

**PENGEMBANGAN PROSEDUR OPERASI BAKU
(*STANDARD OPERATIONAL PROCEDURE*)
DAN MODUL PRAKTIKUM FISIKA TERAPAN BERORIENTASI
KURIKULUM POLITEKNIK BERBASIS KOMPETENSI**

***THE DEVELOPMENT OF STANDARD OPERATION PROCEDURE
AND MODULE OF APPLIED PHYSICS PRACTICUM ORIENTED TO
POLYTECHNIC COMPETENCY-BASED CURRICULUM***

**Sri Suratmi, Ratu Fenny Muldiani, Sardjito
(Staf Pengajar UP MKU Politeknik Negeri Bandung)**

ABSTRAK

Laboratorium Fisika Terapan UP MKU POLBAN merupakan satu dari banyak sarana kegiatan proses belajar mengajar di lingkungan Politeknik Negeri Bandung. Kegiatan praktikum di Laboratorium Fisika Terapan adalah kegiatan yang tidak terpisahkan dari pembelajaran perkuliahan mata kuliah Fisika Terapan yang dilaksanakan di kelas. Untuk meningkatkan kualitas hasil pembelajaran mata kuliah Fisika Terapan khususnya Praktikum Fisika Terapan, secara berkesinambungan diperlukan pengembangan prosedur operasi baku (*Standard Operational Procedure/ SOP*) dan modul Praktikum Fisika Terapan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, dilakukan kajian analisis kompetensi jurusan dan program studi yang membutuhkan layanan Praktikum Fisika Terapan dengan berorientasi kurikulum POLBAN. Hasil kajian digunakan untuk revisi modul, penyusunan modul baru, dan pengembangan SOP baru. Diharapkan dapat dihasilkan keputusan dan tindakan serta penggunaan fasilitas-fasilitas proses yang dilakukan oleh manajemen laboratorium berjalan secara efisien, efektif, konsisten, standar, dan sistematis.

Kata Kunci: SOP; Modul; Praktikum Fisika Terapan; Kompetensi; Kurikulum POLBAN.

ABSTRACT

POLBAN UP MKU Applied Physics Laboratory is one of the many means of teaching and learning activities in State Polytechnic of Bandung. Practicum at the Applied Physics Laboratory is an integral activity of learning Applied Physics lecture courses implemented in the classroom. To improve the quality of learning outcomes in particular Applied Physics Lab courses, the sustainable development of the necessary standard operating procedures (Standard Operational Procedure / SOP) and the Applied Physics Lab module are needed. To meet the needs majors competencies analysis study that require the services of Applied Physics Practicum with POLBAN oriented curriculum. The results of the study are used to revise the modules, the new module and the preparation of a new SOP development that are expected to conduct in decisions, actions and use of facilities management process carried out by a laboratory an efficient, effective, consistent, standardized and systematic.

Keywords: SOP; Module; Applied The Physics Lab; Competence; Curriculum POLBAN.

PENDAHULUAN

Pada Buku Peraturan Akademik Politeknik Negeri Bandung Tahun 2012, diterbitkan oleh Surat Keputusan Senat Politeknik Negeri Bandung Nomor 02/PL1.R9/OT/2012 tanggal 18 Januari 2012, dijelaskan tentang Kebijakan Akademik, Standar Akademik dan Peraturan Akademik. Pada bab VIII pasal 16 ayat 5 disebutkan adanya mata kuliah yang dilengkapi dengan praktikum.

Praktikum Fisika Terapan di Politeknik Negeri Bandung (Polban) diselenggarakan oleh Laboratorium Fisika Terapan UP MKU. Laboratorium ini melayani berbagai jurusan dan program studi terdiri atas Jurusan Teknik Mesin (T. Mesin dan T. Aeronautika), Teknik Kimia, Teknik Konversi Energi, dan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara. Demo praktikum terdiri atas Teknik Sipil Program Studi TPPG, Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik, Elektronika, dan Telekomunikasi,

Untuk memandu pelaksanaan praktikum, dibuat modul-modul praktikum dengan materi yang adaptif dan sesuai dengan pengembangan kurikulum dan tuntutan profil kompetensi masing-masing program studi. Sebagai laboratorium yang melayani berbagai jurusan dan program studi, diperlukan standar baku pelaksanaan manajemen laboratorium (*Standard Operating Procedure/SOP*).

Suardi (2007) menyebutkan dalam buku *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja: Panduan Penerapan Berdasarkan OHSAS 18001 dan Permenaker 05/1996*, bahwa *Standard Operating Procedure (SOP)* pada dasarnya adalah pedoman yang berisi prosedur-prosedur operasional standar yang ada

