untuk menemukan suatu konsep, prinsip atau teori dalam kaitannya dengan proses pengembangan konsep yang telah ada sebelumnya, atau dapat juga sebagai suatu upaya untuk melakukan penyangkalan terhadap suatu penemuan yang pada akhirnya akan berperan dalam proses pengembangan ilmu pengetahuan.

Pengertian keterampilan proses adalah keterampilan yang diperoleh dari latihan kemampuan-kemampuan mental, fisik, dan sosial yang mendasar sebagai penggerak kemampuan-kemampuan yang lebih tinggi. Pendekatan pembelajaran proses adalah pendekatan pembelajaran yang menekankan pada kegiatan keterampilan proses yang digunakan untuk mengungkap dan menemukan fakta, konsep serta menumbuhkan sikap dan nilai yang dilakukan oleh siswa. Proses pembelajaran dengan pendekatan ini dimulai dari obyek nyata atau obyek yang sebenarnya dengan menggunakan pengalaman langsung, sehingga siswa diharapkan terjun dalam kegiatan belajar mengajar yang lebih realistik, dan siswa juga diajak, dilatih, dan dibiasakan melakukan observasi langsung dan membuat kesimpulan sendiri (Maulana, 2012).

Pendekatan keterampilan proses menekankan pada bagaimana siswa belajar, bagaimana mengelola perolehannya, sehingga dipahami dan dapat dipakai sebagai bekal untuk memenuhi kebutuhan dalam kehidupannya di masyarakat. Menurut Dahar (1985:11) Keterampilan Proses Sains (KPS) adalah kemampuan siswa untuk menerapkan metode ilmiah dalam memahami, mengembangkan dan menemukan ilmu pengetahuan. KPS sangat penting bagi setiap siswa sebagai bekal untuk menggunakan metode ilmiah dalam mengembangkan sains serta diharapkan memperoleh pengetahuan baru/ mengembangkan pengetahuan yang telah dimiliki.

Pendekatan keterampilan proses sains merupakan pendekatan pembelajaran yang berorientasi kepada proses sains. Pendekatan ini diperlukan karena sains tidak hanya merupakan kumpulan pengetahuan saja, tetapi juga terkandung hal lain. Cain dan Evans (dalam Rustaman, 2011) menyatakan bahwa sains

mengandung empat hal, yaitu konten atau produk, proses atau metode, sikap, dan teknologi. Sains sebagai konten atau produk berarti bahwa dalam sains terdapat fakta-fakta, prinsip-prinsip dan teori. Sains sebagai proses atau metode mengandung arti bahwa sains merupakan suatu proses atau metode untuk mendapatkan pengetahuan. Selain sebagai produk dan proses, sains juga sebagai sikap, artinya bahwa dalam sains terkandung sikap ilmiah, seperti terbuka, jujur, tekun dan objektif. Sains sebagai teknologi mengandung pengertian bahwa sains mempunyai keterkaitan dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

Keterampilan proses terdiri dari keterampilan-keterampilan yang saling berkaitan dan tidak dapat dipisahkan. Ada berbagai keterampilan proses, keterampilan-keterampilan tersebut terdiri dari keterampilan dasar proses sains (*basic skill*), dimulai dari mengobservasi, mengklasifikasi, memprediksi, mengukur, menyimpulkan, dan mengkomunikasikan, dan keterampilan terpadu proses sains (*integrated skill*), terdiri dari identifikasi variabel sampai dengan yang paling kompleks, yaitu eksperimen (Dimiyati dan Mudjiono, 2013 : 141). Lebih rinci, indikator-indikator KPS menurut Tawil dan Liliarsari (2014 : 37) dapat dilihat dalam Tabel. 1.

Tabel 1. Indikator-indikator Keterampilan Proses Sains

No	Keterampilan Proses Sains	Indikator
1.	Mengamati/Observasi	a. Menggunakan berbagai indera b. Mengumpulkan/menggunakan fakta yang relevan.
2.	Mengelompokkan/ Klasifikasi	a. Mencatat setiap pengamatan secara terpisah b. Mencari perbedaan, persamaan c. Mengontraskan ciri-ciri d. Membandingkan e. Mencari dasar pengelompokan atau penggolongan.

No	Keterampilan Proses Sains	Indikator
3.	Menafsirkan/ Interpretasi	a. Menghubung-hubungkan hasil pengamatan b. Menemukan pola/keteraturan dalam suatu seri pengamatan c. Menyimpulkan
4.	Meramalkan/Prediksi	a. Menggunakan pola-pola atau keteraturan hasil pengamatan b. Mengemukakan apa yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum terjadi.
5.	Melakukan Komunikasi	a. Mendeskripsikan data empiris hasil percobaan/pengamatan dengan grafik/table/diagram atau mengubahnya dalam bentuk salah satunya b. Menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis dan jelas c. Menjelaskan hasil percobaan/penyelidikan d. Membaca grafik atau tabel atau diagram e. Mendiskusikan hasil kegiatan suatu masalah/peristiwa.
6.	Mengajukan Pertanyaan	a. Bertanya, bagaimana, dan mengapa b. Bertanya untuk meminta penjelasan c. Mengajukan pertanyaan yang berlatar belakang hipotesis.
7.	Mengajukan Hipotesis	a. Mengetahui bahwa ada lebih dari suatu kemungkinan penjelasan dari suatu kejadian b. Menyadari bahwa satu penjelasan perlu diuji kebenarannya dengan memperoleh bukti lebih banyak atau melakukan cara pemecahan masalah.
8.	Merencanakan Percobaan/ Penyelidikan	a. Menentukan alat, bahan, atau sumber yang akan digunakan b. Menentukan variabel atau faktor-faktor penentu c. Menentukan apa yang akan diatur, diamati, dicatat d. Menentukan apa yang akan dilaksanakan berupa langkah kerja.
9.	Menggunakan Alat/Bahan/ Sumber	a. Memakai alat dan atau bahan atau sumber b. Mengetahui alasan mengapa menggunakan alat atau bahan/sumber.
10.	Menerapkan Konsep	a. Menggunakan konsep/prinsip yang telah dipelajari dalam situasi baru. b. Menggunakan konsep/prinsip pada pengamatan baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi.

Sumber: Tawil dan Liliarsari (2014: 37)

Berdasarkan tabel di atas, maka keterampilan yang dimunculkan dalam penelitian pengembangan ini adalah keterampilan meramalkan/memprediksi, keterampilan mengajukan hipotesis, keterampilan merencanakan percobaan/penyelidikan, keterampilan melaksanakan percobaan/penyelidikan, keterampilan menafsirkan/interpretasi, dan keterampilan melakukan komunikasi serta keterampilan menerapkan konsep/prinsip yang telah dipelajari. Keterampilan proses sains berorientasi pada cara belajar siswa aktif dan proses penemuan sains melalui serangkaian aktivitas yang menitikberatkan pada keterampilan siswa untuk menemukan konsep.

E. Sikap Ilmiah

Sikap ilmiah menurut Kustijono dan Rudy (2011) yaitu kemampuan melakukan prosedur ilmiah, yang memadai dan dilakukan melalui proses yang menuntut sikap ilmiah dari siswa seperti berfikir kritis, memecahkan masalah, jujur, bekerja sama, terbuka dan lain-lain. Siswa mempunyai sikap ilmiah jika mampu melakukan prosedur ilmiah (menganalisis problema, mengumpulkan informasi, menyusun hipotesis, merencanakan percobaan, menarik kesimpulan, dan mempresentasikan hasil percobaan) dan dilatih untuk bersikap ilmiah (berfikir kritis, memecahkan masalah, jujur, bekerja sama, terbuka dan lain-lain).

Sikap ilmiah merupakan perwujudan dari nilai-nilai karakter yang selama ini dikembangkan dalam pembelajaran. Sikap ilmiah terbentuk dari sikap-sikap yang muncul seiring dengan proses-proses ilmiah yang dilakukan siswa. Sikap-sikap ini kemudian dikelompokkan dalam beberapa jenis sikap yang cukup

bervariasi, seperti *Curiosity* (sikap ingin tahu), *Honesty* (sikap jujur), *Inventiveness* (sikap penemuan), *Respect for evidence* (sikap respek terhadap data), *Persistence* (sikap teguh pendirian), *Perseverance* (sikap ketekunan) dan lain-lain. Selanjutnya dari dimensi sikap ilmiah kemudian dikelompokkan untuk dikembangkan indikator-indikator dari setiap dimensi agar dapat dilakukan pengukuran sikap ilmiah oleh Anwar (2009). Indikator-indikator tersebut dapat dilihat pada tabel. 2.

Tabel 2. Dimensi Indikator Sikap Ilmiah

No	Dimensi	Indikator-indikator
1	Sikap ingin tahu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Antusias mencari jawaban 2. Perhatian pada objek yang diamati 3. Antusias pada proses sains 4. Menanyakan setiap langkah kegiatan
2	Sikap respek terhadap data/fakta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obyektif/jujur 2. Tidak memanipulasi data 3. Tidak purbasangka 4. Mengambil keputusan sesuai fakta 5. Tidak mencampur fakta dengan pendapat
3	Sikap berfikir kritis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meragukan temuan teman 2. Menanyakan setiap perubahan/hal baru 3. Mengulangi kegiatan yang dilakukan 4. Tidak mengabaikan data meskipun kecil
4	Sikap penemuan dan Kreatifitas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan fakta untuk dasar konklusi 2. Menunjukkan laporan berbeda dengan teman kelas 3. Merubah pendapat dalam merespon terhadap fakta 4. Menggunakan alat tidak seperti biasanya 5. Menyarankan percobaan baru 6. Menguraikan konklusi baru hasil pengamatan
5	Sikap berfikir terbuka & kerjasama	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menghargai pendapat dan temuan orang lain 2. Merubah pendapat jika data kurang 3. Menerima saran dari teman 4. Tidak merasa selalu benar 5. Menganggap setiap kesimpulan adalah tentatif 6. Berpartisipasi aktif dalam kelompok

No	Dimensi	Indikator-indikator
6	Sikap ketekunan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melanjutkan meneliti sesudah “kebaruannya hilang” 2. Mengulangi percobaan meskipun berakibat kegagalan 3. Melengkapi satu kegiatan meskipun teman kelasnya selesai lebih awal
7	Sikap peka terhadap lingkungan sekitar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perhatian terhadap peristiwa sekitar 2. Partisipasi pada kegiatan sosial 3. Menjaga kebersihan lingkungan sekolah

Sumber: (Anwar, 2009)

Dalam pendidikan fisika, kegiatan laboratorium/praktikum mutlak ada karena merupakan penunjang dalam menambah pemahaman konsep fisika. Di samping itu, siswa dapat dilatih keterampilan-keterampilan yang mendasari eksperimen seperti keterampilan menggunakan alat-alat ukur, keterampilan memilih metode pengambilan data pengukuran yang tepat, keterampilan mengolah data pengukuran yang diperoleh dan sebagainya. Metode-metode paling penting yang digunakan para ilmuwan ketika mereka mengkonstruksi pengetahuan sains dan ketika menyelesaikan persoalan-persoalan eksperimen (Etkina *et al.*, 2006).

Kecakapan ilmiah meliputi : (1) Kecakapan untuk mempresentasikan proses-proses fisis dalam berbagai cara; (2) Kecakapan untuk menentukan dan menguji *eksplansi kualitatif* atau hubungan *kuantitatif*; (3) Kecakapan untuk memodifikasi suatu eksplansi kualitatif atau hubungan kuantitatif; (4) Kecakapan untuk mendesain suatu penyelidikan yang bersifat eksperimental dan (5) Kecakapan untuk mengumpulkan dan menganalisis data; (6) Kemampuan untuk mengevaluasi prediksi dan eksperimental, klaim konseptual, solusi persoalan dan model; (7) Kecakapan untuk berkomunikasi.

