

Desain dan Uji Keberfungsian Alat Praktikum Fluida Dinamis

Djeli A. Tulandi¹

Pendidikan Fisika FMIPA Universitas Negeri Manado

e-mail: penulis1@baru.ac.id

Jimmy Lolowang²

Pendidikan Fisika FMIPA Universitas Negeri Manado

ABSTRAK

Kelengkapan fasilitas laboratorium sangat membantu proses belajar mengajar di sekolah, dan karena itu guru harus mampu berinovasi dan kreatif dalam mendain peralatan laboratorium fisika yang sederhana namun memenuhi standar kelayakan penggunaannya. Penelitian ini adalah sebuah penelitian rekayasa atau rancang bangun dengan menggunakan pendekatan Forward Engineering. Alat lab sederhana yang telah diproduksi kemudian diuji coba melalui dua tahapan, yaitu uji ahli untuk mengetahui tingkat kevalidan alat dan uji mandiri untuk mengetahui keberfungsian alat lab fluida dinamis yang didahului dengan kajian awal studi literatur. Pengambilan data dilakukan dengan eksperimen, uji validasi awal dan uji validasi akhir oleh ahli materi dan ahli media. Hasil pengujian alat praktikum fluida dinamis memiliki persentase kesalahan paling tinggi 3,04 % sedangkan hasil validasi akhir untuk ahli materi dan ahli media untuk alat dan penuntun praktikum fluida dinamis berada pada kriteria tingkat kelayakan 81%-100%. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bawa telah dihasilkan peralatan praktikum fluida dinamis dengan kualifikasi valid atau layak.

Kata kunci: *Desain Alat praktikum,, Fluida Dinamis.*

ABSTRACT

Completeness of laboratory facilities greatly help the process of teaching and learning in schools, and therefore teachers should be capable of innovating and creative in designing a simple physics laboratory equipment but meet the standards of the feasibility of its use. This research is a study of engineering or architecture using the Forward Engineering approach. Simple lab tool that has been produced is then tested through two stages, namely test experts to find out the level of self-service tools and test kevalidan to know keberfungsian fluid dynamic lab tools that are preceded by an initial review of the study of literature. Data retrieval is done by experiments, test early and test validation validation of the end of the matter and media experts. The results of testing fluid dynamic teaching tool has the highest error pesentase 3.04% whereas the final validation results for expert content and media expert for guiding and teaching tool of dynamic fluid level eligibility criteria are at 81%-100%. Based on the results of the study can be summed up take it has produced practical fluid dynamic equipment with valid or worthy qualifications

Keywords: *Design tools, , a fluid dynamic.*

PENDAHULUAN

Peningkatan mutu pendidikan dimulai dari peningkatan kualitas pembelajaran di kelas. Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi pada dewasa ini, menuntut suatu negara untuk meningkatkan kualitas pendidikan agar mampu bersaing dalam era globalisasi. Menurut UU SISDIKNAS No. 20 Tahun 2003 pendidikan merupakan suatu usaha

yang dilakukan secara sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana atau proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mampu mengembangkan potensi yang ada dalam dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, kepribadian baik, pengendalian diri, berakhlak mulia, kecedasan dan keterampilan oleh dirinya dan masyarakat.

Pendidik di Indonesia berusaha meningkatkan kualitas pendidikan dengan berbagai upaya salah satunya menggunakan media pembelajaran dalam kegiatan belajar mengajar. Penggunaan media pembelajaran dapat menunjang jalannya kegiatan pembelajaran sehingga proses belajar mengajar dapat berjalan maksimal. Menurut Arif S. Sadiman (2011 : 7) media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim ke penerima sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan minat siswa dan demikian terjadilah proses belajar.

Fisika merupakan bagian dari ilmu eksakta yang mempelajari gejala-gejala alam berupa gejala fisis yang dapat diamati dan dibuktikan kebenaran ilmiahnya. Mudilarto (2010: 4) fisika sebagai ilmu dasar memiliki karakteristik yang mencakup bangun ilmu yang terdiri atas fakta, konsep prinsip, hukum, postulat dan teori serta metodologi keilmuan. Pembelajaran fisika tidak akan berjalan maksimal tanpa adanya kegiatan praktikum. kegiatan praktikum dalam pembelajaran fisika bertujuan untuk membuktikan teori dan menanamkan kosep fisika pada siswa yang diperoleh ketika kegiatan belajar mengajar dikelas.