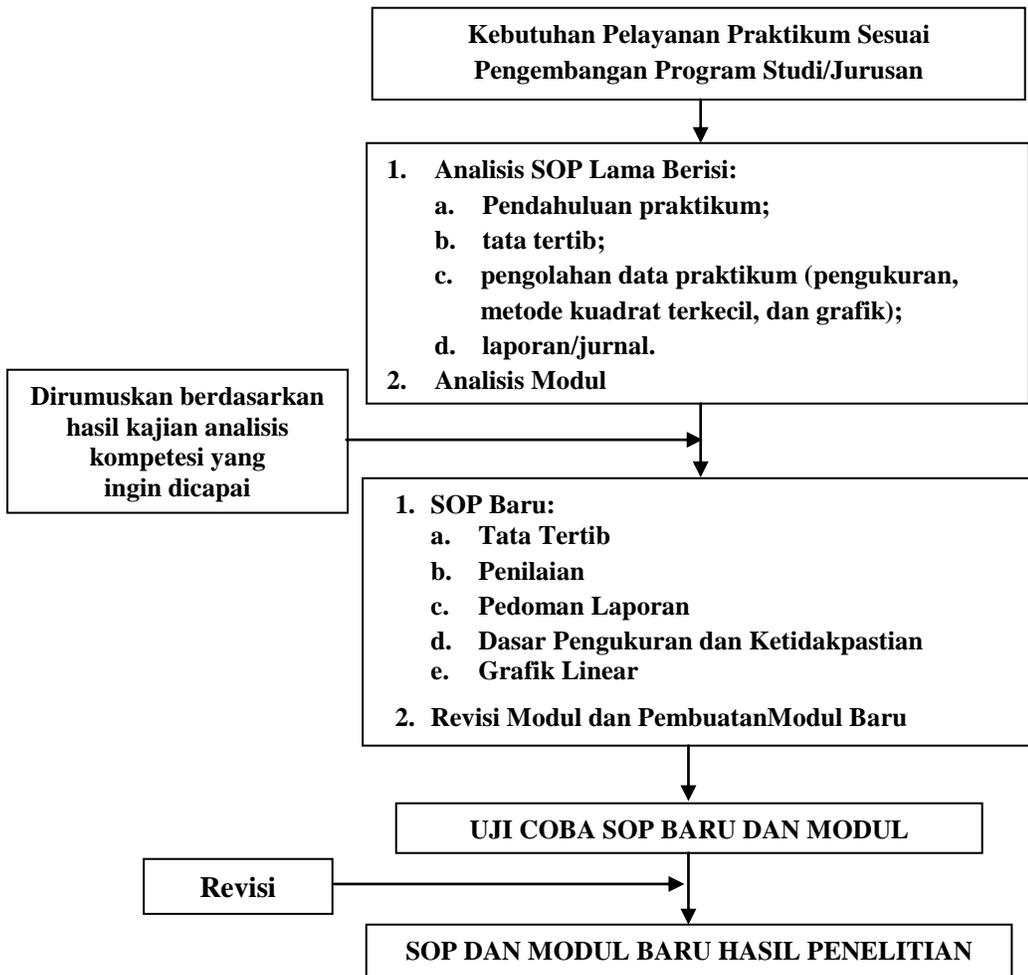
dalam suatu organisasi yang digunakan untuk memastikan bahwa semua keputusan dan tindakan serta penggunaan fasilitas-fasilitas proses yang dilakukan oleh orang-orang dalam organisasi berjalan secara efisien, efektif, konsisten, standar, dan sistematis. Adanya sistem manual standar atau (SOP) diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas kinerja layanan yang diberikan. Dengan adanya instruksi kerja yang terstandarisasi, semua kegiatan layanan akan dapat dilakukan secara konsisten oleh siapa pun yang sedang bertugas melakukan pelayanan. Prosedur operasi pelayanan yang berbelit dan tidak jelas akan semakin terminimalisasi. Di samping konsistensi pelayanan, hal lain yang akan dihasilkan adalah efisiensi dan efektivitas kerja. Dengan prosedur yang terstandar, setiap orang baik pengguna pelayanan maupun staf yang memberi pelayanan, akan dapat memanfaatkan ataupun melakukan pelayanan yang semakin hari semakin baik dan semakin cepat karena terjadinya pembelajaran yang secara terus menerus.

Untuk meningkatkan kualitas hasil pembelajaran mata kuliah Fisika Terapan khususnya Praktikum Fisika Terapan, secara berkesinambungan diperlukan pengembangan SOP dan modul Praktikum Fisika Terapan yang berorientasi kepada kurikulum Polban berbasis kompetensi. Dengan adanya prosedur operasi baku, diharapkan efisiensi dan efektivitas kinerja layanan yang diberikan oleh Laboratorium Fisika Terapan, UP MKU POLBAN dapat ditingkatkan. Dengan adanya instruksi kerja yang terstandarisasi, semua kegiatan pelayanan akan dapat dilakukan secara konsisten oleh siapa pun yang sedang

bertugas melakukan pelayanan sistem perkuliahan Praktikum Fisika Terapan.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode analisis deskriptif. Langkah dan tahapan dalam melakukan penelitian dijelaskan dalam diagram alur (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram Alur Metode Penelitian

Pengembangan SOP bermula dari SOP lama. Hasil pengembangan SOP disebut SOP baru, yaitu SOP lama yang digunakan sampai dengan tahun 2011 yang kemudian mengalami banyak perubahan. Selanjutnya, dianalisis sebaran modul praktikum yang digunakan oleh jurusan dan

program studi. Pengembangan SOP baru dan modul praktikum didasarkan hasil kajian kompetensi jurusan dan program studi yang membutuhkan pelayanan Praktikum Fisika Terapan dengan berorientasi kurikulum POLBAN.