“Tujuan praktikum ditetapkan berdasarkan fungsi praktikum yaitu latihan, umpan balik, dan memperbaiki motivasi mahasiswa. Sebagai fungsi latihan, praktikum dapat dimanfaatkan untuk melatih tiga keterampilan yaitu (1) keterampilan kognitif yang tinggi meliputi: memperdalam teori yang telah diperoleh agar lebih dimengerti, dan mengembangkan strategi kognitif; (2) keterampilan afektif meliputi: belajar merencanakan kegiatan secara mandiri, dan belajar bekerja sama; (3) keterampilan psikomotor meliputi: belajar memasang peralatan tertentu sehingga betul-betul berjalan dan belajar memakai peralatan/instrument tertentu (*Utomo & Rujkes dalam Kustijono, 2011*)”

F. Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah:

1. Flowers, L. O. (2011). *Investigating the effectiveness of virtual laboratories in an undergraduate biology course*. Temuan penelitian menunjukkan bahwa siswa berpartisipasi aktif dalam *laboratory virtual* dibandingkan dengan (laboratorium Tradisional) dan siswa merasakan keuntungan belajar yang lebih tinggi. Data tanggapan siswa menunjukkan persentase 47,7 % yang menyatakan sangat setuju pembelajaran menggunakan laboratorium komputer. Berarti model pembelajaran praktikum *virtual laboratory* memiliki peran dalam melatih keterampilan berpikir saat pembelajaran fisika untuk meningkatkan keterampilan proses dan sikap ilmiah siswa.
2. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Amanah, dkk (2014), dengan judul “ Studi Keterampilan Proses Sains Pada Pembelajaran Fisika Materi Getaran dan Gelombang di kelas VIII SMP Negeri 18 Palembang”, menunjukkan masing-masing skor penilaian pada aspek keterampilan proses, peserta didik dikategorikan dapat melatih keterampilan proses

yang mereka miliki dan mampu melakukan kegiatan pembelajaran dengan benar, hal ini dibuktikan dengan skor yang diperoleh yakni skor rata-rata untuk merumuskan masalah sebesar 3,55, merumuskan hipotesis sebesar 3,63, melakukan percobaan sebesar 3,48, mengolah data percobaan sebesar 3,34, dan menarik kesimpulan sebesar 3,57, yang berarti pada setiap keterampilan proses siswa rata-rata tinggi.

3. Penelitian Abdurrahman dan Liliyasi (2010:213) menunjukkan bahwa model pembelajaran yang didukung simulasi interaktif dapat meningkatkan disposisi berpikir kritis mahasiswa. Disposisi berpikir kritis mahasiswa kelas eksperimen berbeda secara signifikan dengan kelas kontrol yang belajar secara konvensional. Indikator disposisi *open-mindedness* mengalami peningkatan tertinggi pada kelas eksperimen.
4. Kelas eksperimen terlihat siswanya antusias dalam mengikuti pelajaran karena penggunaan media laboratorium *virtual* mampu membangkitkan minat siswa untuk mempelajari kimia, karena didalamnya terdapat animasi *visual*. Hasil penelitian Stefani, M (2012) dalam jurnal berjudul Pemanfaatan Laboratorium *Virtual* melalui Model Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar Siswa SMA N 3 Kota Jambi Pada Materi pH Asam Basa.
5. Yogendra, B.G. (2011) dalam penelitian yang berjudul *Virtual Instrumentation As An Affective Enhancement To An Electronic Laboratory Experiment*. Menyatakan bahwa peran guru dan siswa berubah, dan tidak diragukan lagi cara belajar efektif telah ditemukan, komputer dan perangkat lunak teknologi dapat memberikan peran penting

untuk meningkatkan retensi siswa dalam mengidentifikasi masalah, untuk menyajikan solusi dan pembelajaran seumur hidup.

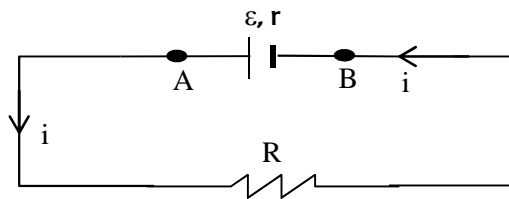
6. Putri Sarini (2012) penelitiannya berjudul pengaruh *Virtual Experiment* terhadap hasil belajar Fisika ditinjau dari motivasi belajar siswa SMA Negeri 1 Singaraja, hasil belajar fisika siswa yang belajar melalui model pembelajaran dengan *virtual experiment lebih baik* daripada hasil belajar siswa yang belajar melalui model pembelajaran konvensional, pada siswa yang memiliki motivasi belajar tinggi. Terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan antara siswa yang belajar melalui model pembelajaran dengan *virtual experiment* dan siswa yang belajar melalui model pembelajaran konvensional, dengan hasil analisis statistiknya Uji *Tukey* $Q_{hitung} = 10,92 > Q_{tabel} = 3,74$ dan $\bar{X} = 82,94$
7. Eko Sumargo dan Leny Yuanita (2014). Berdasarkan analisis hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan antara pretes dan postes pada kelas eksperimen. Menurut daerah penerimaan $H_0 \pm 2,09$ diketahui bahwa secara statistik hasil *post-test* sampel kelas eksperimen lebih besar dari pada hasil *pre-test*. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan media laboratorium *virtual PhET* mampu meningkatkan nilai siswa. Hal ini bisa dijelaskan bahwa buku ajar dan LKS memiliki peranan vital saat pembelajaran berlangsung. Adanya buku ajar dan LKS membuat siswa bisa membaca berulang kali hingga mereka mengerti.
8. Hasbullah (2016) dengan penelitiannya berjudul pengembangan lembar kerja siswa berorientasi keterampilan proses dalam

pembelajaran saintifik terhadap hasil belajar siswa pada pokok bahasan system pencernaan manusia. Menyatakan Keterampilan Proses Sains (KPS) merupakan pendekatan pembelajaran yang berorientasi kepada proses Ilmu Pengetahuan Alam. Namun dalam tujuan dan pelaksanaan terdapat perbedaan. Dalam pembelajaran saintifik lebih menekankan pembelajaran aktifitas siswa yang lebih dominan. Melalui pengembangan lembar kerja siswa yang berorientasi keterampilan proses, siswa lebih aktif untuk mencari tahu berbagai hal dibandingkan dengan yang tidak menggunakan. Pencapaian keterampilan proses sains kelas yang menggunakan LKS dilihat dari perhitungan rata-rata kelas eksperimen dan kelas kontrol didapat $t \text{ hitung} > t \text{ tabel} = 22,132 > 1,685$ dengan $\text{sig } 5\% = 1,685$.

Berdasarkan beberapa penelitian yang relevan tersebut menambah masukan yang dapat menunjang penelitian pengembangan ini. Penelitian pengembangan ini mengembangkan bahan ajar berupa LKS virtual laboratory berbasis keterampilan proses dan sikap ilmiah siswa dalam proses pembelajaran Fisika kelas X pada materi listrik dinamis. Efektifitas bahan ajar LKS diperoleh dengan membandingkan hasil belajar siswa dari nilai *pre-test* dan *post-test* setelah menggunakan LKS *virtual laboratory*. Dengan uji efektifitas LKS dianalisis menggunakan *independen t-test*, sedangkan tingkat efektifitas produk berdasarkan rata-rata nilai gain ternormalisasi (*N-gain*).

G. Listrik Dinamis

Materi listrik dinamis mempelajari tentang muatan-muatan listrik yang bergerak, yang menyebabkan munculnya arus listrik. Menurut Kanginan (2013:156) Arus listrik adalah aliran partikel-partikel bermuatan positif yang melalui penghantar konduktor setiap satuan waktu. Arus listrik hanya mengalir dalam suatu rangkaian listrik yang tertutup. Rangkaian listrik tertutup adalah suatu rangkaian listrik yang bermula dari titik A atau sumber arus potensial tinggi, berkeliling dan akhirnya kembali lagi ke sumber arus potensial rendah (gambar 2). Kuat arus listrik disebabkan oleh adanya beda tegangan listrik antara dua titik dalam rangkaian tertutup, dan arus listrik mengalir dari potensial tinggi (titik A) ke potensial rendah (titik B).



Gambar 2. Rangkaian listrik tertutup

a. Arus Listrik

Menurut Sakim,dkk (2008 : 208) Arus listrik adalah jumlah muatan listrik (Q) yang melewati penampang suatu konduktor per satuan waktu (t) :

$$I = \frac{Q}{t} \text{ atau } I = \frac{dQ}{dt}$$

Keterangan :

I = kuat arus listrik (ampere)

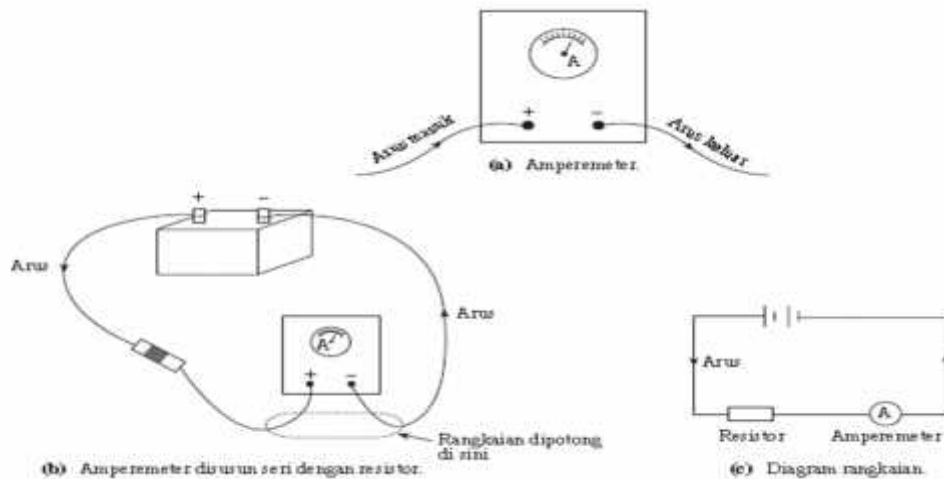
Q = muatan listrik (Coulomb)

t = waktu (sekon)

$\frac{dQ}{dt}$ = turunan pertama fungsi muatan listrik terhadap waktu

Jenis dan Fungsi Alat Ukur Listrik :

Alat ukur listrik yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik (disebut *ampere meter*), tegangan listrik (disebut *voltmeter*), dan hambatan listrik (disebut *ohmmeter*). Untuk memasang amperemeter pada rangkaian harus secara seri dengan komponen yang akan diukur kuat arusnya (gambar 3). Sedangkan menggunakan voltmeter untuk mengukur tegangan listrik harus dipasang secara paralel dengan resistor (hambatan). Pengukuran hambatan menggunakan alat ukur rangkaian jembatan *Wheatstone*.



Gambar 3. Rangkaian listrik amperemeter secara seri dengan komponen

Sumber: (Kanginan, 2007: 158)

b. Hukum Ohm

Menurut Sakim,dkk (2008 : 212) pernyataan seorang guru fisika dari Jerman bernama George Simon Ohm (1789-1854) tentang hukum Ohm adalah kuat arus listrik (I) yang mengalir pada suatu penghantar sebanding dengan beda potensial

ujung-ujung penghantar (V) dan berbanding terbalik dengan hambatan penghantar (R), terlihat rangkaian listriknya pada gambar 4.