Alat peraga atau alat praktikum merupakan media yang dapat digunakan untuk menampakkan gejala atau fenomena fisis sehingga konsep fisika yang disampaikan oleh guru dalam dimengerti oleh siswa. Menurut Suryabrata, Sumadi (2002: 4) mengemukakan bahwa alat peraga atau AVA adalah alat untuk memberikan pelajaran yang dapat diamati melalui panca indra.

Penggunaan alat praktikum atau alat peraga tidak akan terlepas dari Lembar Kerja Siswa (LKS). Lembar Kerja Siswa (LKS) adalah panduan yang digunakan siswa untuk melakukan kegiatan

penyelidikan atau pemecahan masalah. Lembar Kerja

Siswa memiliki fungsi menuntun siswa dalam melakukan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah yang terdiri dari judul eksperimen, teori singkat tentang materi, alat dan bahan, prosedur eksperimen, data pengamatan, serta perntanyaan dan kesimpulan untuk bahan diskusi (Trianto, 2011 : 223).

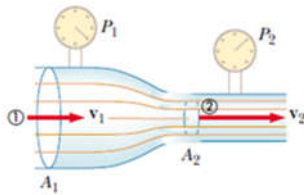
Hasil observasi di Labolatorium Fisika UNIMA diperoleh informasi bahwa kurangnya tersedianya alat dan penuntun praktikum fluida dinamis. Kurangnya ketersediaan alat dan dan penuntun praktikum fluida dinamis menyebabkan kegiatan praktikum tidak dilaksanakan. Masalah kurangnya ketersediaan alat praktikum fluida dinamis disebabkan karena manajemen laboratorium tidak maksimal sehingga menyebabkan kerusakan pada alat-alat praktikum fluida dinamis.

Upaya yang dapat dilakukan mengatasi masalah ketersediaan alat praktikum fluida dinamis yaitu dengan melakukan perancangan dan pembuatan alat sehingga dapat menunjang ketersediaan alat-alat praktikum dilaboratorium. Menurut Al-Bhara bin Ladjamudin (2005 : 39) perancangan adalah tahapan mendesain yang memiliki tujuan untuk membuat sistem yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi dari pemilihan alternative sistem yang terbaik. Adanya perancangan dan pembuatan alat praktikum fluida dinamis, peneliti berharap mahasiswa jurusan fisika UNIMA dapat melaksanakan kegiatan praktikum fisika dasar. Berdasarkan masalah yang dipaparkan diatas penulis ingin melakukan penelitian dengan judul perancangan, pembuatan dan uji keberfungsian peralatan praktikum fluida dinamis.

1. Venturimeter Tanpa Manometer

Pipa horisontal tersempit diilustrasikan pada gambar 1 yang dikenal dengan tabung venturi yang dapat digunakan untuk mengukur kecepatan aliran zat cair tidak termampatkan. Jika perbedaan tekanan P_1 P_2 diketahui, dimana $y_1 = y_2$ maka dapat menggunakan persamaan

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2$$



Gambar 1. Venturimeter Tanpa Manometer.

Sumber Halliday, Resnick (2008 : 472)

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \quad (1.1)$$

Dari persamaan kontinuitas $A_1 v_1 = A_2 v_2$

Kita dapatkan

$$v_1 = \frac{A_2}{A_1} v_2 \quad (1.2)$$

Substitusikan hasil persamaan (1.2) kedalam persamaan (1.1)

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 v_2^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$v_2 = A_1 \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}} \quad (1.3)$$

2. Venturimeter Dengan Manometer

Suatu zat cair dengan massa jenis dengan rapat massa ρ mengalir melalui suatu pipa dengan luas penampang A.