NO	MODUL PERCOBAAN	TME	TPKM	TAE	TEN	TPTL	TRTU	TPTU	TK	AN	TKPB	FREKUENSI PENGGUNAAN
9	Transfer Daya Mak Rangkaian Resistor Sederhana	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	10
Jumlah Penggunaan Modul		7	7	8	8	8	8	8	7	7	7	75
Total Terdapat Penggunaan Modul/Percobaan sebanyak 75 kali												

Catatan

T.ME= Teknik Mesin

T.PTU = Teknik Pnndingin dan Tata Udara

T.PKM = Teknik Perancangan Konstruksi Mesin

T. AE = Teknik Aeronoutika

T.K = Teknik Kimia

T.EN = Teknik Konversi Energi

AN = Analis kimia

T.PTL = Teknik Pembangkit Tenaga Listrik

T. KPB = Teknik kimia Produksi Bersih

T.RTU = Teknik Reffrigerasi dan Tata Udara

V = Digunakan

B. ANALISIS POKOK BAHASAN SOP/MODUL PRAKTIKUM BERDASARKAN KOMPETENSI

Pengembangna SOP, revisi modul lama, dan penyusunan modul baru

berorientasi kurikulum Polban yang berbasis kompetensi sesuai dengan yang dibutuhkan oleh setiap program studi seperti ditunjukkan Tabel 2.

Tabel 2. Kompetensi Berdasarkan Pokok Bahasan Modul Praktikum Fisika Terapan

NO.	PERCOBAAN/ MODUL	POKOK BAHASAN	KOMPETENSI
1	SOP Praktikum Fisika Terapan	Pengantar Praktikum Fisika Terapan	Mahasiswa melaksanakan praktikum Fisika Terapan sesuai kaidah yang telah ditentukan dalam SOP
2	Momen Inersia	Mekanika Gerak Rotasi	<ol style="list-style-type: none"> 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.
3	Momen Gaya & Keseimbangan	Mekanika Dinamika	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mahasiswa mengerti dan memahami Momen Gaya. 2. Mahasiswa memahami syarat berlakunya Keseimbangan rotasi pada sistem roda-as serta tuas

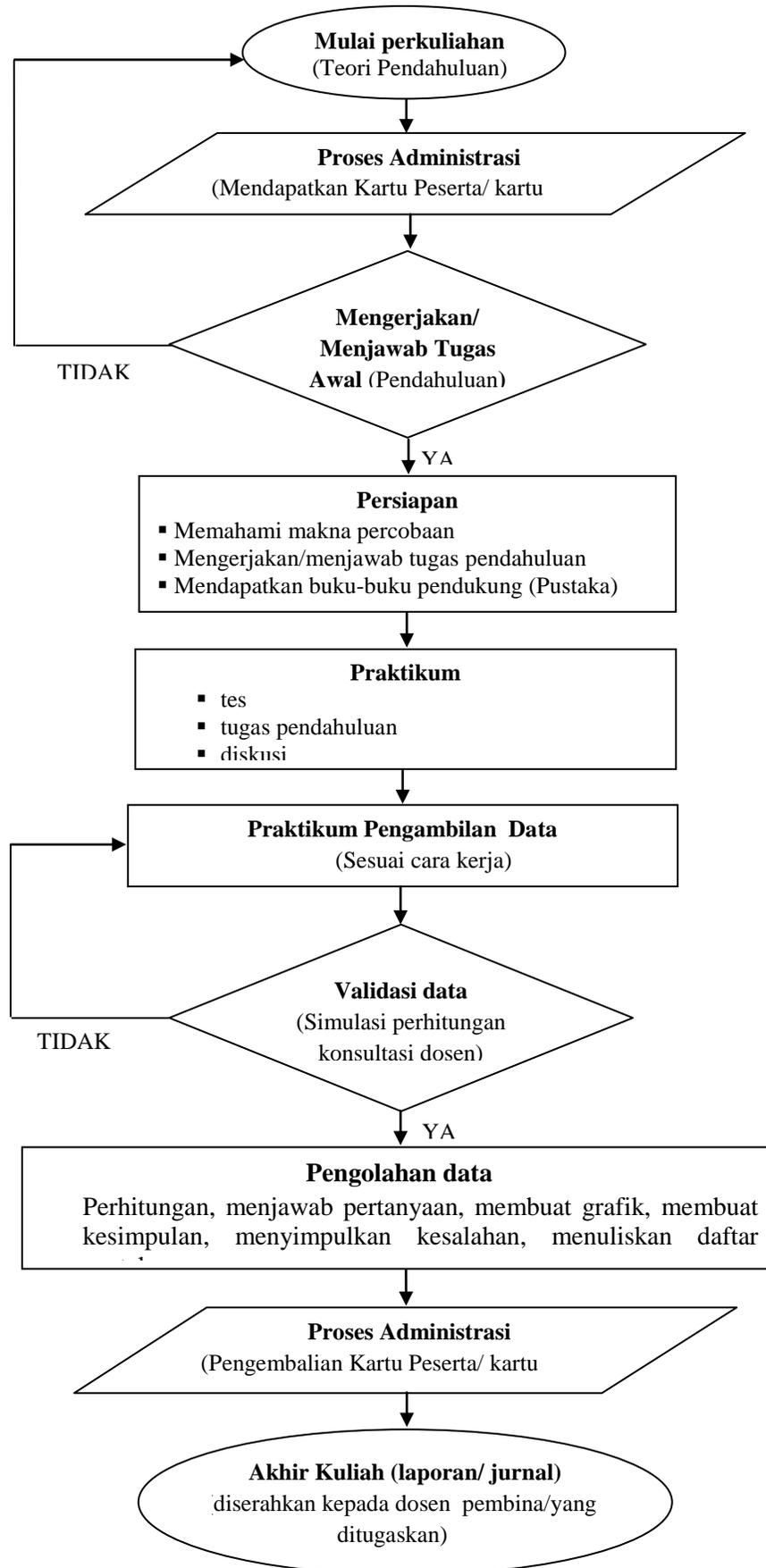
NO.	PERCOBAAN/ MODUL	POKOK BAHASAN	KOMPETENSI
4	Hukum Boyle	Termodinamika	1. Mahasiswa dapat menentukan tekanan udara luar menggunakan prinsip Hukum Boyle untuk gas dalam pipa U. 2. Mahasiswa dapat menentukan jumlah mol gas dalam ruang tertutup.
5	Getaran Kolom Zat Cair	Mekanika Fluida	Mahasiswa dapat menentukan percepatan gravitasi bumi di tempat percobaan
6	Lensa	Optik Geometris	Mahasiswa dapat menentukan/menghitung titik api lensa plan konveks dan lensa cembung
7	Pesawat Atwood	Mekanika Kinematika	Mahasiswa melakukan pembuktian Hukum I Newton dan Hukum II Newton.
8	Tara Kalor Mekanik	Termodinamika	Mahasiswa dapat melakukan pembuktian hukum kekekalan energi pada proses perubahan usaha mekanik menjadi kalor
9	Transfer Daya Maksimum pada Rangkaian Resistor Sederhana	Rangkaian Listrik Searah	Mahasiswa dapat menentukan transfer daya maksimum pada rangkaian resistor sederhana (arus searah / DC)

