PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM FISIKA TERAPAN BERBANTUAN KOMPUTER UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAN EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN FISIKA TERAPAN DI POLITEKNIK NEGERI BANDUNG

THE DEVELOPMENT OF COMPUTER-ASSISTED APPLIED PHYSICS MODULE TO IMPROVE THE EFFICIENCY AND EFFECTIVENESS OF LEARNING APPLIED PHYSICS AT BANDUNG STATE OF POLYTECHNIC

Ratu Fenny Muldiani, Sri Suratmi, Nani Yuningsih
(Staf Pengajar KL MKU Politeknik Negeri Bandung)

ABSTRAK

Penelitian ini telah mengembangkan modul Fisika Terapan berbantuan komputer untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran Fisika Terapan. Modul-modul yang dikembangkan adalah modul Gerak Jatuh Bebas, Tara Kalor Mekanik, Hukum Boyle, Rangkaian Resistor, Momen Inersia dan Faktor Daya Arus AC. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata nilai laporan praktikum berbantuan komputer lebih tinggi dan berbeda secara signifikan dibandingkan dengan rata-rata nilai laporan praktikum untuk modul yang sama tanpa bantuan komputer. Pengukuran efisiensi menunjukkan pengolahan data percobaan berbantuan komputer untuk perhitungan dan pembuatan grafik dapat mengatasi kendala yang dihadapi, yaitu keterlambatan pengumpulan laporan, tidak adanya waktu umpan balik setelah pengolahan data dengan dosen pembimbing praktikum, dan gangguan kegiatan belajar mengajar mata kuliah berikutnya.

Kata Kunci: Praktikum Fisika Terapan; Modul Berbantuan Komputer; Efisiensi; Efektivitas.

ABSTRACT

This research has been conducted on the development of computer-assisted Applied Physics module to improve the efficiency and effectiveness of learning Applied Physics. The modules are developed Free Fall Movement, Mechanical Calor Tara, Boyle Law,Resistor Circuit, Inertia Moment and Current Power Factor of AC modules. The results showed the average value of computer-assisted report higher and are significantly different compared with the average value of reports for the same module without the computer's help. The measurements show the efficiency of the data processing experiments for computer-assisted calculations, and the made of graph can overcome the obstacles faced, such as delay in the collection of reports, the lack of feedback time after processing the data with the practicum supervisor, and teaching and learning activities in the next course.

Keywords: *Applied Physics Lab; Computer-Assisted Module; Efficiency; Effectiveness.*

PENDAHULUAN

Mata kuliah Fisika Terapan merupakan mata kuliah dasar yang diberikan pada jenjang pendidikan tinggi teknik di Indonesia. Fisika merupakan bagian dari sains yang mempelajari fenomena dan gejala alam secara empiris, logis, sistematis, dan rasional yang melibatkan proses dan sikap ilmiah. Praktikum Fisika Terapan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari mata kuliah Fisika Terapan. Praktikum ini melakukan eksperimen di laboratorium yang merupakan satu dari banyak proses ilmiah untuk memahami berbagai pokok bahasan dalam Fisika.

Program pembelajaran Fisika Terapan berbasis aktivitas dan praktikum terintegrasi lebih efektif secara signifikan dibandingkan pembelajaran tanpa praktikum. Hanya, pembelajaran yang dilengkapi praktikum membutuhkan waktu kegiatan yang lebih banyak dibandingkan pembelajaran tanpa praktikum yang konservatif. Tambahan waktu yang dimaksudkan di atas diperlukan oleh mahasiswa untuk mempersiapkan kegiatan dalam bentuk mengerjakan tugas pendahuluan, mengikuti tes prapraktik, merangkai peralatan, melakukan praktik, melakukan pengamatan, mengumpulkan data, mengolah data, menjawab pertanyaan, menyimpulkan, dan membuat laporan tertulis.

Dari proses tersebut, kegiatan yang dapat dipersingkat waktunya adalah pengolahan data (pembuatan dan pengisian tabel, perhitungan, dan pembuatan grafik), yakni dengan melakukan perubahan dari proses manual ke proses berbantuan program aplikasi komputer.

Pada tahun ajaran 2013/2014, di Laboratorium Fisika Terapan UP MKU POLBAN dilaksanakan Praktikum Fisika Terapan bagi mahasiswa rekayasa untuk jurusan dan program studi seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Pelaksanaan Praktikum Fisika Terapan Periode Tahun Ajaran 2013/2014

N0	JURUSAN	PROGRAM STUDI	DIPLOMA	JUMLAH MAHASISWA	JUMLAH KELAS
1	T. Mesin	T. Mesin	III	90	3
2	T. Mesin	T. Perancangan & Konstruksi Mesin	IV	30	1
3	T. Mesin	T. Aeronautika	III	61	2
4	T. Konversi Energi	T. Konversi Energi	III	61	2
5	T. Konversi Energi	Teknik Pembangkit Tenaga Listrik	IV	29	1
6	T. Refrigerasi Dan Tata Udara	T. Refrigerasi Dan Tata Udara	III	64	2
7	T. Refrigerasi Dan Tata Udara	T. Pendingin Dan Tata Udara	IV	29	1
8	T. Kimia	T. Kimia	III	57	2
9	T. Kimia	Teknik Kimia Produksi Bersih	IV	22	1
10	T. Kimia	Analis Kimia	III	29	1
JUMLAH				472	16

Tabel 1. menunjukkan besarnya jumlah mahasiswa yang melaksanakan praktikum di Laboratorium Fisika Terapan UP MKU Politeknik Negeri Bandung. Hal ini menuntut sistem pengelolaan praktikum yang optimal sehingga tingginya tingkat keberhasilan pembelajarn fisika terapan dapat tercapai.

Modul praktikum dengan pengolahan data secara manual yang dikaji dan kemudian dikembangkan dalam penelitian ini adalah modul Gerak Jatuh Bebas, Rangkaian Resistor, Momen Inersia, Hukum Boyle, Tara Kalor Mekanik, dan Faktor Daya AC. Modul-modul praktikum ini telah digunakan oleh beberapa jurusan/prodi dengan sebaran diperlihatkan pada tabel 2.