Hukum Ohm secara matematis dapat ditulis :

$$I = \frac{V}{R} \text{ atau } V = I R$$

Keterangan :

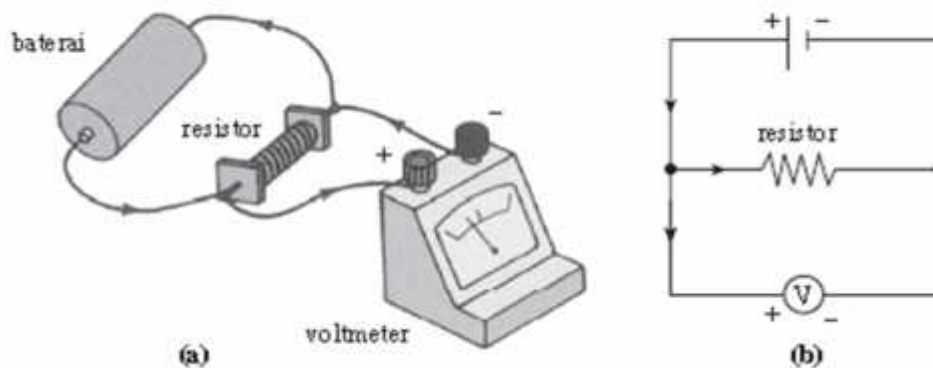
I = kuat arus listrik (ampere)

V = tegangan listrik (volt)

R = hambatan listrik (Ohm atau Ω)

Menggunakan voltmeter untuk mengukur tegangan listrik :

- Menghubungkan kutub-kutub dengan polaritas yang benar.
- Mengukur tegangan listrik pada ujung-ujung resistor, voltmeter dipasang paralel dengan resistor.



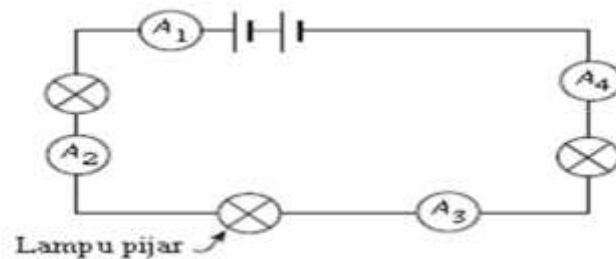
Gambar 4. Rangkaian listrik voltmeter secara paralel dengan resistor

Sumber: (Kanginan, 2007: 160)

c. Hukum I Kirchoff tentang Arus

Bagaimana kuat arus dalam rangkaian tidak bercabang?

Dalam suatu rangkaian yang tidak bercabang, kuat arus dibagian apa saja sama besar. Kuat arus yang melalui tiap komponen (baterai atau lampu) adalah sama besar. Ini ditunjukkan oleh bacaan yang sama dari amperemeter A_1 sampai dengan A_4 , rangkaian listriknya terlihat pada gambar 5.



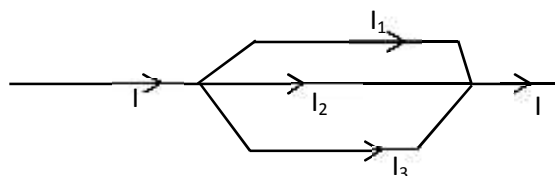
Gambar 5. Semua bacaan amperemeter dari A_1 sampai dengan A_4 adalah sama.

Sumber: (Kanginan, 2007 : 170)

Bagaimana kuat arus dalam rangkaian bercabang?

Menurut Kanginan (2007: 170) Hukum I Kirchoff berbunyi sebagai berikut :

“Pada rangkaian listrik yang bercabang, jumlah kuat arus yang masuk pada suatu titik cabang sama dengan jumlah kuat arus yang keluar dari titik cabang itu”.



Gambar 6. Rangkaian listrik bercabang

Sumber: (Kanginan, 2007 : 170)

Persamaan Hukum I Kirchhoff

$$I \text{ masuk} = I \text{ keluar}$$

Keterangan :

I masuk = jumlah kuat arus yang masuk pada suatu titik cabang

I keluar = jumlah kuat arus yang keluar pada suatu titik cabang

H. Kerangka Pikir

Proses pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum KTSP, Depdiknas (2005) adalah menuntut siswa untuk berpikir kritis dan aktif dalam menyelesaikan masalah, sehingga siswa tidak lagi diberikan informasi secara langsung tetapi guru hanya bertindak sebagai fasilitator dan memberikan kesempatan kepada siswa untuk bisa menggali informasi sendiri. Proses pembelajaran seperti ini dapat dilakukan dengan pendekatan keterampilan proses sains (KPS), menggunakan bahan ajar LKS praktikum *virtual laboratory* yang juga untuk menggali sikap ilmiah siswa.

Isi dan format LKS praktikum *virtual laboratory* disesuaikan dengan Standar Isi yaitu ruang lingkup materi dan tingkat kompetensi yang dituangkan dalam kriteria tentang kompetensi tamatan (SKL), kompetensi bahan kajian, kompetensi mata pelajaran (SK dan KD), dan silabus pembelajaran yang harus dipenuhi oleh peserta didik pada jenjang dan jenis pendidikan tertentu. LKS Praktikum disusun dengan mengikuti langkah-langkah yang sudah ditetapkan, peserta didik dituntut untuk menyelesaikan masalah dengan melakukan penyelidikan serta akan memperoleh pengalaman belajar secara empirik (Depdiknas, 2005).

Media pembelajaran yang digunakan berupa LKS praktikum untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol, menyiapkan simulasi pembelajaran yang akan diterapkan pada kelas eksperimen, menyusun instrumen penelitian berupa kuisioner keterampilan proses siswa untuk menentukan kelompok siswa yang memiliki sikap ilmiah tinggi dan sikap ilmiah rendah, dan tes hasil belajar fisika siswa pada ranah kognitif, afektif dan psikomotor, mengkonsultasikan instrumen yang telah disusun dengan pakar dan mengadakan ujicoba instrumen sehingga diperoleh instrumen yang memiliki validitas dan reliabilitas tinggi.

Mempertimbangkan berbagai kebutuhan di atas, diperlukan pengembangan LKS praktikum virtual laboratory dengan pendekatan keterampilan proses sains dan sikap ilmiah siswa berbantuan multimedia interaktif seperti *PhET simulation* . LKS praktikum yang dikembangkan dibuat lebih menarik agar peserta didik tidak merasa bosan saat menggunakannya, lebih mudah untuk dipelajari, dan dapat membantu siswa dalam memahami materi pelajaran tentang listrik dinamis. Keterampilan proses sains sangat bermanfaat untuk pembelajaran sains dikarenakan pada pembelajaran sains harus dibekali dengan metode ilmiah sebagai bekal dalam pemerolehan ilmu secara menyeluruh. Selain memperoleh ilmu yang menyeluruh, dalam pembelajaran sains menggunakan KPS juga dapat membentuk sikap-sikap ilmiah serta terbentuknya produk pengetahuan. Oleh karena itu KPS penting untuk diajarkan pada proses pembelajaran fisika. Maka akan terbentuklah sikap-sikap ilmiah. Sikap ilmiah ini penting untuk menjaga kemurnian pengetahuan dan kesinambungan dalam perkembangannya. Oleh

karena itu, pengembangan keterampilan proses sains pada siswa harus terus dilakukan melalui evaluasi dan penilaian yang berkesinambungan.

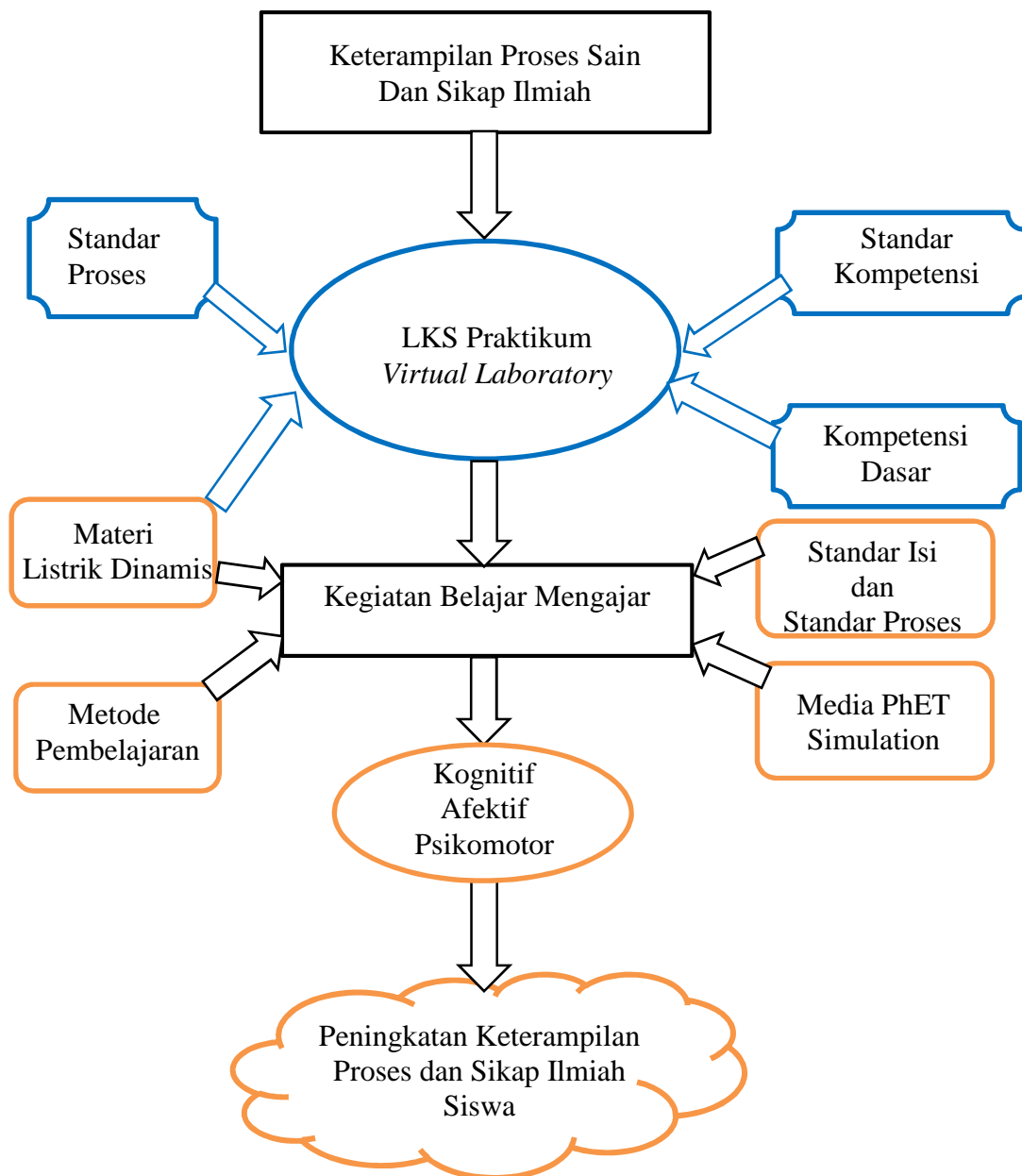
Penilaian autentik untuk mengukur kompetensi dan kemampuan siswa dalam pembelajaran, yaitu kognitif, afektif, dan psikomotor . Penilaian dilakukan selama dan sesudah proses pembelajaran berlangsung akan membantu mengarahkan sifat bawaan yang buruk untuk menjadi sikap yang baik dalam kehidupan sehari- hari melalui proses panjang yang terjadi pada proses pembelajaran baik di kelas dan di luar kelas. Guru juga sangat berperan penting dalam pembentukan sikap siswa.

Indikator yang akan diteliti adalah memberikan tanggapan, kerjasama antara kelompok dan sikap siswa terhadap pembelajaran listrik dinamis dengan menggunakan LKS praktikum *virtual laboratory* dan memanfaatkan media *PhET simulation* sebagai suplemen eksperimen. Penilaian terhadap sikap yang telah diperoleh dapat bermanfaat untuk melakukan upaya-upaya perbaikan dan peningkatan kualitas pribadi dan kemampuan profesional guru.