Kompetensi ini dapat memerikan panduan dalam mengembangkan SOP dan modul sesuai dengan sebaran penggunaan modul praktikum pada program studi yang dibahas sebelumnya (tabel 1).

C. *STANDARD OPERATING PROCEDURE (SOP)*

SOP hasil penelitian secara garis besar berisi petunjuk, panduan, dan ketentuan-ketentuan yang berkaitan dengan pelaksanaan perkuliahan praktikum Fisika Terapan antara lain

1. Peraturan Tata Tertib Laboratorium Fisika Politeknik Negeri Bandung
Peraturan tata tertib Laboratorium Fisika Terapan Polban terdiri atas pendahuluan, ketentuan, petunjuk persiapan praktikum, peraturan tata tertib di laboratorium, penyusunan laporan, penyerahan laporan, tahap akhir. Alur pelaksanaan kegiatan Praktikum Fisika Terapan ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alur Kegiatan Perkuliahan Praktikum Fisika Terapan

2. Ketentuan Penilaian Praktikum Dan Ujian Praktikum Laboratorium Fisika Terapan
- Penilaian praktikum (tabel 3) adalah penilaian terhadap jurnal/ risalah meliputi
- a. tujuan percobaan yang akan dilakukan;
 - b. prinsip dasar/teori yang mendasari percobaan seperti rumus-rumus yang terkait dengan percobaan, alat-alat, dan bahan yang digunakan;
 - c. jawaban tugas pendahuluan yang telah dikerjakan sebelum datang ke laboratorium untuk melakukan praktik;
 - d. pengambilan data ruangan dan data/ hasil percobaan selama percobaan berlangsung;
 - e. jawaban pertanyaan dan analisis hasil percobaan;
 - f. simpulan yang diperoleh dan saran untuk perbaikan agar diperoleh hasil yang lebih baik;
 - g. sumber kesalahan yang dapat mengakibatkan penyimpangan hasil;
 - h. daftar pustaka/ acuan yang digunakan sebagai bahan percobaan.

Tabel 3. Penilaian Praktikum

No.	Pengamatan Dosen dan Laporan	Nilai Maksimum
1.	Tujuan, Teori, dan Alat-alat yang digunakan	-
2.	Tugas dan Tes Pendahuluan	20
3.	Data Ruangan & Data Percobaan	25
4.	Pertanyaan dan Analisis	20
5.	Simpulan	15
6.	Sumber Kesalahan	10
7.	Daftar Pustaka	10
Total Nilai		100

Penilaian akhir praktikum meliputi penilaian praktikum dan penilaian ujian praktikum. Bobot penilaian praktikum

diperlihatkan pada tabel 4 dan penilaian Fisika Terapan untuk program studi dengan teori dan praktikum sesuai tabel 5.

Tabel 4. Bobot Penilaian Praktikum

No.	Bagian Penilaian *)	Bobot (%)
1.	Praktikum	70
2.	Ujian Praktikum	30
Total Bobot		100

*)Masing-masing bagian tidak boleh bernilai nol.

Tabel 5. Bobot Penilaian Fisika Terapan

No.	Bagian Penilaian*)	Bobot (%)
1.	Nilai Laboratorium/Praktikum Fisika	50
2.	Nilai Teori Fisika	50
Total Bobot		100

*)Masing-masing bagian tidak boleh bernilai nol.

3. Pedoman Laporan (Jurnal) Praktikum Fisika

Laporan Praktikum berbentuk jurnal yang dibuat dan diserahkan pada hari yang sama dengan hari pelaksanaan praktik. Laporan ditulis dengan tulisan tangan di kertas HVS A.4/kuarto (kecuali grafik dan *print out*).