Tabel 2. Sebaran Percobaan/Modul Praktikum Fisika Terapan yang Diteliti

NO	PERCOBAAN/ MODUL	JURUSAN/PROG STUDI	DIPLOMA
1	Gerak Jatuh Bebas	Teknik Mesin	III
		Teknik Perancangan dan Kontruksi Mesin	IV
		Teknik Aeronautika	III
		Teknik Konversi Energi	III
		Teknik Pembangkit Tenaga Listrik	IV
		Teknik Refrigerasi dan Tata Udara	III
		Teknik Pendingin dan Tata Udara	IV
		Teknik Kimia	III
		Teknik Kimia Produksi Bersih	IV
		Analis Kimia	III
2	Rangkaian Resistor	Teknik Mesin	III
		Teknik Perancangan dan Kontruksi Mesin	IV
		Teknik Aeronautika	III
		Teknik Konversi Energi	III
		Teknik Pembangkit Tenaga Listrik	IV
		Teknik Refrigerasi dan Tata Udara	III
		Teknik Pendingin dan Tata Udara	IV
		Teknik Kimia	III
		Teknik Kimia Produksi Bersih	IV
		Analis Kimia	III
3	Momen Inersia	Teknik Mesin	III
		Teknik Perancangan dan Kontruksi Mesin	IV
		Teknik Aeronautika	III
		Teknik Konversi Energi	III
		Teknik Pembangkit Tenaga Listrik	IV
		Teknik Refrigerasi dan Tata Udara	III
		Teknik Pendingin dan Tata Udara	IV
4	Hukum Boyle	Teknik Aeronautika	III
		Teknik Refrigerasi dan Tata Udara	III
		Teknik Pendingin dan Tata Udara	IV

NO	PERCOBAAN/ MODUL	JURUSAN/PROG STUDI	DIPLOMA
		Teknik Kimia	III
		Teknik Kimia Produksi Bersih	IV
		Analis Kimia	III
5	Tara Kalor Mekanik	Teknik Mesin	III
		Teknik Perancangan dan Kontruksi Mesin	IV
		Teknik Aeronautika	III
		Teknik Konversi Energi	III
		Teknik Pembangkit Tenaga Listrik	IV
		Teknik Refrigerasi dan Tata Udara	III
		Teknik Pendingin dan Tata Udara	IV
		Teknik Kimia	III
		Teknik Kimia Produksi Bersih	IV
		Analis Kimia	III
6	Faktor Daya AC	Teknik Mesin	III
		Teknik Perancangan dan Kontruksi Mesin	IV
		Teknik Aeronautika	III
		Teknik Konversi Energi	III
		Teknik Pembangkit Tenaga Listrik	IV
		Teknik Refrigerasi dan Tata Udara	III
		Teknik Pendingin dan Tata Udara	IV
		Teknik Kimia	III
		Teknik Kimia Produksi Bersih	IV
		Analis Kimia	III

Kegiatan penelitian pengelolaan pembelajaran Praktikum Fisika Terapan juga merupakan bagian dari *road map* penelitian dan pengabdian pada masyarakat yang dilakukan oleh Kelompok Dosen yang tergabung dalam Laboratorium Fisika, KBK Ilmu Pengetahuan Dasar, UP MKU POLBAN.

Sebelumnya pada 2012, telah dilakukan Penelitian Unggulan Peningkatan Kapasitas Laboratorium Politeknik Negeri Bandung Tahun Anggaran 2012. Penelitian pada 2012 ini bertujuan untuk menciptakan metode pembelajaran Fisika Terapan yang efektif dan efisien melalui pengembangan SOP dan modul praktikum Fisika Terapan berorientasi pada kurikulum Politeknik berbasis kompetensi (Suratmi, 2012).

Penelitian tahun 2013 bertujuan pula untuk menciptakan metode pembelajaran Fisika Terapan yang efektif dan efisien melalui pengembangan modul praktikum dengan pengolahan data berbantuan komputer. Modul yang dikembangkan merupakan hasil dan luaran dari penelitian 2012.

Selama ini dalam kurun waktu ke belakang, pengolahan hasil data praktikum baik perhitungan atau pembuatan grafik dilakukan mahasiswa dengan cara hitung manual atau menggunakan alat bantu kalkulator yang membutuhkan waktu relatif lama. Hal ini berimbas pada keterlambatan pengumpulan laporan, tidak adanya waktu umpan balik setelah pengolahan data dengan dosen pembimbing praktikum, dan kegiatan belajar mengajar mata kuliah berikutnya terganggu.

Dengan demikian, timbul ide untuk menciptakan metode praktikum yang dapat

membantu percepatan pengolahan data sehingga sejumlah mahasiswa/dari kelas yang telah disebut dan dosen pembimbingnya akan mempunyai waktu untuk menganalisis dan memberi umpan balik percobaan yang dilakukan.

Hal inilah yang melatarbelakangi kegiatan penelitian yang berjudul "Pengembangan Modul Praktikum Fisika Terapan Berbantuan Komputer untuk Meningkatkan Efisiensi dan Efektivitas Pembelajaran Fisika Terapan di Politeknik Negeri Bandung".

Penelitian yang dirancang selama enam bulan ini bertujuan untuk menemukan metode pengelolaan pembelajaran Praktikum Fisika Terapan yang efektif dan efisien melalui penyusunan modul praktikum berbantuan komputer sebagai pengembangan dari modul yang telah ada.

TINJAUAN PUSTAKA

Pada pembelajaran Fisika, mahasiswa akan diperkenalkan pada produk fisika berupa materi, konsep, asas, teori, prinsip, dan hukum-hukum fisika. Mahasiswa juga akan diajarkan untuk bereksperimen dalam laboratorium atau di luar laboratorium sebagai proses ilmiah untuk memahami berbagai pokok bahasan dalam fisika. Hal yang juga dikembangkan selama berlangsungnya proses belajar mengajar Fisika adalah sikap ilmiah seperti jujur, objektif, rasional, skeptis, kritis, dan sebagainya. Dari aspek proses belajar, melalui pengalaman melakukan percobaan fisika, mahasiswa dididik untuk belajar menyimpulkan berbasis data dan analisis kritis, berpikir rasional, kritis dan mengambil keputusan berdasarkan data yang valid. Mahasiswa dibantu untuk berpikir dan bertindak secara ilmiah dan rasional. Diharapkan mereka tidak mudah untuk berbuat nakal atau tawuran yang dipicu oleh emosi dan rasa belaka tanpa didasari data yang objektif. Bila mereka mengalami konflik dan dikritik orang lain, mereka dapat berpikir tenang dan menanggapinya secara rasional. Kemampuan ini membantu mahasiswa (orang) untuk berkomunikasi, berdebat, dan menghargai perbedaan pendapat. (*http://www.fisikanet.lipi.go.id*).

Sumadi (2008) menyebutkan bahwa penguasaan konsep fisika, sikap ilmiah, keterampilan laboratorium, aspirasi pendidikan, efikasi diri, kemandirian pendidikan dan kreativitas siswa mempunyai pengaruh langsung terhadap hasil belajar fisika.