Hasil belajar dalam proses pembelajaran dikaitkan dengan perubahan tingkah laku yang terjadi setelah belajar. KPS diharapkan dapat memunculkan perubahan tingkah laku yang ditandai dengan peningkatan hasil belajar. Indikator KPS yang akan dibahas adalah pada kemampuan peserta didik untuk dapat memecahkan persoalan dan bertindak (melakukan observasi, bereksperimen, pengamatan, interpretasi, klasifikasi, prediksi, dan hipotesa hasil data) terhadap hal yang dipelajari tersebut, lalu mengkomunikasikan hasilnya. Berdasarkan uraian di atas dapat dikatakan bahwa dalam kegiatan belajar mengajar siswa dapat menggunakan ranah kognitif, afektif, dan psikomotor. Sehingga proses

pembelajaran menggunakan pendekatan keterampilan proses dengan metode eksperimen dan demonstrasi dengan kemampuan analisis terhadap prestasi afektif akan menjadi lebih baik.

Untuk dapat memberikan gambaran yang lebih jelas, berikut diagram kerangka pikir yang disajikan pada gambar 7.



Gambar 7. Kerangka Pikir

III. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

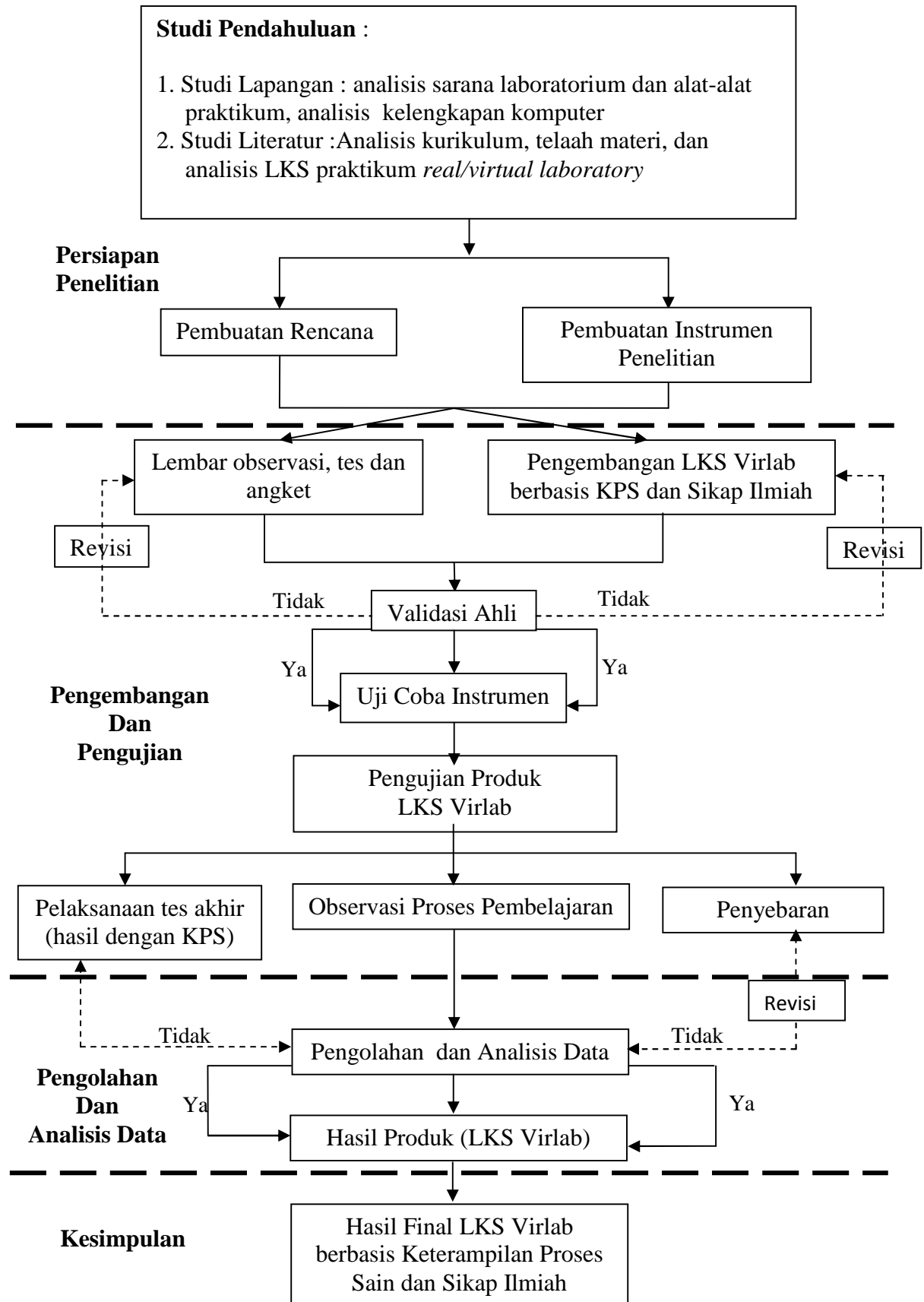
Penelitian ini menggunakan gabungan metode kuantitatif dan kualitatif (*concurrentmix method*) secara bersamaan untuk memperoleh analisis komprehensif atas masalah penelitian sebagaimana yang dikemukakan Creswell (2013: 23). Model penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian pengembangan (*Research and Development*) yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2009 : 409).

Penelitian pengembangan menurut Borg & Gall (1989:782) merupakan proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan. Langkah-langkah pengembangan meliputi kegiatan, yaitu penelitian dan pengumpulan informasi (*research and information collection*), perencanaan (*planning*), pengembangan produk pendahuluan (*develop preliminary form of product*), uji coba pendahuluan (*preliminary field study*), revisi terhadap produk utama (*main product revision*), uji coba utama (*main field testing*), revisi produk operasional (*operational product revision*), uji coba operasional (*operational field testing*), revisi produk akhir (*final product revision*) dan desiminasi (*dessimination*).

Kesepuluh langkah-langkah Borg & Gall (1989) tersebut kemudian dilakukan penyederhanaan dan penyesuaian sesuai kebutuhan penelitian. Langkah-langkah model pengembangan yang diadaptasi dari prosedur pengembangan menurut Sugiyono (2009 : 408) tersebut meliputi: (1) Potensi dan masalah, (2) Pengumpulan Data, (3) Desain Produk, (4) Validasi Desain, (5) Revisi Desain, (6) Uji Coba Produk, (7) Revisi Produk, (8) Uji Coba Pemakaian, (9) Revisi Produk, dan (10) Produksi Masal.

Langkah-langkah penelitian yang dilaksanakan berdasarkan penyederhanaan dan penyesuaian dengan kebutuhan penelitian terbagi dalam tiga tahap penelitian, yaitu tahap persiapan penelitian (studi pendahuluan), tahap pengembangan dan pengujian (pelaksanaan penelitian) dan tahap pengolahan dan analisis data (tahap akhir penelitian).

Langkah penelitian yang dilaksanakan sesuai alur penelitian dan pengembangan seperti yang dapat disajikan dalam gambar 8.



Gambar 8. Langkah-langkah Pengembangan dan alur penelitian

B. Tahap-Tahap Penelitian

Pelaksanaan langkah-langkah ketiga tahapan yang menjadi prosedur penelitian dan pengembangan.

1. Tahap Persiapan Penelitian

Langkah pertama pada tahap persiapan penelitian yaitu melakukan studi pendahuluan yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi, kajian pustaka dan identifikasi masalah yang dijumpai dalam pembelajaran (kegiatan praktikum), serta merangkum permasalahan. Tahapan yang dilaksanakan dalam studi pendahuluan terdiri atas studi lapangan dan studi literatur kemudian melakukan persiapan penelitian yaitu pembuatan rencana dan pembuatan instrumen penelitian.

a. Studi Lapangan

Tahap studi lapangan adalah tahap pengumpulan data sarana prasarana laboratorium Fisika untuk kegiatan praktikum, dan analisis kelengkapan komputer. Data informasi diperoleh dari angket pengungkap kebutuhan guru dan siswa di lapangan. Aspek yang ditanggapi oleh guru dan siswa ditabulasi dan dikelompokkan berdasarkan indikatornya, lalu dilakukan perhitungan persentase.

b. Studi Literatur

Tahap studi literatur dalam penelitian ini adalah studi untuk mengumpulkan data dari dokumen kurikulum. Analisis yang dilakukan mencakup analisis kurikulum, telaah materi fisika di SMA sesuai kompetensi dasar tentang

kelistrikan dan analisis LKS praktikum *real/virtual laboratory*. Data yang diperoleh dianalisis selanjutnya melakukan analisis terhadap beberapa penelitian tentang LKS praktikum.

c. Pembuatan Rencana sesuai dengan Potensi dan Masalah

Penelitian dilakukan berawal dari adanya analisis proses, model dan sarana pembelajaran. Pada tahap ini, dilakukan penelitian yang bertujuan untuk menggali informasi mengenai media pembelajaran yang ada di sekolah. Potensi dan masalah yang muncul saat dilakukan penelitian pendahuluan menunjukkan kelengkapan sarana laboratorium di sekolah rata-rata hanya 40%. Guru yang belum menggunakan bahan ajar berupa LKS praktikum sebanyak 70%, dan guru yang dalam pembelajaran fisika membutuhkan LKS praktikum diperoleh data 80%. Pada kenyataannya LKS secara umum yang digunakan guru dalam pembelajaran belum memuat tentang kegiatan praktikum untuk merencanakan percobaan/penyelidikan sesuai dengan materi pembelajaran dan membutuhkan peralatan praktikum *real* yang memadai. Sementara di sekolah-sekolah ketersediaan alat laboratorium untuk praktikum masih kurang. Bahkan sebagian beberapa sekolah belum memiliki ruang laboratorium untuk kegiatan praktikum.

d. Pembuatan Instrumen Penelitian

Selanjutnya perlu dikumpulkan berbagai informasi yang dapat digunakan sebagai bahan untuk perencanaan produk yang dapat mengatasi masalah. Data dan informasi dikumpulkan melalui studi literatur, studi lapangan, kajian pustaka dari berbagai buku dan jurnal penelitian. Kemudian melakukan

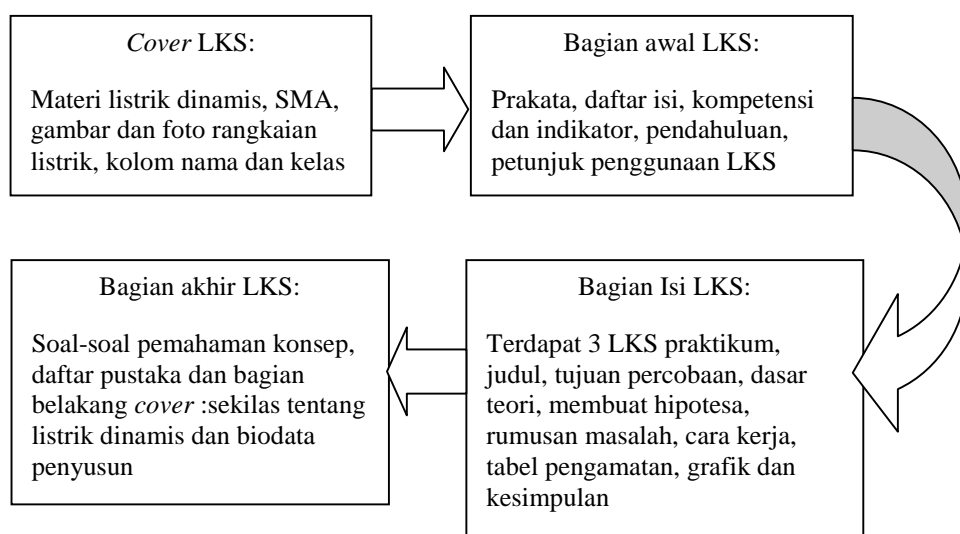
pembuatan LKS praktikum *virtual laboratory* serta membuat soal *pre-test* dan *post-test*. Instrumen penelitian yang dibuat yaitu instrumen pengungkap kebutuhan guru dan siswa, uji ahli materi, ahli media dan uji kemenarikan, kemanfaatan dan keefektifan LKS praktikum *virtual laboratory*.