pada leher (2) luas penampang pipa menyempit menjadi a, dan suatu tabung manometer dipasang seperti gambar. Misalkan manometer berisi zat cair, seperti air raksa dengan rapat massa ρ' . Jika kita tahu ρ , ρ' , penampang A dan a, serta tinggi h kita dapat menentukan kecepatan aliran. Jika kita pergunakan persamaan kontinuitas pada tempat (1) dan (2) kita dapatkan hubungan



Gambar 2. Venturimeter Dengan Manometer Sumber Sutrisno (1984 :252)

$$A v_1 = a v_2 \quad (2.1)$$

Persamaan Bernoulli memberi hubungan

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 + P_1 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2 + P_2$$

Karena tinggi $y_1 = y_2$, persamaan diatas menjadi $\frac{1}{2}\rho v_1^2 + P_1 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + P_2$

(2.2) Jika kita pergunakan persamaan (2.1) dan (2.2) menjadi

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 + P_1 = \frac{1}{2}\rho \left(\frac{A^2}{a^2}\right) v_1^2 + P_2 \text{ atau } \frac{1}{2}\rho v_1^2 \left(\frac{A^2 - a^2}{a^2}\right) = P_1 - P_2 \quad (2.3)$$

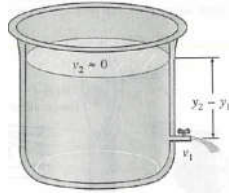
Karena titik-titik A dan B terletak pada tinggi yang sama dari dasar manometer, maka $P_A = P_B$ jadi $P_1 - P_2 = (\rho' - \rho) g h$.

Jika kita masukkan hasil kepersamaan (2.3) maka diperoleh

$$v_1 = a \sqrt{\frac{2(\rho' - \rho)gh}{\rho(A^2 - a^2)}} \quad (2.4)$$

Kebocoran Dinding Tangki (Asas Torricelli)

Persamaan Bernoulli banyak dipakai pada banyak situasi. Satu contohnya adalah untuk menghitung kecepatan zat cair v_1 , yang keluar dari keran pada dasar bejana.



Gambar 3. Teorema Toricelli.
Sumber Giancolli (2001: 333)

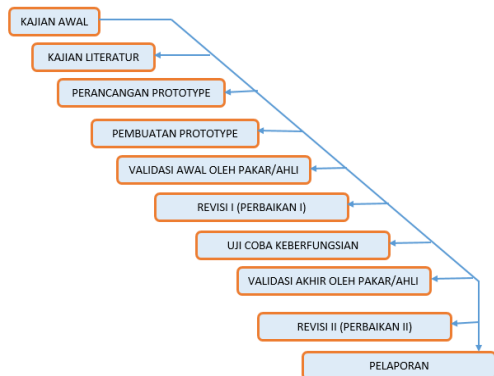
Gambar 3.1. kita pilih titik 2 pada persamaan Bernoulli sebagai permukaan zat cair tersebut. dengan menganggap diameter bejana lebih besar jika dibandingkan dengan diameter keran, maka harga v_2 akan mendekati nol. Titik 1 (keran) dan 2 (permukaan) terbuka terhadap atmosfer sehingga tekanan pada kedua titik sama dengan tekanan atmosfer $P_1 = P_2$. Jadi, persamaan Bernoulli mejadi

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = \rho g y_2 \text{ atau} \\ v_1 = \sqrt{2g(y_2 - y_1)} \quad (3.1)$$

METODE

A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian rancang bangun yang terdiri dari beberapa tahap yaitu kajian awal, kajian literatur, perancangan alat, pembuatan alat, uji validasi awal oleh pakar/ahli, revisi I (Perbaikan I) uji keberfungsian, uji validasi akhir oleh pakar/ahli, revisi 2 (Perbaikan 2) dan pelaporan.



Gambar 2. Diagram Alir Kegiatan Penelitian

B. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data untuk alat praktikum yang dikembangkan menggunakan dua cara yaitu menggunakan metode eksperimen dan lembar validasi pakar/ahli. Metode eksperimen yaitu peneliti melakukan pengambilan data langsung terhadap alat praktikum fluida dinamis yang dikembangkan sedangkan untuk mengetahui tingkat kelayakan dari alat praktikum, peneliti menggunakan lembar validasi.