Secara garis besar, struktur pelaporan kegiatan praktikum terdiri atas Identitas, Tujuan Percobaan (sudah tertulis dalam jurnal), Prinsip dasar/teori (sudah tertulis dalam jurnal), Jawaban tugas pendahuluan, Alat dan bahan yang digunakan (sudah tertulis dalam Jurnal), Langkah percobaan (sudah tertulis dalam Jurnal), Data Percobaan, Jawaban pertanyaan, Simpulan, Sumber kesalahan, dan Daftar Pustaka

Penulisan butir 1 dan 4 harus dilakukan sebelum kegiatan praktik dilakukan (di rumah, perpustakaan, dll). Butir 2, 3, 5, 6, 8 dipelajari terlebih dahulu sebelum kegiatan praktik dilakukan kecuali untuk hal-hal memerlukan verifikasi atau observasi langsung.

4. Dasar Pengukuran Dan Ketidakpastian

Pengukuran adalah membandingkan suatu besaran dengan satuan yang dijadikan patokan. Dalam Fisika, pengukuran merupakan sesuatu yang sangat vital. Suatu pengamatan terhadap besaran fisis harus melalui pengukuran. Pengukuran-pengukuran yang sangat teliti diperlukan dalam Fisika agar gejala-gejala peristiwa yang akan terjadi dapat diprediksi dengan tepat. Bagaimanapun ketika mengukur suatu besaran fisis dengan menggunakan instrumen, tidaklah mungkin akan didapatkan nilai benar X_0 , karena selalu terdapat ketidakpastian.

Beberapa penyebab ketidakpastian tersebut antara lain adanya Nilai Skala Terkecil (NST), kesalahan kalibrasi, kesalahan titik nol, kesalahan pegas, kesalahan paralaks, fluktuasi parameter pengukuran, dan lingkungan yang memengaruhi hasil pengukuran. Hal-hal seperti ini menyebabkan pengukuran mengalami gangguan. Dengan demikian, sangat sulit untuk mendapatkan nilai dari suatu besaran melalui pengukuran. Oleh sebab itu, setiap pengukuran harus dilaporkan dengan ketidakpastiannya. Ketidakpastian dibedakan menjadi dua, yaitu ketidakpastian mutlak dan relatif. Masing masing ketidakpastian dapat digunakan untuk pengukuran tunggal dan berulang.

5. Pembuatan Grafik Linear

Jika memiliki dua buah variabel atau lebih, sudah selayaknya apabila kita ingin mempelajari bagaimana variabel-variabel itu berhubungan atau dapat diramalkan. Untuk itu, dapat dilakukan dengan analisis regresi linear. Gagasan perhitungan ditetapkan oleh Sir Francis Galton (1822-1911).

Model kelayakan regresi linear didasarkan hal-hal sebagai berikut:

- a. *Predictor* yang digunakan sebagai variabel bebas harus layak.
- b. Terdapat hubungan linier antara variabel bebas (X) dan variabel tergantung (Y).
- c. Sifat kedua variabel bersifat dependen. Artinya, satu variabel merupakan variabel bebas (disebut juga sebagai variabel *predictor*), sedang variabel lainnya variabel tergantung (disebut juga sebagai variabel *respons*).

Persamaan regresi adalah persamaan matematik yang memungkinkan peramalan nilai suatu peubah tak bebas (*dependent variable*) dari nilai peubah bebas (*independent variable*). Diagram yang menggambarkan nilai-nilai observasi peubah tak bebas dan peubah bebas.

- Nilai peubah bebas ditulis pada sumbu X (sumbu horizontal).
- Nilai peubah takbebas ditulis pada sumbu Y (sumbu vertikal).
- Nilai peubah tak bebas ditentukan oleh nilai peubah bebas.

Bentuk Umum Regresi Linier Sederhana:

$$Y = a + bX$$

Y : peubah tak bebas

a : konstanta (titik potong dengan sumbu y)

X : peubah bebas

b : kemiringan (*gradient*) grafik

Metode paling populer untuk menetapkan persamaan regresi linier sederhana adalah Metode Kuadrat terkecil (*least square method*).

Perhitungan parameter a dan b dari grafik linear dapat lebih mudah dilakukan dengan bantuan kalkulator dengan mode Regresi Linear. Grafik linear banyak digunakan untuk mengolah data hasil percobaan. Dari hasil baca grafik, dapat diketahui besaran/nilai yang diamati dalam percobaan tersebut.

D. TAMBAHAN DAN PERUBAHAN SOP/ MODUL PRAKTIKUM BARU DAN KETERSEDIAAN ALAT

Secara garis besar, tambahan dan perubahan isi SOP dan modul praktikum lama dapat diamati pada tabel 6.

Tabel 6. Tambahan dan Perubahan Isi SOP dan Modul Praktikum Lama

NO.	JUDUL PERCOBAAN (SOP/MODUL LAMA)	TAMBAHAN/PERUBAHAN
1	SOP Praktikum Fisika Terapan	I. Peraturan Tata Tertib Laboratorium Fisika Politeknik Negeri Bandung <ol style="list-style-type: none"> 1. Pendahuluan 2. Ketentuan 3. Petunjuk Persiapan Praktikum 4. Peraturan Tata Tertib di Laboratorium 5. Penyusunan Laporan. 6. Penyerahan Laporan 7. Tahap akhir