2. Tahap Pelaksanaan Penelitian

A. Tahap Pengembangan dan Pengujian Produk

1. Desain produk atau pengembangan perangkat berbasis *Virtual laboratory*

Hasil awal dari serangkaian penelitian pendahuluan adalah desain produk yang berupa rancangan produk yang dikembangkan seperti gambar berikut.



Gambar 9. Rancangan produk LKS praktikum *virtual laboratory*

Hasil akhir dari tahap ini adalah sebuah produk atau pengembangan perangkat pembelajaran berupa LKS praktikum *Virtual laboratory* berbasis keterampilan proses sains dan sikap ilmiah yang lengkap.

2. Validasi desain oleh ahli

Untuk menilai bahwa rancangan produk baru secara rasional lebih efektif dari yang lama, dilakukan validasi desain oleh ahli materi/desain pembelajaran, dan ahli media. Validasi desain dilakukan dengan cara menghadirkan beberapa pakar atau tenaga ahli yang sudah berpengalaman dibidangnya dengan kualifikasi akademik S3 dan berprofesi sebagai Dosen bidang IPA (Fisika) Pasca Sarjana FKIP Universitas Lampung untuk menilai produk tersebut. Validasi desain ini dilakukan untuk mengetahui kelemahan dan kelebihan produk yang dikembangkan. Instrumen angket uji ahli digunakan untuk mengumpulkan data tentang kelayakan produk berdasarkan kesesuaian atau tidaknya sebagai sumber belajar.

3. Revisi Desain

Setelah dilakukan uji validasi desain oleh ahli, maka diketahui kelemahannya. Kelemahan produk yang dihasilkan selanjutnya diperbaiki sesuai dengan saran dari ahli.

4. Uji coba instrumen dan pengujian produk

Hasil perbaikan yang dilakukan oleh uji ahli selanjutnya dibuat dan diuji cobakan dalam kegiatan pembelajaran. Uji coba ini merupakan pengujian kelompok kecil yang dilakukan terbatas. Pengujian dilakukan dengan memilih beberapa siswa yang dapat mewakili populasi siswa kelas XI IPA di SMA Negeri 10 dan SMA Muhammadiyah 2 Bandar Lampung. Uji coba ini dilakukan untuk mengetahui kemenarikan dalam pemakaian

produk, dan kemanfaatan produk yang telah dibuat. Instrumen yang digunakan untuk uji coba ini adalah angket kemenarikan, kemanfaatan, dan keefektifan.

5. Revisi Desain

Setelah diketahui kemenarikan, kemanfaatan dan keefektifan produk melalui uji coba yang dilakukan, selanjutnya desain direvisi kembali dengan tujuan untuk memperbaiki kelemahan-kelemahan yang mungkin masih ada. Revisi ini dilakukan untuk penyempurnaan produk yang sesuai dengan kondisi di lapangan.

6. Uji coba pemakaian produk LKS *Virtual laboratorium*

Produk yang telah diuji cobakan dan direvisi, selanjutnya dilakukan dengan subyek yang lebih luas, dengan tujuan untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap produk mengenai kemenarikan, kemanfaatan, dan keefektifan penggunaan produk dalam ruang lingkup yang lebih luas. Uji coba dilakukan pada kelas eksperimen. Uji coba pada kelas eksperimen dengan menggunakan desain LKS *Virtual Laboratory* berbasis keterampilan proses sains dan sikap ilmiah. Kemudian siswa diberi lembar observasi/pengamatan yang berisi tentang kemenarikan, kemanfaatan, dan keefektifan produk. Pengujian produk LKS praktikum *Virtual laboratory* secara langsung di kelas selain penyebaran angket juga dilakukan observasi proses pembelajaran. Pengujian akhir produk LKS praktikum *Virtual laboratory* dengan mengadakan pelaksanaan tes akhir untuk melihat hasil keterampilan proses sains dan sikap ilmiah siswa.

7. Revisi Produk

Revisi dilakukan jika dalam pemakaian produk masih terdapat kekurangan. Pada tahap ini revisi kembali dilakukan sebelum pengolahan dan analisis data agar produk yang dikembangkan betul-betul sesuai dengan kebutuhan di lapangan. Setelah revisi produk, langkah terakhir adalah menghasilkan produk akhir. Produk akhir yang dihasilkan ini berupa LKS praktikum *virtual laboratory* berbasis keterampilan proses sains dan sikap ilmiah siswa.

B. Tahap Penelitian Penggunaan Produk

Model pembelajaran dengan *virtual* praktikum diterapkan pada kelas eksperimen menggunakan LKS praktikum *virtual laboratory* hasil pengembangan, sedangkan model pembelajaran konvensional diterapkan pada kelas kontrol. Di awal pembelajaran pada kedua kelas diberikan soal *pre-test* yang sama tentang materi listrik dinamis. Pengujian produk dilaksanakan pada proses pembelajaran praktikum secara *virtual laboratory* yang berlangsung sebanyak 5 kali pertemuan. Pelaksanaan praktikum *virtual laboratory* dilakukan secara individu dan kelompok menggunakan satu komputer atau laptop. Dan dilakukan observasi proses pembelajaran yang berlangsung dengan memperhatikan indikator-indikator keterampilan proses sains dan sikap ilmiah siswa. Masing-masing siswa mengerjakan tugas sesuai dengan petunjuk pada LKS praktikum *virtual laboratory*. Tugas yang harus dikerjakan ada dua, yaitu tugas berupa penemuan konsep dan penerapan

konsep dalam bentuk soal esai yang harus dikerjakan perorangan dengan tujuan untuk mengetahui pencapaian hasil belajar setiap individu dalam setiap pertemuan. Pada akhir pertemuan siswa diberi angket tentang kemenarikan, kemanfaatan dan keefektifan dalam menggunakan LKS praktikum *virtual laboratory*.

3. Tahap Akhir Penelitian

Penelitian diakhiri dengan memberikan *post test* berupa tes hasil belajar fisika pada kedua kelompok penelitian. Bentuk tes yang digunakan adalah tes obyektif yang diperluas sebanyak 15 butir soal. Uji prasyarat dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil belajar fisika siswa tersebut dapat dianalisis dengan statistik yang digunakan dalam analisis data. Adapun uji prasyarat yang harus terpenuhi adalah: uji normalitas sebaran data dan uji homogenitas varians antar individu dalam kelas. Kisi-kisi soal *pre-test* dan *post-test*, soal dan kunci jawabannya serta hasil uji coba soal terdapat pada lampiran 26 sampai dengan lampiran 32.

C. Lokasi dan Subyek Uji Coba Produk

Uji coba dilaksanakan di SMA Negeri 10 dan SMA Muhammadiyah 2 Bandar Lampung. Langkah dalam penelitian ini dikelompokkan berdasarkan tiga tahap pokok penelitian, yaitu penelitian pada tahap studi pendahuluan, tahap pengembangan, dan tahap pengujian atau implementasi, serta tahap pengolahan dan analisis data dengan mempertimbangkan aspek kurikulum dan tujuan penelitian. Pada tahap studi pendahuluan, terdapat dua kegiatan

pengumpulan informasi yaitu studi lapangan dan studi literatur. Studi lapangan yang dilakukan untuk mencari informasi melalui tanggapan siswa dan guru tentang sarana laboratorium dan alat-alat praktikum, kelengkapan komputer untuk *virtual laboratory* dengan menggunakan *PhET simulation* dan informasi analisis kebutuhan media pembelajaran LKS praktikum. Teknik *purposive sampling* digunakan untuk memilih subjek penelitian pada tahap studi pendahuluan ini.

Subjek evaluasi pengembangan dan pengujian produk terdiri dari ahli bidang isi atau materi/ desain, ahli media, dan uji satu lawan satu. Uji ahli materi dilakukan oleh ahli bidang isi atau materi yang bertujuan untuk mengevaluasi isi materi pembelajaran dan uji ahli desain dilakukan oleh ahli desain atau media. Subyek uji coba produk yaitu uji satu lawan satu diambil dari sampel penelitian.

D. Prosedur Pengembangan

Penelitian dan pengembangan yang dilakukan yaitu sebagai kegiatan pengumpulan, pengolahan, analisis dan penyajian data yang dilakukan secara sistematis dan objektif yang disertai dengan kegiatan mengembangkan sebuah produk untuk mengembangkan sesuatu menjadi lebih baik atau sempurna. Penelitian pengembangan bertujuan untuk menghasilkan sebuah produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada yang dapat dipertanggungjawabkan. Produk yang dihasilkan (dalam dunia pendidikan) berupa perangkat pembelajaran yaitu LKS praktikum *virtual laboratory*, dan soal-soal uji pemahaman konsep sebagai alat penilaian.

Pelaksanaan pembelajaran secara *virtual laboratory* menggunakan alat-alat dalam program (*software*) komputer berupa media *PhET Simulation*, yang dioperasikan dengan komputer . LKS tersebut memuat kegiatan-kegiatan mendasar yang harus dilakukan oleh siswa untuk memahami dan membentuk kemampuan dasar sesuai dengan indikator pencapaian yang dituju sesuai dengan situasi dan kondisi pembelajaran.

E. Teknik Pengumpulan Data

Data dalam penelitian pengembangan ini diperoleh melalui tiga metode, yaitu metode observasi, metode angket, dan metode tes khusus.

1) Metode Observasi

Pada tahap studi pendahuluan dilakukan observasi untuk memperoleh data mengenai kelengkapan sarana dan prasarana di sekolah, seperti ketersediaan media dan sumber belajar, laboratorium komputer, laboratorium fisika dan alat/bahan laboratorium fisika . Indikator ketersediaan media seperti ada tidaknya LCD, fasilitas internet dan sumber belajar seperti LKS. Dan indikator sarana prasarana ada tidaknya laboratorium komputer dan laboratorium fisika, serta lengkap tidaknya alat/bahan di laboratorium fisika.

2) Metode Angket

Data dalam penelitian pengembangan ini diperoleh melalui instrumen angket yang digunakan untuk menganalisis kebutuhan guru dan siswa dalam menggunakan LKS praktikum *virtual laboratory* sebagai penunjang

pembelajaran. Angket diberikan kepada guru dan siswa untuk mengetahui kebutuhan akan LKS tersebut. Instrumen angket uji ahli digunakan untuk mengumpulkan data tentang kelayakan produk, berdasarkan kesesuaian desain dan isi materi pada produk yang telah dikembangkan. Instrumen angket respon pengguna digunakan untuk mengumpulkan data tentang kemenarikan, kemanfaatan dan keefektifan produk, serta tanggapan siswa terhadap produk dalam mencapai tujuan pembelajaran yang sesuai dengan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang harus terpenuhi.

a. Kemenarikan LKS Praktikum *Virtual Laboratory*

Kemenarikan produk LKS Praktikum *Virtual Laboratory* diperoleh dari siswa saat uji lapangan. Secara operasional, kemenarikan ditentukan berdasarkan data kualitatif yang diperoleh dari sebaran angket. Hasilnya dikonversikan ke dalam data kuantitatif dan skor penilaian dihitung berdasarkan rasio jumlah skor jawaban responden sebagai sampel uji coba dan jumlah skor penilaian tertinggi.

b. Kemanfaatan LKS Praktikum *Virtual Laboratory*

Kemanfaatan LKS Praktikum *Virtual Laboratory* dalam membantu proses pembelajaran ketika mendapatkan respon positif dari siswa karena menumbuhkan minat dan menghindarkan siswa dari kejenuhan.