Melalui kerja ilmiah dalam praktik atau percobaan, mahasiswa diharuskan memiliki sikap ilmiah. Tanpa sikap ilmiah, praktik yang dilaksanakan mahasiswa akan menjadi manipulatif, palsu sehingga tidak akan menelurkan pemahaman yang diharapkan dalam kuliah Fisika. Jujur dan objektif dalam menyampaikan data dan hasil percobaan walaupun hasilnya tidak sesuai dengan teori, kritis terhadap permasalahan yang terjadi di lingkungan, dan sebagainya merupakan hal yang hendak dicapai setelah mahasiswa bereksperimen fisika. (Intan, 2012)

Dari aspek sikap, praktikum fisika juga dapat membantu mahasiswa untuk melatih, mengembangkan, dan mempraktikkan beberapa sikap dalam kehidupan. Beberapa sikap itu, di antaranya jujur dalam mencatat data dan waktu praktikum; jujur dalam mengerjakan soal dan pekerjaan rumah; disiplin dalam mengerjakan soal/PR/tugas dengan mengumpulkan tepat waktu; teliti dalam mengerjakan persoalan fisika; tidak mencontek dalam ulangan/ujian; bertahan dalam mengerjakan soal yang sulit; tekun dalam menyelesaikan tugas yang diberikan. (*http://www.fisikanet.lipi.go.id*)

Program pembelajaran Fisika Terapan berbasis aktivitas dan praktikum terintegrasi lebih efektif secara signifikan

dibandingkan pembelajaran tanpa praktikum. Hal ini dimungkinkan karena program ini menimbulkan konflik kognitif sehingga meningkatkan motivasi (Kaniawati, 2009). Pada umumnya, kegiatan praktik Fisika di perguruan tinggi dilakukan dengan menggunakan metode Resep Masakan (*Cook Book*) yakni panduan praktikum dan alat percobaan sudah disediakan oleh dosen/asisten/teknisi pengampu mata kuliah tersebut kemudian mahasiswa merangkai peralatan serta mengumpulkan data yang selanjutnya diselesaikan dalam bentuk pembuatan Laporan Praktikum (Ellianawati, 2010). Demikian juga, praktikum Fisika Terapan yang dilaksanakan di Politeknik Negeri Bandung.

Praktikum Fisika Terapan di Politeknik Negeri Bandung merupakan bagian yang tak terpisahkan dari mata kuliah Fisika Terapan. Sistematika yang digunakan adalah menggunakan metode praktikum dengan pembuatan laporan berupa jurnal. Artinya, kegiatan praktik beserta penyelesaian laporan praktikum harus diselesaikan dalam tenggat waktu yang tersedia, umumnya adalah 4 jam akademik (Suratmi, 2012). Permasalahan yang sering muncul adalah keterbatasan waktu yang tersedia sehingga seringkali mahasiswa terlambat menyerahkan laporan. Dari hasil wawancara dengan mahasiswa, umumnya mahasiswa menyatakan bahwa sebagian besar waktunya habis untuk melakukan perhitungan, terutama bila dilakukan secara manual dengan data yang banyak.

Tentu saja demi efisiensi waktu, pengerjaan laporan tak dapat dilakukan dengan mengurangi jumlah data. Hal ini terkait dengan perhitungan ketidakpastian. Pengukuran suatu besaran dalam percobaan dapat diperoleh secara tunggal atau berulang. Namun, ketidakpastian yang diperoleh dari pengukuran tunggal sulit untuk diperbaiki,sehingga dilakukanlah pengukuran berulang. Hasil pengukuran berulang akan berperan lebih sempurna bila dibandingkan hasil pengukuran tunggal untuk fungsi yang sama sebagai pengganti nilai besaran yang sebenarnya (Sardjito, 1996).

Penekanan pelaksanaan praktikum tidak hanya mampu dan terampil dalam bidang psikomotorik, tetapi penekanan lebih besar kepada aspek proses meningkatkan keterampilan berpikir (Gunawan, 2012). Dari sejumlah waktu praktikum, mahasiswa harus banyak memanfaatkan waktu untuk proses berpikir saat menafsirkan data dan pendalaman konsep bukan hanya untuk pengolahan data.

Dalam buku *Experiments in Physics* 2011, waktu penghitungan dan juga pembuatan grafik - sebagai visualisasi data percobaan yang penampilannya lebih komunikatif - dapat dipersingkat dengan menggunakan bantuan perangkat lunak tanpa kehilangan makna esensi dari data yang sesungguhnya. Umumnya, perangkat lunak (*software*) komputasi aljabar (*Derive for Windows* (Arney, 1993), *Mathematica, MAPLE*, atau program aplikasi yang ada (*MS Excel, Spreadsheet*) dirancang untuk mempersingkat perhitungan matematis yang berulang (Kutzler, 1996). Beberapa perguruan tinggi telah memadukan format laporan dengan perangkat lunak komputasi untuk memudahkan penghitungan serta visualisasi data, seperti yang dilakukan di University of Columbia, Amerika Serikat .

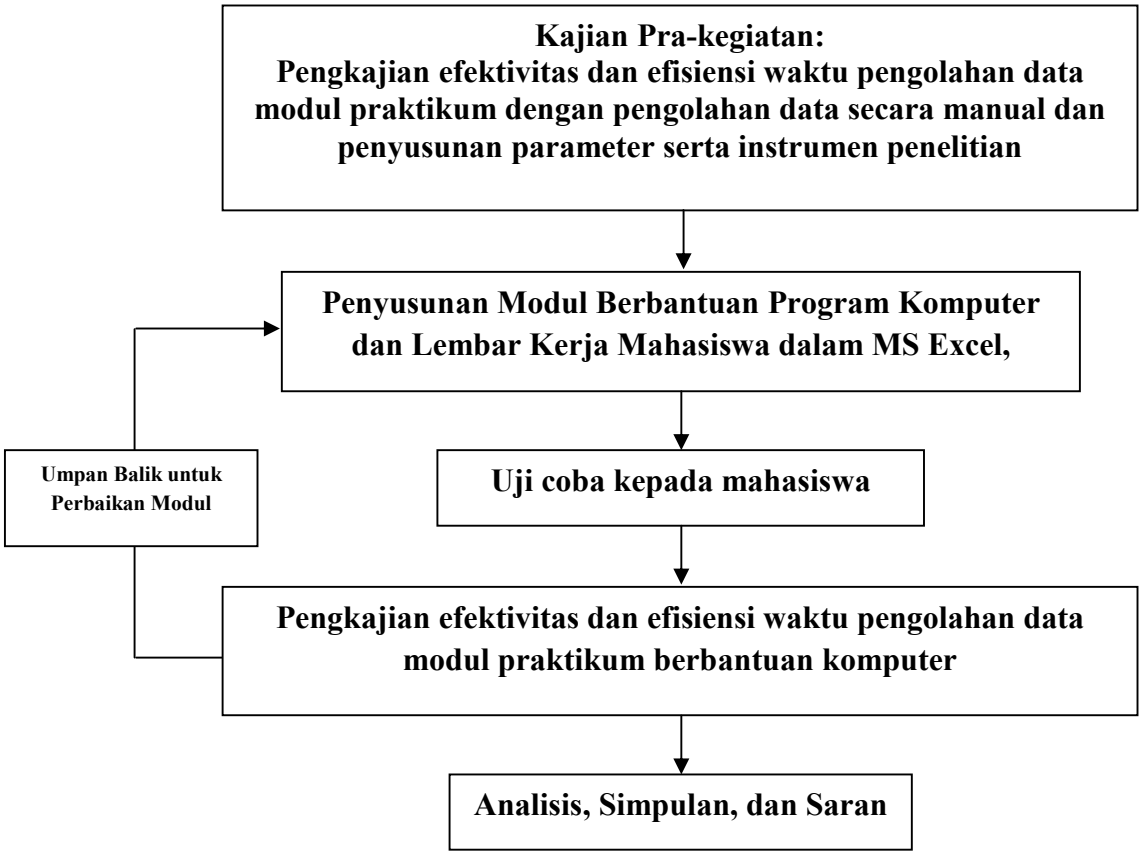
Kemudahan pengolahan dan penyajian data yang menarik dalam bentuk tabel dan grafik dengan bantuan komputer diharapkan dapat meningkatkan motivasi belajar yang akan berimbas kepada peningkatan hasil belajar mahasiswa. Sebuah penelitian pembelajaran berbasis komputer mampu meningkatkan hasil belajar mahasiswa (Muldiani, 2011).