N0.	JUDUL PERCOBAAN (SOP/MODUL LAMA)	TAMBAHAN/PERUBAHAN																																				
		II. Ketentuan Penilaian Praktikum dan Ujian Praktikum Laboratorium Fisika Terapan III. Pedoman Laporan Praktikum Fisika (Jurnal) IV. Dasar Pengukuran dan Ketidakpastian <ol style="list-style-type: none"> 1. Teori dasar 2. Parameter alat ukur 3. Ketidakpastian 4. Pelaporan hasil pengukuran tunggal 5. Angka penting V. Grafik linear																																				
	Metoda Alat/Media	Ceramah, demonstrasi, tanya jawab, slide, dan pelatihan (kerja kelompok) Papan tulis/ <i>White Board</i> Naskah dan <i>Power Point</i> <i>Over Head Projector</i> <i>Infocus & Screen</i> Komputer																																				
2	Momen Inersia																																					
	A. Tujuan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menentukan konstanta torsial pegas alat percobaan momen inersia 2. Menentukan momen inersia beberapa bentuk benda 3. Menguji keberlakuan dalil sumbu sejajar 																																				
	B. Teori	Teorema sumbu sejajar, dengan persamaan sebagai berikut: $I = I_0 (\text{pusat massa}) + m d^2$ $I_0 = \text{momen inersia saat diputar melalui sumbu awal (pusat massa)}$ $d = \text{jarak antara ke dua sumbu (sumbu awal dan sumbu geseran)}$																																				
	C. Tugas Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tuliskan definisi dan persamaan momen gaya/torsi (τ) yang berkaitan dengan arah dan besar gaya serta lengan gaya, berikan penjelasan untuk setiap simbol yang digunakan! 2. Tuliskan dimensi dan satuan internasional dari momen gaya kemudian berikan penjelasan untuk setiap simbol yang digunakan! 3. Jelaskan, apa yang dimaksud dengan momen inersia suatu benda. Sebut besaran-besaran yang memengaruhi momen inersia dari sebuah benda! 																																				
	D. Percobaan	3.a. Menentukan konstanta pegas alat percobaan momen inersia Hasil Percobaan Menentukan Konstanta Pegas <table border="1" data-bbox="597 1633 1333 1900"> <thead> <tr> <th>Percobaan ke</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gaya F (N)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Lengan ℓ (m)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Momen gaya τ (N.m)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Konstanta pegas sesaat (k)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tetapan pegas rata-rata</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Percobaan ke	1	2	3	4	5	Gaya F (N)						Lengan ℓ (m)						Momen gaya τ (N.m)						Konstanta pegas sesaat (k)						Tetapan pegas rata-rata					
Percobaan ke	1	2	3	4	5																																	
Gaya F (N)																																						
Lengan ℓ (m)																																						
Momen gaya τ (N.m)																																						
Konstanta pegas sesaat (k)																																						
Tetapan pegas rata-rata																																						

NO.	JUDUL PERCOBAAN (SOP/MODUL LAMA)	TAMBAHAN/PERUBAHAN																				
		<p>b. Menentukan momen inersia berbagai bentuk benda secara eksperimen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Timbang massa <u>batang</u> (M) dan massa 2 buah beban (m_1 dan m_2) yang ada padanya. Ukur panjang batang (L) dan jarak poros ke posisi beban (r). $M =$ $m = (m_1 + m_2)/2 =$ $L =$ $r =$ 2. Pasang batang pada spiral pegas (lihat gambar). Simpangkan <u>sedikit</u>, lalu lepaskan. Ukur waktu (t) yang diperlukan untuk menempuh N getaran. Lakukan percobaan ini tiga kali. <p style="text-align: center;">Hasil Percobaan Mengukur Perioda Batang Berbeban</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Perc ke ...</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Getaran (N)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>t(s)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T(s)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T_{rata-rata}</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <ol style="list-style-type: none"> 4. Ulangi percobaan no.3 namun batang dan beban diganti dengan piringan kayu/cakram kayu. (dan seterusnya untuk percobaan berikutnya dibuat tabel yang ke n). 	Perc ke ...	1	2	3	Getaran (N)				t(s)				T(s)				T _{rata-rata}			
Perc ke ...	1	2	3																			
Getaran (N)																						
t(s)																						
T(s)																						
T _{rata-rata}																						
	E. Pertanyaan	<p style="text-align: center;">Data Momen Inersia Pengamatan/Percobaan</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Benda</th> <th>$I_{\text{percobaan}} (I_P)$</th> <th>$I_{\text{teori}} (I_T)$</th> <th>$I_P / I_T$</th> <th>Ketidak pastian* (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Batang beban</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. Piringan kayu /Cakram</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3. ... dan Seterusnya</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Benda	$I_{\text{percobaan}} (I_P)$	$I_{\text{teori}} (I_T)$	I_P / I_T	Ketidak pastian* (%)	1. Batang beban					2. Piringan kayu /Cakram					3. ... dan Seterusnya				
Benda	$I_{\text{percobaan}} (I_P)$	$I_{\text{teori}} (I_T)$	I_P / I_T	Ketidak pastian* (%)																		
1. Batang beban																						
2. Piringan kayu /Cakram																						
3. ... dan Seterusnya																						
3	Momen Gaya & Kestimbangan	Pengolahan data dengan menggunakan bantuan komputer (program excel)																				
	E.Pertanyaan	Pengolahan data dengan menggunakan bantuan komputer (program excel)																				
4	Hukum Boyle	Pengolahan data dengan menggunakan bantuan komputer (Program Maple)																				
5	Tara Kalor Mekanik	Kalorimeter tembaga pejal $C_k = 295 (J/K)$																				

Setelah melaksanakan serangkaian ujicoba dan analisis modul praktikum, dapat disusun luaran berupa pengembangan terdiri atas prosedur operasi baku atau SOP, Momen Inersia, Hukum Boyle, Momen, Tara Kalor Mekanik, dan Percobaan modul baru yaitu Pesawat

Atwood, Getaran Kolom Cairan, Menentukan Titik Fokus Lensa dan Menentukan Transfer Daya Maksimum pada Rangkaian Resistor Sederhana (Arus searah). Dengan tercapainya luaran tersebut, dapat pula diinventarisasi kondisi alat yang digunakan pada setiap modul (Tabel 7).