Kemanfaatan penggunaan LKS Praktikum *Virtual Laboratory* dalam laboratorium virtual terukur jika terjadi peningkatan pemahaman dan pengalaman belajar fisika terutama tentang listrik dinamis yang diperkuat

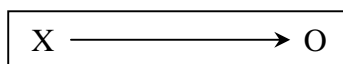
dengan pernyataan siswa yang sebagian besar mengungkapkan setuju menggunakan LKS Praktikum *Virtual Laboratory*.

c. Keefektifan LKS Praktikum *Virtual Laboratory*

Efektivitas pembelajaran merupakan pengukuran hasil belajar yang diharapkan dapat dicapai siswa sehubungan dengan prestasi sekolah sesuai dengan hasil belajar. Secara operasional, efektivitas pembelajaran menggunakan LKS praktikum *virtual laboratory* adalah pengukuran kemampuan siswa berdasarkan peningkatan hasil belajar sebelum dan setelah mengikuti pembelajaran menggunakan metode tes khusus. Pembelajaran menggunakan LKS praktikum *virtual laboratory* dikatakan efektif jika nilai rata-rata setelah mengikuti pembelajaran lebih tinggi dari pada nilai rata-rata sebelum mengikuti pembelajaran. Atas dasar inilah dihitung persentasi siswa yang memperoleh nilai di atas KKM yang digunakan.

3) Metode Tes Khusus

Metode tes khusus dilakukan untuk mengetahui tingkat keefektifan suatu produk yang dikembangkan. Desain penelitian yang digunakan adalah *Single One Shot Case Study*. Gambar desain yang digunakan menurut Sugiyono (2009 : 435) dapat dilihat pada gambar 10, berikut ini :



Gambar 10. Desain Penelitian *Single One Shot Case Study*

Keterangan:

X= *Treatment*, penggunaan lembar kerja siswa
O = Hasil belajar siswa

Tes khusus ini dilakukan pada satu kelas eksperimen siswa kelas X di SMA Negeri 10 dan SMA Muhammadiyah 2 Bandar Lampung. Pada tahap ini siswa sebelum melaksanakan pembelajaran menggunakan LKS praktikum *virtual laboratory* yang dikembangkan diberikan soal *pre-test* dan siswa melakukan kegiatan praktikum sesuai tahapan-tahapan dalam LKS praktikum *virtual laboratory*, setelah pembelajaran siswa diberi soal *post-test*. Soal tes disusun dalam tipe uraian, terdiri dari lima belas item soal berdasarkan indikator keterampilan proses. Hasil *pre test* dan *post-test* digunakan untuk mengetahui ketercapaian tujuan pembelajaran sesuai dengan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang digunakan.

F. Kisi-kisi Instrumen Uji Terbatas dan Uji Lapangan

Uji produk yang dilakukan yaitu uji perorangan, dan uji kelompok kecil serta serangkaian uji validasi produk oleh ahli yaitu pakar desain produk pembelajaran, pakar materi pembelajaran fisika dan pakar multimedia. Uji ini dilakukan untuk menentukan apakah produk yang dikembangkan layak digunakan atau tidak, berdasarkan kriteria yang sudah ditentukan. Kriteria yang dibuat adalah (1) kriteria pembelajaran (*instructional criteria*); (2) kriteria materi (*material review*), yang mencakup isi (*content*), materi dan aktivitas belajar dan (3) kriteria tampilan (*presentation criteria*) yang mencakup desain antar muka, kualitas dan penggunaan media serta interaksi media (Lee & Owen, 2008:367).

Pada uji lapangan, uji coba meliputi uji kemenarikan, kemanfaatan dan keefektifan LKS praktikum *virtual laboratory*, menggunakan instrumen-

instrumen yang disesuaikan dengan kebutuhan uji coba seperti uji perorangan dan kelompok kecil, uji ahli materi dan ahli media. Instrumen uji efektifitas adalah soal *pre-test* dan soal *post-test* serta uji pemahaman konsep berupa soal-soal materi listrik dinamis. Aspek yang diteliti dan dikembangkan dalam bentuk instrumen dengan kisi-kisi instrumen uji coba produk untuk uji perorangan dan kelompok kecil menggunakan angket seperti pada tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 3. Kisi-kisi Instrumen Uji Perorangan, dan Kelompok kecil.

No	Aspek yang Dievaluasi	Indikator	Jumlah Butir
1.	Kemenarikkan LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i>	1. Komposisi warna	2
		2. Penggunaan gambar	1
		3. Keterangan gambar	1
		4. Ukuran huruf	1
		5. Keterbacaan teks	1
		6. Alur penyajian materi	1
2.	Kemudahan penggunaan LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i>	7. Kemudahan bahasa yang digunakan	1
		8. Kemudahan penggunaan LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i>	1
		9. Ketersediaan petunjuk kerja/praktikum	1
		10. Ketersediaan tabel data	1
3.	Peran LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i> dalam proses pembelajaran	11. Kejelasan uraian materi	1
		12. Penumbuhan motivasi belajar	1
		13. Memungkinkan siswa belajar/bekerja mandiri	1
4.	Kualitas Fisik LKS Praktikum <i>Virtual Laboratory</i>	14. Kemenarikkan isi LKS	1
		15. Kesesuaian antara gambar dengan materi	1
		16. <i>Layout</i> /perwajahan dari LKS secara keseluruhan	1
		17. Kesesuaian warna LKS secara keseluruhan	1
Jumlah total			18

Tabel 4. Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli Desain Pembelajaran Menggunakan Angket

Aspek yang dievaluasi	Indikator	Jumlah Butir
Aspek Pembelajaran	1. Kejelasan Indikator/tujuan pembelajaran (realitas terukur)	1
	2. Relevansi indikator dengan Kurikulum/SK/KD dari Standar Isi	1
	3. Penggunaan bahasa yang baik dan benar	1
	4. Sistematis materi (runut dan logis)	1
	5. Kejelasan uraian materi	1
	6. Relevansi dan konsistensi alat praktikum dengan materi	1
	7. Relevansi tabel data dengan materi praktikum	1
	8. Penumbuhan motivasi belajar	1
	9. Relevansi dan konsistensi alat evaluasi dengan materi praktikum	5
	10. Pemberian umpan balik terhadap hasil praktikum dan evaluasi	1
	11. LKS praktikum <i>virtual laboratory</i> memungkinkan siswa belajar secara mandiri	1
Jumlah Total		15

Tabel 5. Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli Multi Media Menggunakan Angket

No	Aspek yang dievaluasi	Indikator	Jumlah Butir
1.	Aspek tampilan dan peran LKS praktikum <i>virtual laboratory</i>	1. Kemenarikkan LKS praktikum <i>virtual laboratory</i> menggunakan media <i>PhET Simulation</i>	3
		2. Kemudahan penggunaan LKS praktikum <i>virtual laboratory</i> menggunakan media <i>PhET Simulation</i>	3
		3. Peran LKS praktikum <i>virtual laboratory</i> dalam proses pembelajaran	3
		4. Kualitas fisik LKS praktikum <i>virtual laboratory</i>	3
2.	Aspek kemanfaatan LKS praktikum <i>virtual laboratory</i>	5. Konsep yang disajikan mudah dipelajari, dipahami dan sistematis	3
		6. Memberikan kesempatan pada siswa untuk belajar sesuai dengan kecepatan masing-masing	3
		7. Tidak menimbulkan kejenuhan karena dilengkapi dengan gambar dan animasi	1

No	Aspek yang dievaluasi	Indikator	Jumlah Butir
		serta soal latihan yang bervariasi	
		8. Ada pengulangan yang harus dilakukan saat terjadi kesalahan prosedur kerja praktikum <i>virtlab</i> sehingga siswa lebih memahami materi	2
3.	Aspek keefektifan LKS praktikum <i>virtual laboratory</i>	9. Keefektifan LKS praktikum <i>virtual laboratory</i> menggunakan media <i>PhET Simulation</i> lebih mudah, simpel, praktis dan cepat prosesnya	4
		10. Praktikum menggunakan LKS praktikum <i>virtual laboratory</i> dengan media <i>PhET Simulation</i> lebih teliti	3
		11. Praktikum <i>virtual laboratory</i> dengan media <i>PhET Simulation</i> dapat menggunakan laptop/komputer sendiri dapat dikerjakan di sekolah atau di rumah	2
Jumlah total			30

G. Teknik Analisis Data

Setelah data-data hasil angket dikumpulkan, yaitu data hasil dari analisis kebutuhan guru dan siswa, data tersebut digunakan untuk menyusun latar belakang dan tingkat kebutuhan produk yang dikembangkan. Data kesesuaian materi pembelajaran dan desain pada produk diperoleh dari ahli materi dan ahli desain melalui uji validasi ahli. Data kesesuaian tersebut digunakan untuk mengetahui tingkat kelayakan produk yang dihasilkan. Data kemenarikan, kemanfaatan dan keefektifan produk diperoleh dari uji lapangan yang dilakukan secara langsung kepada siswa. Sedangkan data tingkat keefektifan produk diperoleh melalui tes tertulis setelah produk digunakan. Analisis data hasil tes untuk mengukur tingkat keefektifan menggunakan kriteria keterampilan proses sains dan sikap ilmiah sebagai pembanding setelah menggunakan LKS praktikum

virtual laboratory hasil pengembangan. Sedangkan data hasil belajar yang diperoleh melalui tes setelah pemakaian produk digunakan untuk menentukan tingkat efektifitas produk sebagai bahan ajar pembelajaran. Analisis data dilakukan sesuai prosedur yang telah ditentukan.

1) Uji Normalitas

Data efektivitas penggunaan LKS *virtual laboratory* dinilai dari aspek kognitif nilai *pretest* dan *posttest*. Nilai *pretest* dan *posttest* diuji menggunakan *One Sample Kolmogorov-Smirnov test* dengan SPSS apakah data terdistribusi normal.

Jika $\text{sig} > 0,05$ maka H_0 diterima data berdistribusi normal

Jika $\text{sig} < 0,05$ maka H_1 ditolak data tidak berdistribusi normal

a) Merumuskan hipotesis

H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

b) Kriteria pengujian

Jika signifikansi $\geq 0,05$, maka H_0 diterima

Jika signifikansi $< 0,05$, maka H_1 ditolak

2) Uji Homogenitas

Homogenitas digunakan untuk mengetahui varian dari populasi kelompok eksperimen atau kelompok kontrol sama atau tidak. Uji Homogenitas digunakan sebagai bahan acuan untuk menentukan keputusan uji statistik.

Adapun dasar pengambilan keputusan dalam uji homogenitas adalah:

- a. Jika nilai signifikan $> 0,05$, maka dikatakan bahwa varian dari kelompok eksperimen dan kelompok kontrol adalah sama.
- b. Jika nilai signifikansi $< 0,05$, maka dikatakan bahwa varian dari kelompok eksperimen dan kelompok kontrol adalah tidak sama.

3) Analisis data Uji Ahli

Analisis data berdasarkan instrumen uji ahli (materi dan desain) yang diperoleh, selanjutnya diolah dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum X}{\sum X_i} \times 100\%$$

Di mana:

P = Presentase yang dicari

$\sum X$ = Jumlah nilai jawaban responden

$\sum X_i$ = Jumlah nilai ideal

Sedangkan sebagai dasar pengambilan keputusan untuk merevisi produk yang dihasilkan digunakan kriteria penilaian yang diadaptasi dari buku

Dasar- Dasar Evaluasi Pendidikan (Arikunto, 2006) seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Kriteria Tingkat Kevalidan dan Revisi Produk

Persentase (%)	Kriteria Validasi
76 – 100	Valid
56 – 75	Cukup Valid
40 – 55	Kurang Valid
0 – 39	Tidak Valid

Sumber: (Arikunto, 2006 : 276)

Analisis data yang dilakukan berdasarkan instrumen uji validasi ahli dan uji lapangan, bertujuan untuk menilai sesuai atau tidak produk yang dihasilkan sebagai salah satu sumber pembelajaran. Pada instrumen angket penilaian uji validasi ahli memiliki 4 pilihan jawaban yang sesuai dengan konten pertanyaan, yaitu: “tidak valid”, ”kurang valid”, ”cukup valid”, dan “valid”. Revisi dilakukan pada konten pernyataan yang diberi jawaban : “tidak valid”, dan ”kurang valid”, atau ahli memberi masukan khusus terhadap produk yang telah dibuat.