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen adalah penelitian dengan melakukan studi yang objektif, sistematis, dan terkontrol untuk memprediksi atau mengontrol fenomena. Penelitian eksperimen bertujuan untuk menyelidiki hubungan sebab akibat dengan cara mengekspos satu atau lebih kelompok eksperimental dan satu atau lebih kondisi eksperimen. Hasilnya dibandingkan dengan satu atau lebih kelompok kontrol yang tidak dikenai perlakuan (Danim, 2002) Prosedur penelitian terdiri atas beberapa langkah.

Langkah pertama pengkajian efektivitas dan efisiensi waktu pengolahan data modul praktikum dengan pengolahan data secara manual dan penyusunan parameter serta instrumen penelitian. Langkah kedua penyusunan modul praktikum Fisika dengan pengolahan data berbantuan komputer, lembar kerja mahasiswa dalam MS Excel, dan mempersiapkan instrumen penelitian untuk pengumpulan data. Langkah berikutnya adalah uji coba terhadap mahasiswa (praktik, penelitian mengenai efektivitas dan efisiensi penyusunan laporan), umpan balik dan perbaikan modul. Data hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan teknik statistik analisis komparatif, korelasi, dan deskriptif lainnya.

Langkah-langkah penelitian secara garis besar dijelaskan dalam diagram alur sebagai berikut:



Gambar 2. Langkah-langkah Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi penelitian, seperti ditunjukkan tabel 1, adalah seluruh mahasiswa Politeknik Negeri Bandung angkatan tahun 2013 yang melaksanakan praktikum Fisika Terapan di Laboratorium Fisika Terapan POLBAN. Dengan menggunakan teknik Solvin, diperoleh ukuran sampel sebesar 184 mahasiswa.

Sampel mahasiswa untuk satu modul percobaan tidak berkorelasi (*independent*) antara kelompok berbantuan dan kelompok tidak berbantuan komputer. Sebagai contoh, mahasiswa yang melaksanakan percobaan modul Gerak Jatuh Bebas berbantuan komputer berbeda (dapat dipisahkan secara tegas) dengan mahasiswa yang melaksanakan percobaan modul Gerak Jatuh Bebas tanpa bantuan komputer; masing-masing berturut-turut Teknik Energi (1A,1B,1C), dan Teknik Refrigerasi (1A,1B). Begitupun untuk modul praktikum lain yang diujicobakan. Sebaran sampel ditunjukkan tabel 3.

Tabel 3. Sebaran Sampel Penelitian

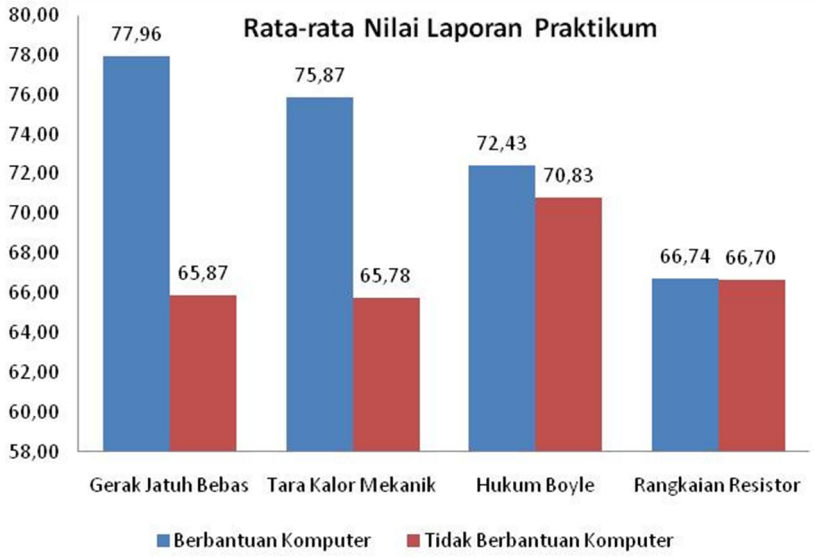
No.	Percobaan / Modul	Kelas Berbantuan Komputer	Jumlah Mahasiswa	Kelas Tidak Berbantuan Komputer	Jumlah Mahasiswa
1.	Gerak Jatuh Bebas	Teknik Energi (1A,1B,1C)	23	Teknik Refrigerasi (1A,1B)	23
2.	Tara Kalor Mekanik	Teknik Energi (1A,1B,1C)	23	Teknik Refrigerasi (1A,1B)	23
3.	Rangkaian Resistor	Teknik Refrigerasi (1A,1B)	23	Teknik Refrigerasi (1C)	23
4.	Hukum Boyle	Teknik Refrigerasi (1A,1B)	23	Teknik Refrigerasi (1C)	23
Jumlah			92		92

Dari keenam percobaan/modul yang menjadi *output* penelitian, hanya empat percobaan/modul yang diujicobakan. Hal ini berkaitan dengan terbatasnya rentang waktu penelitian (6 bulan). Pengambilan data percobaan berlangsung pada praktikum Fisika Terapan putaran pertama dan untuk percobaan/modul Momen Inersia dan Faktor Daya Arus AC dilaksanakan pada praktikum Fisika Terapan putaran kedua.

4.1 PENGUKURAN EFEKTIVITAS PENGGUNAAN MODUL BERBANTUAN KOMPUTER

a. Rata-rata Nilai Laporan Praktikum

Rata-rata nilai laporan praktikum digunakan sebagai parameter penelitian untuk mengetahui efektivitas penggunaan modul berbantuan komputer. Gambar 3 menunjukkan rata-rata nilai laporan praktikum antara kelas berbantuan komputer dan kelas tidak berbantuan komputer.



Gambar 3. Perbedaan Rata-rata Nilai Laporan Praktikum

Untuk mengetahui apakah nilai praktikum berbantuan komputer berbeda secara signifikan bila dibandingkan dengan nilai laporan praktikum tidak berbantuan komputer, dilakukan analisis komparatif dengan menggunakan uji statistik dua sampel *independent*.