Tabel 7. Inventaris Kondisi Alat Setiap Modul

NO	MODUL	KONDISI ALAT
1	Pesawat Atwood	Dapat digunakan untuk praktikum namun diperlukan perbaikan pada pegas dan wadah pelepas beban, panjang tali harus disesuaikan dengan tinggi pesawat Atwood, sekrup pengencang pada penahan beban berlubang dan tanpa lubang, kedudukan pesawat Atwood dibuat lebih stabil, dan optimalisasi <i>Timer counter digital</i> .
2	Hukum Boyle	Hambatan dalam pengadaan alat baru, yaitu satu set komputer yang telah diprogram untuk pengolahan data hasil pengamatan percobaan
3	Lensa	Hambatan pertama: Lebar berkas sinar yang dihasilkan oleh diafragma celah tunggal masih terlalu lebar dibanding ketebalan garis, yang digunakan untuk menggambarkan jalannya perambatan sinar datang dan sinar bias. Kedua, kesulitan dalam memutuskan sebuah bayangan benda nyata oleh lensa cembung dalam katagori "tajam".
4	Momen Inersia	Sudah harus diganti dengan yang baru karena sudah berusia 25 tahun lebih
5	Momen gaya	Layak digunakan, tetapi harus mendapat tambahan keping-keping beban yang ringan untuk mempermudah mendapatkan kondisi kesetimbangan
6	Tara Kalor Mekanik	Harus mendapat penggantian kalorimeter tembaga pejal dengan kualitas yang lebih baik
7	Getaran zat cair	Pada proses pelaksanaan percobaan adanya gaya gesek yang menghambat getaran, getaran menjadi teredam sehingga mengakibatkan pengukuran perioda tidak akurat. Kendala gesekan dapat dihindari dengan meenggunaka air raksa (hidragirum/Hg) namun massa Hg cukup besar sehingga gaya berat cukup besar dan berbahaya bagi kesehatan dan keselamatan praktikan.
8	Transfer daya maksimum pada rangkaian sederhana arus searah	Hambatan yang diperoleh adalah pada rangkaian I, amperemeter mempunyai tahanan dalam meskipun kecil sehingga arus yang terbaca sedikit lebih kecil dibandingkan besar arus menurut teori. Pada rangkaian II, voltmeter mempunyai tahanan dalam yang cukup besar sehingga tegangan yang terbaca sedikit lebih besar dibandingkan besar tegangan menurut teori.

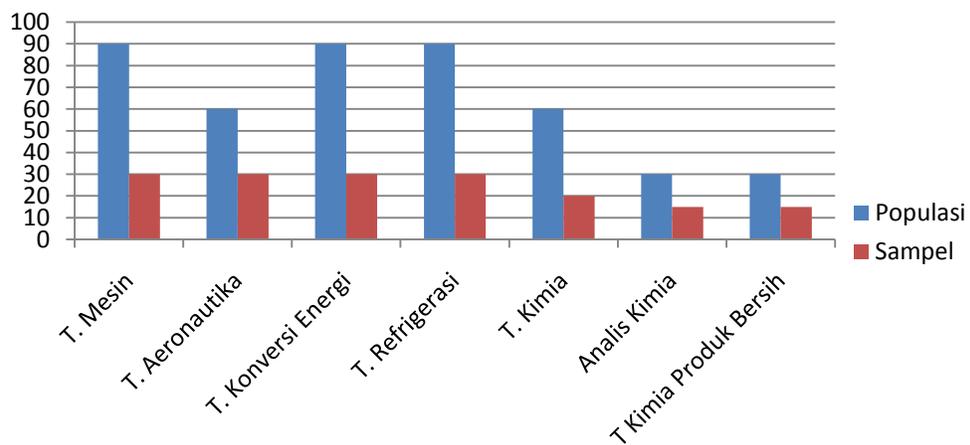
Dengan adanya SOP baru, berarti Laboratorium Fisika Terapan UP MKU POLBAN mempunyai acuan dalam instruksi kerja yang terstandarisasi. Semua keputusan dan tindakan serta penggunaan fasilitas serta proses yang dilakukan oleh manajemen laboratorium berjalan secara

efisien dan efektif, konsisten, standar dan sistematis. Mahasiswa pun memiliki kompetensi dalam bersikap ilmiah melalui praktikum dengan modul-modul praktikum yang sesuai dengan kurikulum POLBAN yang berbasis kompetensi.

E. ANALISIS HASIL BELAJAR MAHASISWA MENGGUNAKAN SOP/ MODUL HASIL PENGEMBANGAN

Terhadap hasil belajar perkuliahan praktikum Fisika Terapan, dilakukan penelitian secara singkat untuk mengetahui sejauh mana SOP dan modul hasil penelitian ini dapat meningkatkan hasil belajar para mahasiswa. Untuk keperluan ini, peneliti mengamati perbandingan hasil belajar sebelum menggunakan SOP dan modul

hasil penelitian (SOP dan modul lama) dengan hasil belajar sesudah menggunakan SOP dan modul hasil penelitian (SOP dan modul baru). Pengambilan sampel nilai hasil belajar terhadap 170 mahasiswa dari jumlah populasi 512 mahasiswa (tabel 8) yang diambil secara acak (Gambar 3) dengan sebaran jumlah mahasiswa D3 dan D4 dipaparkan pada tabel 9.