4) Analisis Uji Kemerarikan, dan Kemanfaatan LKS *Virtual Laboratory*

Data kemenarikan produk diperoleh dari siswa pada tahap uji lapangan. Instrumen angket terhadap penggunaan produk memiliki 4 pilihan jawaban yang sesuai dengan konten pertanyaan, yaitu: “tidak menarik”, ”cukup menarik”, ”menarik”, dan “sangat menarik”. Data kemanfaatan produk juga memiliki 4 pilihan jawaban, yaitu: “tidak bermanfaat”, ”cukup bermanfaat”, ”bermanfaat”, dan “sangat bermanfaat”. Penskoran jawaban responden dalam uji kemenarikan, dan uji kemanfaatan penggunaan LKS hasil pengembangan berdasarkan skala Likert seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Skor Penilaian terhadap Pilihan Jawaban.

Pilihan Jawaban	Pilihan Jawaban	Skor
Sangat Menarik	Sangat Bermanfaat	4
Menarik	Bermanfaat	3
Cukup Menarik	Cukup Bermanfaat	2
Tidak Menarik	Tidak Bermanfaat	1

Sumber: (Sugiyono, 2009: 134)

Kualitas kemenarikan, dan kemanfaatan produk dapat ditetapkan dengan mengkonversi skor dari Tabel 3.5. menjadi rentang persentase dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor ideal}} \times 100\%$$

(Sugiyono, 2009: 137)

Skor secara keseluruhan mengenai tingkat kemenarikan dan kemanfaatan LKS *Virtual laboratory* hasil pengembangan dengan menggunakan tafsiran Arikunto, (1997: 195) seperti pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Kriteria Tingkat Kemenarikan dan kemanfaatan Produk

Persentase (%)	Kriteria Kemenarikan	Kriteria kemanfaatan
90 – 100	Sangat Menarik	Sangat Bermanfaat
70 – 89	Menarik	Bermanfaat
50 – 69	Cukup Menarik	Cukup Bermanfaat
0 – 49	Kurang Menarik	Kurang Bermanfaat

Sumber: (Arikunto, 1997 : 195)

Makna rentang persentase sebagai berikut : (a) sangat menarik, dan sangat bermanfaat (90%-100%), (b) menarik, dan bermanfaat (70%-89%), (c) cukup menarik, dan cukup bermanfaat (50%-69%), (d) kurang menarik, dan kurang bermanfaat (0%-49%).

5) Analisis Uji Keefektifan LKS *Virtual Laboratory*

Untuk menguji uji keefektifan LKS *Virtual Laboratory* pada tahap Uji Coba Produk (*Pretest- posttest Control group Design*) dianalisis menggunakan *Independen t-test*. Sedangkan tingkat efektivitas produk berdasarkan rata-rata nilai gain ternormalisasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan *n-gain* (Hake, 1999) sebagai berikut:

$$(g) = \frac{(S_f) - (S_i)}{S_m - S_i} \times 100\%$$

Keterangan:

(g) = gain ternormalisasi

(S_f) = nilai *posttest*

(S_i) = nilai *pretest*

S_m = nilai maksimum

Nilai rata-rata gain ternormalisasi kemudian diklasifikasikan dan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Rata-rata Gain Ternormalisasi dan Klasifikasinya

Rata-rata gain ternormalisasi	Klasifikasi	Tingkat Keefektifitan
$(g) \geq 0,70$	Tinggi	Efektif
$0,30 < (g) < 0,70$	Sedang	Cukup efektif
$(g) < 0,30$	Rendah	Kurang efektif

Sumber: (Hake,1998: 66)

6) **Analisis tanggapan peserta didik terhadap penerapan LKS *Virtual Laboratory***

Data tanggapan peserta didik terhadap penerapan LKS *Virtual Laboratory* materi Listrik Dinamis berbasis keterampilan proses sains dan sikap ilmiah, dianalisis dengan menggunakan skala Linkert. Skala *Linkert* untuk mengetahui respon atau tanggapan siswa tentang penerapan LKS *Virtual Laboratory* pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Skor tanggapan siswa terhadap penerapan LKS *Virtual Laboratory* materi Listrik Dinamis berbasis keterampilan proses sains dan sikap ilmiah

Tanggapan Siswa	Skor
Sangat baik	4
Baik	3
Cukup baik	2
Kurang baik	1

Sumber: (Sugiyono, 2009: 137)

Kualitas tanggapan siswa terhadap penerapan LKS *Virtual Laboratory* dapat ditetapkan dengan mengkonversi skor dari Tabel 10 menjadi rentang persentase dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor ideal}} \times 100\%$$

(Sugiyono, 2009: 137)

Skor secara keseluruhan mengenai tanggapan siswa terhadap penerapan LKS Praktikum *Virtual Laboratory* hasil pengembangan dengan menggunakan tafsiran Arikunto (1997: 195) seperti pada Tabel 11.

Tabel 11. Kriteria Tanggapan Siswa Terhadap Penerapan Produk

Persentase (%)	Kriteria Kemenarikan
90 – 100	Sangat Baik
70 – 89	Baik
50 – 69	Cukup Baik
0 – 49	Kurang Baik

Sumber: (Arikunto, 1997 : 195)

Makna rentang persentase sebagai berikut: sangat baik (90%-100%), baik (70%-89%), cukup baik, (50%-69%), kurang baik (0%-49%).

H. Hipotesis Statistik

Pengujian hipotesis statistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji kesamaan dua rata-rata dan uji perbedaan dua rata-rata dari kelas eksperimen dan kelas kontrol. Uji kesamaan dua rata-rata dilakukan pada keterampilan awal (*pre-test*), sedangkan uji perbedaan rata-rata dilakukan pada data keterampilan akhir (*post-test*) dan *n-gain*.

Hipotesis pertama:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ (ada perbedaan antara rata-rata nilai prestasi siswa kelas eksperimen dengan kelas kontrol).

Hipotesis kedua:

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$ (rata-rata nilai prestasi siswa kelas eksperimen lebih besar dari kelas kontrol).

Kriteria uji hipotesis penelitian pengembangan LKS Praktikum *Virtual Laboratory* materi Listrik Dinamis berbasis keterampilan proses sains dan sikap ilmiah untuk menentukan tingkat efektivitas perlakuan sampel dengan melihat *n-gain* ternormalisasi keterampilan proses dan sikap ilmiah sebagai berikut:

- Jika angka signifikansi rata-rata hasil belajar siswa $< 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.
- Jika angka signifikansi rata-rata hasil belajar siswa $> 0,05$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka disimpulkan sebagai berikut:

1. Dihasilkan LKS Praktikum *Virtual Laboratory* pada pelajaran fisika konsep listrik dinamis dengan pendekatan keterampilan proses dan sikap ilmiah siswa yang memiliki karakteristik kemenarikan dan kemanfaatan untuk meningkatkan hasil belajar siswa yang berisi langkah-langkah kegiatan praktikum *virtual*, mencakup aspek penilaian dan indikator keterampilan proses dan sikap ilmiah siswa, serta uji pemahaman konsep sebagai uji kompetensi yang dilengkapi dengan petunjuk penggunaan LKS Praktikum *Virtual Laboratory*.
2. LKS Praktikum *Virtual Laboratory* yang dihasilkan telah tervalidasi ahli materi dan media serta sudah diuji cobakan sesuai teori dengan kualitas: menarik dan sangat bermanfaat bagi siswa dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan proses dan sikap ilmiah siswa berdasarkan peningkatan hasil belajar siswa terlihat dari nilai *pre-test* dan *post-test* pada uji lapangan terhadap siswa kelas X SMA Negeri 10 Bandar Lampung dan siswa kelas X SMA Muhammadiyah 2 Bandar Lampung pada Tahun Pelajaran 2016/2017.

3. Keefektifan LKS Praktikum *Virtual Laboratory* dalam meningkatkan keterampilan proses siswa telah tervalidasi ahli dan diuji cobakan sesuai teori dengan kualitas dinyatakan sangat efektif untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Peningkatan keterampilan proses sains siswa dilihat berdasarkan peningkatan hasil nilai kognitif siswa pada setiap uji pemahaman konsep materi Hukum Ohm, rangkaian hambatan seri dan parallel, dan Hukum I Kirchhoff.
4. Keefektifan LKS Praktikum *Virtual Laboratory* dalam meningkatkan sikap ilmiah siswa telah tervalidasi ahli dan diuji cobakan sesuai teori dengan kualitas dinyatakan sangat efektif digunakan dalam proses pembelajaran. Peningkatan sikap ilmiah siswa dilihat berdasarkan observasi proses pembelajaran dan hasil nilai psikomotor serta afektif siswa pada setiap kegiatan praktikum materi Hukum Ohm, rangkaian hambatan seri dan parallel, dan Hukum I Kirchhoff.

B. Saran

Saran penelitian pengembangan ini adalah:

1. Guru dapat mengembangkan lebih lanjut dan dapat menggunakan LKS Praktikum *Virtual Laboratory* untuk pelajaran fisika SMA materi listrik dinamis yang telah dikembangkan oleh penulis sebagai referensi
2. Guru atau peneliti yang hendak melanjutkan penelitian pengembangan ini disarankan dapat mengembangkan LKS Praktikum *Virtual Laboratory* materi listrik dinamis lebih lanjut dengan menambahkan proses kegiatan sesuai dengan keseluruhan indikator Keterampilan Proses Sain serta mengembangkan untuk kompetensi dasar selanjutnya yaitu mengidentifikasi penerapan listrik AC dan DC dalam kehidupan sehari-hari dan menggunakan alat ukur listrik.
3. Siswa dapat menggunakan LKS Praktikum *Virtual Laboratory* pada pembelajaran fisika SMA materi listrik dinamis yang telah dikembangkan oleh penulis sebagai media pembelajaran kegiatan praktikum.
4. Siswa disarankan dapat lebih banyak melakukan kegiatan praktikum dalam setiap pembelajaran, meskipun secara *virtual laboratory* dengan bantuan media PhET Simulation, agar keterampilan proses sains dan sikap ilmiah siswa selalu meningkat sehingga nilai kognitif dan psikomotornya baik.
5. Siswa diharapkan dapat lebih banyak melakukan kegiatan eksperimen dalam setiap pembelajaran, baik secara *virtual laboratory* maupun *real laboratory*, agar dapat mengembangkan sikap mampu berfikir kritis, sikap ingin tahu, sikap respek terhadap data, memecahkan masalah, jujur, bekerja sama, tekun dan sikap peka terhadap lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aly, A dan Rahma, E. 2011. MKDU ; *Ilmu Alamiyah Dasar*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Aly, A. 2013. *Ilmu Alamiyah Dasar*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Aktamis, Hilal, Ergin, Omer. 2008. The Effect of Science Process Skills Education on Students' Scientific Creativity, Science Attitudes and Academic Achievements. *Journal Article Turkey. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, vol 9 n1. Web site : <http://www.ied.edu.hk/apfset>.
- Anwar, H. 2009. *Penilaian Sikap Ilmiah dalam Pembelajaran Sains*. Jurnal Pelangi, 2(5): 100-110
- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*, Jakarta: Bumi Aksara.
- Arikunto, Suharsimi. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arsyad,A. 2011. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Azhar. 1993. *Proses Belajar Mengajar Pola CBSA*. Surabaya : Usaha Nasional.
- Borg, W. R. & Gall, M. D. 1989. *Educational Research an Introduction*. New York: Longman.
- Budhu, M. 2002. Virtual laboratories for engineering education. *In International Conference on Engineering Education*. Manchester, UK.
- Cain, H.R. dan Evans, D.N. 2006. *Models, Strategies, and Methods for Effective Teaching*. USA: Pearson Education Inc.