Hipotesis yang diajukan adalah sebagai berikut:

Ho: $\mu_1 = \mu_2$ (Tidak ada perbedaan secara signifikan rata-rata nilai laporan praktikum)

Ha: $\mu_1 \neq \mu_2$ (Ada perbedaan secara signifikan rata-rata nilai laporan praktikum)

Kaidah pengujian:

Jika: $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$ maka Ho diterima

Jika: $t_{hitung} \geq t_{tabel}$, maka Ho ditolak

Hasil uji statistik untuk modul Gerak Jatuh Bebas, Tara Kalor Mekanik, Hukum Boyle, dan Rangkaian Resistor secara berurut ditunjukkan tabel berikut:

Tabel 4. Hasil Uji Komparatif Nilai Laporan Praktikum Berbantuan dan Tidak Berbantuan Komputer Modul Gerak Jatuh Bebas

	Kelas	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Nilai	Berbantuan Komputer	23	77,9565	1,74456	,36377
	Tidak Berbantuan Komputer	23	65,4348	6,01382	1,25397

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Nilai	Equal variances assumed	45,672	,000	9,590	44	,000	12,52174	1,30566	9,89034	15,15313
	Equal variances not assumed			9,590	25,677	,000	12,52174	1,30566	9,83626	15,20722

Tabel 5. Hasil Uji Komparatif Nilai Laporan Praktikum Berbantuan dan Tidak Berbantuan Komputer Modul Tara Kalor Mekanik

	Kelas	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Nilai	Berbantuan Komputer	23	75,8696	1,60410	,33448
	Tidak Berbantuan Komputer	23	65,7826	7,24855	1,51143

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Nilai	Equal variances assumed	20,225	,000	6,516	44	,000	10,08696	1,54799	6,96718	13,20674
	Equal variances not assumed			6,516	24,150	,000	10,08696	1,54799	6,89310	13,28081

Tabel 6. Hasil Uji Komparatif Nilai Laporan Praktikum Berbantuan dan Tidak Berbantuan Komputer Modul Hukum Boyle

	Kelas	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Nilai	Berbantuan Komputer	23	73,1739	3,05483	,63698
	Tidak Berbantuan Komputer	23	70,8261	3,28429	,68482

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Nilai	Equal variances assumed	,006	,940	2,510	44	,016	2,34783	,93527	,46292	4,23273
	Equal variances not assumed			2,510	43,771	,016	2,34783	,93527	,46264	4,23301

Tabel 7. Hasil Uji Komparatif Nilai Laporan Praktikum Berbantuan dan Tidak Berbantuan Komputer Modul Rangkaian Resistor

	Kelas	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Nilai	Berbantuan Komputer	23	66,7391	5,31907	1,10910
	Tidak Berbantuan Komputer	23	66,6957	6,39911	1,33431

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Nilai	Equal variances assumed	3,386	,073	,025	44	,980	,04348	1,73507	-3,45333	3,54029
	Equal variances not assumed			,025	42,577	,980	,04348	1,73507	-3,45664	3,54359

Tabel 8. Simpulan Hasil Uji Komparatif Nilai Laporan Praktikum Berbantuan dan Tidak Berbantuan Komputer

Modul Praktikum	t_{hitung}	$t_{(0,025,\ 44)}$	Simpulan
Gerak Jatuh Bebas	9,59	2,00	Ho ditolak
Tara Kalor Mekanik	6,52	2,00	Ho ditolak
Hukum Boyle	2,03	2,00	Ho ditolak
Rangkaian Resistor	0,025	2,00	Ho diterima

Tabel 8 menunjukkan hasil uji komparatif nilai laporan praktikum untuk modul Gerak Jatuh Bebas, Tara Kalor Mekanik, dan Hukum Boyle dengan bantuan komputer yang memiliki rata-rata nilai lebih tinggi dan berbeda secara signifikan dibandingkan dengan nilai laporan praktikum untuk modul yang sama tanpa bantuan komputer. Hal ini sesuai dengan hipotesis yang diajukan. Kecuali untuk modul Rangkaian Resistor, hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai laporan praktikum untuk modul Rangkaian Resistor dengan bantuan komputer memiliki rata-rata nilai tidak berbeda secara signifikan dibandingkan dengan nilai laporan praktikum tanpa bantuan komputer.

Pengolahan data percobaan Gerak Jatuh Bebas, Tara Kalor Mekanik, dan Hukum Boyle terdiri atas pengisian tabel, perhitungan, dan pembuatan grafik dengan bantuan komputer yang dapat meningkatkan rata-rata nilai mahasiswa. Kesulitan dalam membuat grafik pun dapat diminimalkan dengan bantuan komputer. Mahasiswa dapat dengan segera melakukan pendalaman konsep dan menafsirkan data percobaan sehingga kualitas jawaban untuk analisis sumber kesalahan, jawaban pertanyaan, dan simpulan percobaan menjadi lebih berkualitas. Kualitas jawaban inilah yang sangat berkaitan erat dengan nilai laporan praktikum.

Untuk percobaan Rangkaian Resistor, pengolahan data hanya terdiri atas pengisian tabel dan perhitungan. Bantuan komputer untuk perhitungan data percobaan tidak memberikan kontribusi berbeda dibandingkan menggunakan bantuan kalkulator sehingga kualitas jawaban untuk analisis sumber kesalahan, jawaban pertanyaan, dan simpulan percobaan tidak menunjukkan perbedaan dalam kualitas.

b. Ketercapaian Tujuan Praktikum Fisika Terapan

Ketercapaian tujuan praktikum fisika terapan dapat diukur melalui tingkat pemenuhan kompetensi yang ingin dicapai setiap modul. Tabel 9 menunjukkan kompetensi berdasarkan pokok bahasan modul Praktikum Fisika Terapan. Kajian ini dilakukan sebagai silang informasi untuk memastikan bahwa modul hasil pengembangan pada penelitian ini tetap berbasis kompetensi.

Tabel 9. Kompetensi Berdasarkan Pokok Bahasan Modul Praktikum Fisika Terapan

No.	Percobaan/ Modul	Pokok Bahasan	Kompetensi
1	Hukum Boyle	Termodinamika	1. Mahasiswa dapat menentukan tekanan udara luar menggunakan prinsip Hukum Boyle untuk gas dalam pipa U. 2. Mahasiswa dapat menentukan jumlah mol gas dalam ruang tertutup.
2	Tara Kalor Mekanik	Termodinamika	Mahasiswa dapat melakukan pembuktian hukum kekekalan energi pada proses perubahan usaha mekanik menjadi kalor.
3	Gerak Jatuh Bebas	Mekanika Dinamika	1. Mahasiswa dapat menentukan dan menjelaskan hubungan antara massa dan waktu tempuh melalui fenomena gerak jatuh bebas. 2. Mahasiswa dapat menentukan dan menjelaskan hubungan antara ketinggian dan waktu tempuh melalui fenomena gerak jatuh bebas. 3. Mahasiswa dapat menentukan nilai percepatan gravitasi bumi melalui fenomena gerak jatuh bebas.
4	Rangkaian Resistor	Listrik Dinamis	1. Mahasiswa dapat mengamati keberlakuan Hukum Kirchoff untuk arus dan Hukum Kirchoff untuk tegangan listrik pada rangkaian tertutup arus searah yang terdiri dari sumber tegangan dan beberapa resistor. 2. Mahasiswa dapat menentukan resistansi listrik resistor menggunakan amperemeter dan voltmeter baik resistor tunggal, resistor pada rangkaian seri, resistor pada rangkaian parallel, maupun resistor pada rangkaian kombinasi(seri-paralel).
5	Momen Inersia	Mekanika Gerak Rotasi	1. Mahasiswa dapat menentukan konstanta pegas alat percobaan momen inersia 2. Mahasiswa dapat menentukan momen inersia berbagai bentuk benda secara eksperimen. 3. Mahasiswa dapat menguji keberlakuan dalil sumbu sejajar.
6	Faktor Daya Arus AC	Listrik Arus Bolak Balik	Mahasiswa dapat menjelaskan dan menentukan faktor daya arus bolak-balik secara teoritis dan secara eksperimen.