Gambar 3. Pengambilan Sampel untuk Program-program Studi

Tabel 8. Jumlah Mahasiswa D3 dan D4 Peserta Praktikum Fisika Terapan

N0	PROGRAM STUDI	DIPLOMA	JML MHS
1	T. Mesin	D3	96
2	T. Perancangan & Konstruksi Mesin	D4	32
3	T. Aeronautika	D3	64
4	T. Konversi Energi	D3	64

5	Teknik Pembangkit Tenaga Listrik	D4	32
6	T. Refrigerasi Dan Tata Udara	D3	64
7	T. Pendingin Dan Tata Udara	D4	32
8	T. Kimia	D3	64
9	Analisis Kimia	D4	32
10	Teknik Kimia Produksi Bersih	D3	32
Jumlah			512

Analisis pada tahapan pertama dilakukan uji homogenitas dan uji normalitas, tahap kedua dihitung nilai rerata dan simpangan bakunya, dan tahap ketiga dilakukan uji stastika untuk memperoleh ketegasan bahwa perubahan nilai diakibatkan oleh perlakuan yang berbeda. Data dari perlakuan pertama proses

pembelajaran dengan menggunakan SOP dan modul lama, diperoleh dari nilai hasil pembelajaran tahun 2011/2012. Data dari perlakuan kedua dengan menggunakan SOP dan modul baru, diperoleh dari nilai hasil pembelajaran 2012/2013. Untuk 170 mahasiswa, nilai-nilai hasil belajar diperlihatkan oleh tabel 9.

Tabel 9. Rekapitulasi Nilai Perprogram Studi disertai Perubahannya

PRO DI	Rata-rata			Nilai Tertinggi			Nilai Terendah			KET
	2012/ 2013	2011/ 2012	Perbe- daan	2012/ 2013	2011/ 2012	Perbe- daan	2012/ 2013	2011/ 2012	Perbe- daan	
A	68,53	60,03	8,50	77	75	2	60	40	20	Peningkatan
B	62,03	57,90	4,13	70	74	14	55	49	6	Peningkatan
C	72,20	61,63	10,57	83	72	11	60	51	9	Peningkatan
D	65,53	53,83	11,70	74	66	25	55	45	2	Peningkatan
E	69,75	63,00	6,75	78	69	14	64	55	9	Peningkatan
F	70,07	66,33	3,73	79	74	5	63	62	1	Peningkatan
G	73,53	64,73	8,80	78	70	8	68	60	8	Peningkatan
	68,22	60,16	8,06	83	69	14	59	40	19	Peningkatan

Tabel 10. *Paired Samples Tes*

	<i>Paired Differences</i>					<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Sig (2-tailed)</i>
	<i>Mean</i>	<i>Std Dev</i>	<i>Std Error</i>	<i>95% Internal Difference</i>	<i>Confidece of the</i>			
<i>Pair 1 Sesudah-Sebelum</i>	8,059	6,686	,513	7,046	9,071	15,715	169	,000

Peningkatan nilai masing-masing diperoleh rerata 11,81%, tertinggi 16,87%, dan nilai

terendah 32,20% begitu pula perolehan uji statistika diperlihatkan pada tabel 10.

Dengan demikian, disimpulkan bahwa hasil belajar mendapatkan peningkatan yang signifikan dengan menggunakan SOP dan modul baru sebagai hasil penelitian.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dari penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Luaran penelitian berupa pengembangan prosedur operasi baku (SOP) baru ini dapat dijadikan instruksi kerja kegiatan pelayanan perkuliahan Fisika Terapan dan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas kinerja pelayanan yang diberikan. Dengan adanya instruksi kerja yang terstandarisasi, semua kegiatan pelayanan akan dapat dilakukan secara konsisten oleh siapa pun yang sedang bertugas.
2. Untuk meningkatkan kualitas hasil pembelajaran mata kuliah Fisika Terapan khususnya Praktikum Fisika Terapan, diperlukan pengembangan prosedur operasi baku (*Standard Operational Procedure / SOP*) dan modul Praktikum Fisika Terapan secara berkesinambungan.
3. Hasil penelitian berupa pengembangan modul praktikum Fisika Terapan dan modul-modul baru yang berorientasi kurikulum berbasis kompetensi dapat meningkatkan hasil belajar sesuai dengan kompetensi yang diharapkan oleh program studi.

DAFTAR PUSTAKA

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

POLBAN, 2012. *Buku Peraturan Akademik Politeknik Negeri Bandung, Surat Keputusan Senat Politeknik Negeri Bandung Nomor 02/PLI.R9/OT/2012.*

POLBAN, 2009. *GBPP-SAP Kurikulum POLBAN.*

Suardi Rudi. 2007. *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja: Panduan Penerapan Berdasarkan OHSAS 18001 dan Permenaker 05/1996.* PPM.

Suratmi Sri, 2000, *Manajemen dan Pengelolaan Laboratorium Fisika – Kimia.* Bandung: UP MKU POLBAN.

-----,1986. *New Physics Leaflet for Colleges and Universities.* Vol. 1. Germany. Leybold-Heracus.

-----,1986. *Equipment for Scientific and Technical Education.* Germany. Leybold-Heracus.