- Cengiz. 2010. The Effect of the Virtual Laboratory on Students' Achievement and Attitude in Chemistry. *International Online Journal of Educational Science* 2010, 2(1), 37-53, (Online)(www.iojes.net/userfiles/article/iojes_167.pdf)
- Collete & Chiappetta. 1994. Science Instruction in the Middle and Secondary Schools: *Developing Fundamental Knowledge and Skills*, Amazon.com.
- Cramer, P. G. & De Meyer, G. 1997. The philosophy of the virtual laboratory. *German Institute for Research on Distance Education at the University of Tuebingen*, Konrad-Adenaver-str.40, D-72072, Tuebingen. Accessible on http://www.vlabs.net/philos/vlart_g.html.
- Creswell, J.W. 2013. *Research Design: Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif dan Mixed*. Terjemahan Fawaid, A. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Dahar. 1985. *Kesiapan Guru Mengajar Sains di SD ditinjau dari segi Pengembangan Keterampilan Proses Sains* (Disertasi). Bandung. FPS- IKIP Bandung.
- Dobrzanski, L.A., & R., Honysz. 2010. The idea of material science virtual laboratory. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 42 (1-2):196-203. On Line at www.journalamme.org
- Darmojo, H dan Kaligis, J. 1993. *Pendidikan IPA*. Jakarta :Dirjen DIKTI.
- Depdiknas. 2005. *Peningkatan Kualitas Pembelajaran*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Pendidikan Tenaga Kependidikan dan Ketenagaan Perguruan Tinggi.
- Dewi, D.R. 2013. Pengembangan Lembar Kerja Siswa untuk Pembelajaran Permutasi dan Kombinasi dengan Pendekatan Kontekstual untuk Siswa SMA Kelas XI. *Artikel Ilmiah*.
- Dimiyati dan Mudjiono. 2013. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta : PT Rineka Cipta
- Duran, Meltem. 2010. The Effects of Scientific Process Skills Based Science Teaching on Students' Attitudes to words Science, *Journal les - China Education Review*, vol 7, Issue 3, p17 Mar 2010.
- Dobrza ski, L. A. dan Honysz, R., 2011. "Virtual examinations of alloying elements influence on alloy structural steels mechanical properties", *Journal of Achievements in Mechanical and Materials Engineering*, 49(2), 251 – 258.
- Etkina E. 2006. "Scientific Abilities and Their Assessment" *Physical Review Special Topics- Physics Education Research*. 2: 2010.

- Farreira,E.C., Domingues,L., Rocha,I., Dourado,F., and Alves,M. 2010. Virtual laboratorios in (bio) chemical engineering education. *Journal Education for Chemical Engineers* 5, e22-e27. Retrieved from <http://www.elsevier.com/locate/ece>.
- Flowers, L. O. (2011). Investigating the effectiveness of virtual laboratories in an undergraduate biology course. *The Journal of Human Resource and Adult Learning*, Vol. 7 No.2, hlm. 110-116.
- Finkelstein,N., Adams,W., Keller,C., Kohl,P., Perkins,K., Podolefsky,N., Reid,S., & Le Master,R. 2005. When Learning about the Real World is Better Done Virtually: A Study of Substituting Computer Simulations for Laboratory Equipment. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, Vol. 1, No. 010103.
- Hake, R.R. 1998. *Analyzing Change/Gain Scores. Aera-D - American Educational Research Association's Division D, Measurement and Research Methodology*.
Tersedia:<http://lists.asu.edu/cgi-bin/wa?A2=ind9903&L=aera-d&P=R6855> [03 Juli 2016].
- Hanke, J. E., & Wichers, D. W. 1998. *Business Forecasting Eight Edition*. New Jersey : Pearson Prentice Hall.
- Harlen & Elstgeest,J. 1993."UNESCO Source book for science teaching in the primary school", NBT,New Delhi.
- Harms, U. 2012. Virtual and Remote Labs in Physics Education. Extended abstract. *German Institute for Research on Distance Education at the University of Tuebingen, Konrad Adenauer-Str. 40, D-72072 Tuebingen*.
- Hofstein, A.,& Lunetta, V,N. 2003. The Laboratory in Science Education : *Foundations for The Twenty-First Century. Science Education*, 88 (1), 28-54.
- Huang, C. 2004. Virtual Labs: E-Learning untuk besok. *Jurnal Plos Biology* 2 (6): 157. On Line at<http://googletranslate.htm>.
- Hutagalung, Andar . 2006 . Pengaruh Model Pembelajaran Peningkatan Kemampuan Berpikir Terhadap Hasil Belajar Pada Materi Pokok Besaran Dan Pengukuran Di Kelas X SMA Negeri 1 BALIGE. *Jurnal Online Pendidikan Fisika Volume 1. Medan*. <http://dikfispasca.org/andar-m-hutagalung-39-44/>. Diakses 1 Februari 2015pk1 20.05
- Imron, M. 2012. *Ayo Manfaatkan Laboratorium Virtual*. (Online):
<http://www.mazguru.wordpress.com/2012/04/19/ayo-manfaatkan-laboratorium-virtual/>, diakses 11 April 2015.

- Kanginan, M. 2007. *Fisika 1B untuk SMA Kelas X Semester 2*. Jakarta: Erlangga.
- Karamustafaoglu, Sevilay. 2011. "Improving the Science Process Skills Ability of Science Student Teachers Using I Diagrams", *Eurasian J. Phys. Chem.Educ.* 3 (1): 26-38, 2011.
- Kustijono, Rudy. 2011. Implementasi Student Centered Learning dalam Praktikum Fisika Dasar. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*. 1(2).
- Lee.W.W & Owen.D.L. 2008. *Multimedia – Based Instructional Design, (2nd Ed)*. San Fransisco: Pfeiffer.
- Majid, Abdul. 2008. *Perencanaan Pembelajaran (Mengembangkan Standar Kompetensi Guru)*. Bandung : PT Remaja Rosdakarya.
- Maulana, D. 2012. *Model-model Pembelajaran Inovatif*. LPMP, Lampung.
- Maulana, L. 2000. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran dengan Multimedia untuk Fisika SLTP Bahan Kajian Pesawat Sederhana*. Tesis, Surabaya: PPs Unesa. 15.
- McBride, J. W., Bhatti, M.I., A Hannan, M.A., et al. 2004. Using an inquiry approach to teach science to secondary school science teachers. *Prosiding Semnas Pensa VI "Peran Literasi Sains" Surabaya, 20 Desember 2014 607 [Versi Elektronik]*. *Journals of Physics Education*, 39, 434-439.
- Munir. 2009. *Pembelajaran Jarak Jauh Berbasis TIK, (Konsep dan Aplikasi Program Pembelajaran Berbasis Komputer Computer Based Interaction)*. P3MP. UPI.
- Ozturk Nurhan. 2010. Science Process Skill Levels of Primary School Seventh Grade Students in Science and Technology Lesson. *Journal of TURKISH SCIENCE EDUCATION*, volume 7, issue 3.
Diakses dari: <http://www.tused.org>.
- Perkins,K., Lancaster,K., Loeblein,P., Parson,R., and Podolefsky, N. 2010. PhET Interactive Simulations: New Tools for Teaching and Learning Chemistry. *Boulder: University of Colorado. [Online]*.
Diakses dari: <http://www.ccce.divched.org/Fall1010CC/CENewsletterP7/phet-interactive-simulations-new-tools-for-teachine-and-learning-chemistry.pdf>.
- Putri Sarini. 2012. Pengaruh Virtual Experiment Terhadap Hasil Belajar Fisika. *Pasca.undiksha.ac.id/e-journal/index.php/journal ipa*.

- Razi, Pakhrur. 2012. Pengembangan Virtual Laboratory Berbasis ICT untuk Pencapaian Kompetensi Kerja Ilmiah Siswa dalam Pembelajaran Fisika SMAN Kota Padang. *Jurnal Eksakta*. Vol. 1. No.XIII.
- Rohmadi, N. 2010. *Pembelajaran Fisika Menggunakan Lab Virtual*, [http://www.scribd.com/doc/32702331/makalah pembelajaran fisika menggunakan lab virtual](http://www.scribd.com/doc/32702331/makalah_pembelajaran_fisika_menggunakan_lab_virtual)
- Rustaman, N., S. Dirdjosoemarto., Yusnani Ahmad., Soeroso A.Y., Diana. R., Mimin. N.K., Ruchji Subekti. 2011. *Strategi Belajar Mengajar Biologi*. Bandung : FPMIPA UPI.
- Sakim, Setiawan A, Soleh. 2008. *Panduan Pembelajaran Fisika Kelas X Kurikulum 2006, KTSP*. Bogor: CV. Dian.
- Sanjaya,W. 2009. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Kencana Prenada Media Group, Jakarta.
- Santoso, Soengeng. 2000. *Problematika Pendidikan dan Cara Pemecahannya*. Jakarta: Kreasi Pena Gading.
- Siswono, Hendrik. 2013. *Virtual Laboratory*. (Online), (<http://mas-boy69.blogspot.com/2013/10/virtual-laboratory.html>)
- Supriyatman dan Sukarno. 2014. Improving Science Process Skills (SPS) Science Concepts Mastery (SCM) Prospective Student Teachers Through Inquiry Learning Instruction Model By Using Interactive Computer Simulation, *Terbitan International Journal of Science and Research (IJSR)*,ISSN (Online) 2319-7064.
- Supriyatman. 2012. Model Pembelajaran Inkuiri Menggunakan simulasi Komputer Interaktif untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Rangkaian Listrik Arus Searah dan Keterampilan Proses Sain, *International Journal of Science and Research (IJSR) International Refereed Research Journal*. www.researchersworld.com ; Vol.. III, Issue.3(2).
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Sutrisno. 2012. *Kreatif Mengembangkan Aktivitas Pembelajaran Berbasis TIK*, Jakarta : Referensi
- Taufiq, M. 2008. *Pembuatan Media Pembelajaran Berbasis Compact Disc untuk Menampilkan Simulasi Dan Virtual Labs Besaran-Besaran Fisika*. J. Pijar MIPA. Vol. 3 (3): 68–72.
- Tawil, H. & Liliyasi. 2014. *Keterampilan-keterampilan Sains dan Implementasinya dalam Pembelajaran IPA*. Makasar: Badan Penerbit Universitas Negeri Makasar.

- The *PhET* Team. 2015. *PhET* (Intective Simulations).(Online): <http://www.PhET.colorado.edu/in/>. diakses 3 Maret 2015).
- Trianto. 2009. *Mendesain model pembelajaran inovatif progresif (Designing innovative learning model of progressive)*. Kencana Prenada Media Group, Jakarta.
- Uno. 2007. *Perencanaan Pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Wegener, M., McIntyre, T. J., McGrath, D., Savage, C. M. & Williamson, M. 2012. Developing a virtual physics world. In M. J. W. Lee, B. Dalgarno & H. Farley (Eds), *Virtual worlds in tertiary education: An Australasian perspective. Australasian Journal of Educational Technology*, 28(Special issue, 3), 504-521.
- West, Leo H.R. 1985. *Concept Mapping*. Chicago: Chicago University Press.
- Whatley, H. D. 2012. The Effective Use of Motion Pictures in the ESL Classroom. *Researchers World–Journal of Arts, Science & Commerce* (Online ISSN: 2229-4686, Print ISSN: 2231-4172) in, 3(3).
- Wikipedia, 2010, “*Virtual laboratory*”, http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_Laboratory
- Zacharia, C. Z & Anderson, O.R. 2003. The effects of an interactive computer-based simulation prior to performing a laboratory inquiry-based experiment on students' conceptual understanding of physics. *American Journal of Physics*. Vol 71 (6), p. 618-629.
- Zacharia, C. Z., Olympiou, G. and Papaevripidou, M. 2008. Effects of Experimenting with Physical and Virtual Manipulatives on Students' Conceptual Understanding in Heat and Temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 1021-1035.