Untuk mengetahui apakah nilai praktikum berbantuan komputer memiliki hubungan positif dengan ketercapaian kompetensi, dilakukan analisis hubungan untuk mengetahui nilai korelasi (r) dengan menggunakan teknik statistik. Variabel yang dikorelasikan adalah rata-rata nilai praktikum dan skor nilai *asesment* kinerja berisi kompetensi yang ingin dicapai dalam setiap percobaan.

Tabel 10. Hasil Korelasi Nilai Praktikum dan Ketercapaian Kompetensi

Correlations

		Nilai	Kinerja
Nilai	Pearson Correlation	1	,824**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	69	69
Kinerja	Pearson Correlation	,824**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	69	69

**. Correlation is significant at the 0.01 level

Tabel 11. Tingkat Korelasi dan Kekuatan Hubungan

Nilai Korelasi	Tingkat Hubungan
0,00-0,199	Sangat Lemah
0,20-0,399	Lemah
0,40-0,599	Cukup
0,60-0,799	Kuat
0,80-0,100	Sangat Kuat

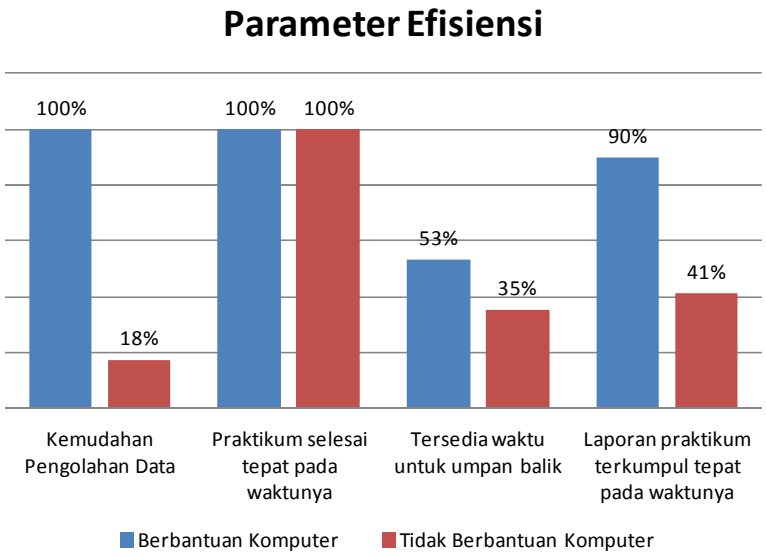
Dari hasil perhitungan pada tabel 10, nilai koresi mencapai 0,824. Berdasarkan tabel 11 rata-rata nilai praktikum dan ketercapaian kompetensi memiliki hubungan yang sangat kuat. Mahasiswa yang memperoleh nilai tinggi juga memiliki skor nilai asesmen kinerja yang tinggi.

4.2 PENGUKURAN EFISIENSI PENGGUNAAN MODUL BERBANTUAN KOMPUTER

Untuk mengukur efisiensi pembelajaran Praktikum Fisika melalui pengembangan modul praktikum berbantuan komputer, digunakan parameter efisiensi sebagai berikut:

1. Kemudahan dalam pengolahan data,
2. Praktikum selesai tepat pada waktunya,
3. Tersedianya waktu umpan balik, dan
4. Laporan praktikum terkumpul tepat pada waktunya.

Dari hasil pengolahan data penilaian parameter efisiensi tersebut, diperoleh data seperti tampak pada grafik 4.



Gambar 4. Perbedaan Pencapaian Parameter Efisiensi

Dengan menggunakan modul praktikum berbantuan komputer, diperoleh 100% kemudahan dalam pengolahan data dan 100% praktikum selesai tepat pada waktunya. Tersedianya waktu umpan balik masih rendah yaitu hanya 53% praktikan yang memanfaatkan waktu untuk melakukan umpan balik. Namun demikian, laporan praktikum 90% diserahkan tepat pada waktunya.

Praktikum yang menggunakan modul tidak berbantuan komputer, 100% praktikum dapat selesai tepat pada waktunya namun hanya 18% yang merasakan kemudahan dalam pengolahan data. Pengolahan data yang tidak berbantuan komputer berdampak pada waktu yang tersedia untuk umpan balik. Hanya 35% praktikan yang dapat memanfaatkan waktu untuk umpan balik. Selain itu, kondisi ini berdampak pula pada waktu menyelesaikan laporan. Hanya 41% laporan yang diserahkan tepat pada waktunya.

Dapat dianalisis bahwa penggunaan modul praktikum berbantuan komputer dapat membantu mahasiswa dalam meningkatkan efisiensi pembelajaran Fisika Terapan.

4.3 HASIL KUESIONER MAHASISWA BERBANTUAN KOMPUTER (BK) DAN MAHASISWA TIDAK BERBANTUAN KOMPUTER

Untuk mengetahui respons mahasiswa terhadap modul berbantuan komputer dan tidak berbantuan komputer, dilakukan pengisian kuesioner oleh seluruh sampel penelitian. Agar diperoleh hasil yang lebih teliti, butir pertanyaan dijawab mahasiswa untuk masing-masing modul percobaan. Tabel 13 menunjukkan rekapitulasi kuesioner dengan skala penilaian pada Tabel 12.

Tabel 12. Kriteria dan Pilihan Jawaban

Kriteria	Pilihan Jawaban
A	Sangat Mudah/Setuju/Tinggi
B	Mudah/Setuju/Tinggi
C	Cukup
D	Sulit/Tidak Setuju/Rendah
E	Sangat Sulit/Tidak Setuju/Rendah

Tabel 13. Hasil Rekap Kuesioner untuk Mahasiswa

No.	Butir Pertanyaan	Modul/Percobaan	A (%)		B (%)		C (%)		D (%)		E (%)	
			BK	TBK	BK	TBK	BK	TBK	BK	TBK	BK	TBK
1	Tujuan praktikum dapat dicapai.	Gerak Jatuh Bebas	2,6	0,0	47,1	11,1	34,2	52,8	16,0	30,6	0,0	5,6
		Tara Kalor Mekanik	8,8	0,0	77,8	5,6	24,5	66,7	0,0	11,1	0,0	5,6
		Rangkaian Resistor	2,8	9,5	47,1	52,5	50,0	38,1	0,0	0,0	0,0	0,0
		Hukum Boyle	5,3	0,0	44,0	14,5	50,0	16,7	2,8	66,7	0,0	0,0
	Rata-rata		4,9	2,4	54,0	20,9	39,7	43,6	4,7	27,1	0,0	2,8
2	Dengan percobaan dapat lebih dalam memahami konsep.	Gerak Jatuh Bebas	17,9	11,0	65,0	51,0	17,3	37,8	0,0	0,0	0,0	0,0
		Tara Kalor Mekanik	15,9	0,0	58,3	3,4	31,8	65,6	0,0	25,0	0,0	0,0
		Rangkaian Resistor	5,7	30,4	57,3	39,0	34,3	30,4	2,9	0,0	0,0	0,0
		Hukum Boyle	5,7	0,0	77,2	14,0	38,0	32,1	8,0	25,0	0,0	0,0
	Rata-rata		11,3	10,4	64,5	26,9	30,4	41,5	2,7	12,5	0,0	0,0
3	Dengan percobaan dapat lebih dalam memaknai konsep.	Gerak Jatuh Bebas	2,0	0,0	17,0	29,7	56,0	62,2	25,0	8,1	0,0	0,0
		Tara Kalor Mekanik	5,3	0,0	28,1	21,6	80,0	45,9	0,0	8,1	0,0	11,0
		Rangkaian Resistor	8,3	0,0	16,7	42,9	52,7	52,4	22,2	4,8	0,0	0,0
		Hukum Boyle	8,3	3,6	55,6	46,4	33,4	46,4	2,8	3,6	0,0	0,0
	Rata-rata		6,0	0,9	29,4	35,2	55,5	51,7	12,5	6,1	0,0	2,8
4	Tingkat kesulitan pengolahan data praktikum.	Gerak Jatuh Bebas	2,4	2,7	29,4	5,4	57,0	32,0	12,0	51,0	0,0	8,1
		Tara Kalor Mekanik	6,8	0,0	48,2	25,0	45,0	47,0	0,0	28,0	0,0	0,0
		Rangkaian Resistor	2,9	9,1	48,1	45,5	46,0	45,5	2,9	0,0	0,0	0,0
		Hukum Boyle	11,0	0,0	43,2	22,0	10,5	66,7	35,5	11,1	0,0	0,0
	Rata-rata		5,8	3,0	42,2	24,5	39,6	47,8	12,6	22,5	0,0	2,0
5	Saya tidak mengalami kesulitan dalam menghitung nilai besaran fisika yang dicari dalam percobaan	Gerak Jatuh Bebas	21,0	5,0	35,9	35,1	28,2	35,1	15,4	21,6	0,0	2,7
		Tara Kalor Mekanik	9,1	5,4	50,0	35,1	41,0	35,1	0,0	21,6	0,0	2,7
		Rangkaian Resistor	17,0	4,3	40,0	56,5	40,2	34,8	2,9	4,4	0,0	0,0
		Hukum Boyle	2,8	0,0	30,6	16,7	55,5	50,0	11,1	33,3	0,0	0,0
	Rata-rata		12,5	3,7	39,1	35,9	41,2	38,8	7,3	20,2	0,0	1,4
6	Pada percobaan saya memiliki kesempatan untuk menganalisis data percobaan.	Gerak Jatuh Bebas	13,0	2,6	79,0	34,0	7,6	37,8	0,0	26,0	0,0	0,0
		Tara Kalor Mekanik	13,6	2,6	68,6	34,2	18,2	36,8	0,0	26,0	0,0	0,0
		Rangkaian Resistor	8,8	4,0	52,9	46,5	32,4	45,0	5,9	4,5	0,0	0,0
		Hukum Boyle	11,4	0,0	45,8	45,0	37,1	55,0	5,7	0,0	0,0	0,0
	Rata-rata		11,7	2,3	61,6	39,9	23,8	43,7	2,9	14,1	0,0	0,0
7	Saya tidak menghadapi hambatan dalam menjawab pertanyaan/soal dalam modul percobaan.	Gerak Jatuh Bebas	0,0	2,4	26,0	28,6	69,0	24,0	19,0	31,0	0,0	0,0
		Tara Kalor Mekanik	0,0	0,0	47,6	36,1	52,2	28,0	0,0	33,3	0,0	2,8
		Rangkaian Resistor	3,0	0,0	42,3	36,4	36,0	55,0	18,2	9,1	0,0	0,0
		Hukum Boyle	11,0	5,6	27,8	11,1	55,8	72,0	2,8	11,1	2,8	0,0
	Rata-rata		3,5	2,0	35,9	28,1	53,3	44,8	10,0	21,1	0,7	0,7
8	Dengan melakukan percobaan saya dapat meningkatkan minat dan rasa ingin tahu dalam percobaan.	Gerak Jatuh Bebas	30,0	5,6	78,0	8,3	52,0	4,4	0,0	19,0	0,0	2,7
		Tara Kalor Mekanik	12,5	5,7	41,0	8,6	41,0	66,0	2,3	20,0	0,0	2,9
		Rangkaian Resistor	21,0	1,0	43,0	39,0	45,0	35,0	3,0	8,7	0,0	4,3
		Hukum Boyle	11,0	22,0	26,0	22,0	49,0	56,0	14,0	0,0	0,0	0,0
	Rata-rata		18,6	8,6	47,0	19,5	46,8	40,4	4,8	11,9	0,0	2,5
9	Selama praktikum saya menjadi peserta didik yang aktif dan kreatif.	Gerak Jatuh Bebas	12,5	11,0	50,0	44,5	37,5	44,5	0,0	0,0	0,0	0,0
		Tara Kalor Mekanik	13,0	11,2	55,8	44,4	29,0	44,4	0,0	0,0	2,2	0,0
		Rangkaian Resistor	8,8	0,0	56,0	9,1	35,0	55,0	0,0	27,0	0,0	9,1
		Hukum Boyle	5,7	17,0	48,6	38,9	43,0	44,0	2,8	0,0	0,0	0,0
	Rata-rata		9,9	4,9	46,4	30,4	41,0	44,4	6,9	14,6	0,1	1,4
10	Bagaimana pendapat anda seandainya semua pengolahan data berbantuan komputer?	Gerak Jatuh Bebas	18,0	48,0	61,3	22,0	13,0	15,0	5,1	15,0	2,6	0,0
		Tara Kalor Mekanik	48,0	23,0	29,2	50,0	14,0	20,0	9,1	6,7	0,0	0,0
		Rangkaian Resistor	50,0	36,0	27,1	27,0	21,0	18,0	2,9	18,0	0,0	0,0
		Hukum Boyle	44,0	27,0	39,0	27,0	14,0	7,0	2,0	0,0	0,0	40,0
	Rata-rata		12,7	7,5	45,7	30,5	38,6	41,7	6,7	14,2	0,2	2,2

Untuk seluruh percobaan, rata-rata persentasi terbesar 54% mahasiswa berbantuan komputer menjawab setuju bahwa tujuan praktikum dapat dicapai dengan mudah. Sebanyak 64,5% mahasiswa berbantuan komputer menyatakan setuju melalui praktikum dapat lebih mendalami konsep dan 55,5% cukup

dapat memaknainya. Sebanyak 42,1% menyatakan mudah dalam pengolahan data praktikum. 39,1% tidak mengalami kesulitan dalam menghitung nilai besaran fisika yang dicari dalam percobaan. Sebanyak 61,6% mahasiswa menjawab mahasiswa memiliki kesempatan untuk menganalisis data percobaan pada percobaan berbantuan komputer dan 53,3 % merasa tidak menghadapi hambatan dalam menjawab pertanyaan/soal dalam modul percobaan. Sebanyak 47% mahasiswa berbantuan komputer menyatakan percobaan di laboratorium dapat meningkatkan minat dan rasa ingin tahu dan 46,6% menjadi peserta didik yang aktif dan kreatif. Persentase terbesar 45,7% mahasiswa berbantuan komputer menyatakan setuju semua pengolahan data percobaan menggunakan bantuan komputer.

Pada tabel 13, terlihat bahwa hampir seluruh persentase terbesar mahasiswa berbantuan komputer memilih jawaban mudah/setuju/tinggi. Sebaliknya, untuk mahasiswa yang tidak berbantuan komputer, seluruh persentase terbesar jawaban kuesioner terletak pada jawaban cukup. Respon terhadap praktikum untuk mahasiswa tidak berbantuan komputer lebih rendah dibandingkan mahasiswa berbantuan komputer.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Nilai laporan praktikum untuk modul Gerak Jatuh Bebas, Tara Kalor Mekanik, dan Hukum Boyle dengan bantuan komputer memiliki rata-rata nilai lebih tinggi dan berbeda secara signifikan dibandingkan dengan nilai laporan praktikum untuk modul yang sama tanpa bantuan komputer. Untuk modul Rangkaian Resistor, hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai laporan praktikum dengan bantuan komputer memiliki rata-rata nilai tidak berbeda secara signifikan dibandingkan dengan nilai laporan praktikum tanpa bantuan komputer.
2. Bantuan komputer sangat efektif untuk modul percobaan dengan pengolahan data yang terdiri atas perhitungan dan pembuatan grafik. Pengolahan data tidak efektif untuk modul percobaan yang dengan perhitungan saja.
3. Rata-rata nilai praktikum dan ketercapaian kompetensi memiliki hubungan yang sangat kuat.
4. Dengan persentase yang tinggi untuk parameter efisiensi, yaitu kemudahan dalam pengolahan data, praktikum selesai tepat pada waktunya, tersedianya waktu umpan balik, dan laporan praktikum terkumpul tepat pada waktunya dapat disimpulkan bahwa penggunaan modul praktikum berbantuan komputer membantu mahasiswa dalam meningkatkan efisiensi pembelajaran fisika terapan.
5. Dari jawaban kuesioner mahasiswa tentang praktikum berbantuan komputer, disimpulkan bahwa dalam praktikum berbantuan komputer mahasiswa
   a. lebih mudah mencapai tujuan percobaan;
   b. lebih menguasai dan memaknai konsep fisika dalam setiap modul percobaan,;
   c. mengolah dan menghitung hasil percobaan dengan tidak mengalami hambatan;
   d. menghitung besaran-berasan fisika yang dicari dalam percobaan;
   e. memiliki kesempatan untuk menganalisis data percobaan;
   f. tidak mengalami hambatan dalam menjawab pertanyaan/soal yang terdapat pada modul percobaan;

g. meningkat dalam minat dan rasa ingin tahu dalam percobaan fisika;
h. menjadi peserta didik yang aktif dan kreatif;
i. berpendapat bahwa mereka setuju dengan Praktikum Fisika berbantuan komputer.

SARAN

1. Modul percobaan Momen Inersia dan Faktor Daya Arus AC belum dapat diujicobakan dalam penelitian ini karena berkaitan dengan terbatasnya rentang waktu penelitian. Disarankan dapat dilaksanakan pada penelitian selanjutnya.
2. Pengembangan modul berbantuan komputer disarankan dapat juga dilaksanakan untuk modul-modul percobaan lain di Laboratorium Fisika Terapan.

DAFTAR PUSTAKA

Arney, David C. 1993. *Differential Equations with Derive, Mathware Urbana II*, hlm. 4.

Ellianawati B Subali. 2010. "Penerapan Model Praktikum PSL sebagai Upaya untuk Memperbaiki Kualitas Pelaksanaan Praktikum Fisika Dasar", *Pendidikan Fisika Indonesia* Vol 6, hlm. 90-97.. Semarang: Unnes

fisik@net (ISSN 2086-5325), dalam *http://www.fisikanet.lipi.go.id,* diunduh 23 September 2012.

Gunawan, Liliasari. 2012. "Model Virtual Laboratory Fisika Modern untuk Meningkatkan Disposisi Berpikir Kritis Calon Guru, *Cakrawala Pendidikan* No. 2, hlm. 185.

Intan Irawati. 2012. *intan-fisika.blogspot.com, diunduh* 27 Agustus 2012.

Kaniawati Ida. 2009. *Pengembangan Program Pembelajaran Fisika Dasar untuk Meningkatkan Kemampuan Calon Guru Fisika,* (Disertasi). Bandung: UPI.

Kutzler B. 1996. *Introduction to Derive for Windows*, hlm..5. Austria Gutenberg-Werbering: GmbH, Linz.

Mahmud. 2011. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: CV Pustaka Setia.

Muldiani, R Fenny. 2011. "Media Pembelajaran Berbasis Animasi Komputer pada Mata Kuliah Fisika Terapan untuk Program Studi Teknik Aeronautika Politeknik Negeri Bandung", *Sigma-Mu* Vol.3 No.1, hlm. 11-20 Bandung: UP MKU POLBAN.

Sardjito. 1996. "Petunjuk Praktikum Fisika Dasar untuk Mahasiswa Politeknik", *Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik,* hlm. 2-5. Jakarta: Dirjen Dikti Depdikbud,.

Siregar, Sofyan. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif.* Jakarta: Kencana Prenada Media Grup.

Sumadi. 2008. *Validasi Indikator-Indikator Hasil Belajar Fisika* (Disertasi). http://pps.uny.ac.id/index.php?pilih=pustaka&mod=yes&aksi=lihat&id=31, diunduh 3 April 2009.

Suratmi, dkk. 2012. *Pengembangan Prosedur Operasi Baku (SOP) dan Modul Praktikum Fisika Terapan Berorientasi Pada Kurikulum Politeknik Berbasis Kompetensi, Laporan Penelitian Unggulan Peningkatan Kapasitas Laboratorium.* Bandung: Politeknik Negeri Bandung .

_____ 2011. *Experiments in Physics, Physics 1493/1494/2699,* hlm. 5, 118-133. *Columbia University*, *Edition*, p. 5, 118-133.