C. Analisis Data

Teknik analisis data untuk alat praktikum fluida dinamis yang dikembangkan menggunakan aplikasi persamaan hukum Bernoulli pada venturimeter tanpa manometer, venturimeter dengan manometer dan asas Torricelli. Analisis data menggunakan aplikasi hukum Bernoulli diatas disesuaikan dengan alat praktikum yang diujicobakan. Hasil pengolahan data menggunakan aplikasi hukum Bernoulli kemudian diolah menggunakan rumus standar deviasi untuk mengetahui tingkat ketelitian dari alat praktikum.

Analisis data untuk lembar validasi pakar/ahli menggunakan rumus persentase kelayakan yang kemudian disesuaikan dengan tabel kriteria tingkat kelayakan produk yang terdapat dalam Sugiyono, (2011).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Venturimeter Tanpa Manometer



Gambar 3. Venturimeter Tanpa Manometer

Uji keberfungsian untuk alat praktikum venturimeter tanpa manometer menetapkan tiga variabel diantaranya variabel terikat yaitu kecepatan aliran zat cair (v) dan debit (Q), variabel bebas yaitu diameter pipa 2 (d_2) dan variabel kontrol yaitu diameter pipa 1 (d_1), ketinggian air (y) dan waktu (t). Hasil pengolahan data untuk percobaan venturimeter tanpa manometer disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut.

Hasil pengamatan yang dituangkan dalam grafik 1. terlihat adanya penurunan kecepatan aliran air ketika ukuran diameter pipa diperbesar. Dari grafik 1 dapat disimpulkan bahwa semakin kecil luas penampang pipa yang digunakan maka kecepatan aliran air menjadi lebih besar, atau sebaliknya. Pernyataan tersebut sesuai dengan teori persamaan kontinuitas bahwa jika tabung aliran kecil maka kecepatan alirannya adalah besar (Sutrisno, 1984 : 249). Pada diameter pipa 1,88 cm didapatkan kecepatan aliran air sebesar 1,18 m/s, hasil tersebut didukung oleh hasil penelitian Al Ayubi Muchammad S. (2015) didapatkan hasil pengukuran kecepatan aliran air pada sudut knop [29] ⁰ sebesar 1,14 m/s.

Berdasarkan selisih ketinggian air pada pipa besar dan pipa kecil serta variasi ukuran diameter pipa yang diubah-ubah didapatkan hubungan antara pengaruh variasi diameter pipa terhadap selisih tekanan pada kedua pipa yang digambarkan dalam bentuk grafik sebagai berikut

Demikian halnya dengan pengamatan lainnya menunjukkan bahwa semakin besar ukuran diameter pipa yang digunakan maka selisih tekanan antara pipa besar dan pipa kecil akan semakin rendah. Dilihat dari persamaan kontinuitas bahwa kecepatan berbanding terbalik dengan luas penampang. Jika dikaitkan dengan bunyi hukum Bernoulli bahwa jika kecepatan fluida tinggi tekanannya rendah dan jika kecepatan fluida rendah tekanannya tinggi (Giancolli, 2001: 341). Hasil tersebut didukung oleh hasil penelitian Ghurri Ainul (2016) bahwa

semakin besar diameter orifis maka semakin kecil terjadinya Pressure Drop. Selain itu hasil percobaan juga didukung oleh hasil penelitian Septiadi Nata W (2008) bahwa maximum pressure drop menurun jika rasio diameter membesar.

Berdasarkan Hasil pengukuran kecepatan aliran air yang dilakukan sebanyak lima kali, dengan menggunakan rumus standar deviasi didapatkan persentase kesalahan untuk pengukuran kecepatan aliran air pada masing-masing diameter pipa.

Tabel 1. Persentase Kesalahan Pengukuran Kecepatan Aliran air

No	Diameter Pipa 1 dan Pipa 2		% Kesalahan	
	d_1 (cm)	d_2 (cm)	\bar{v}_1	\bar{v}_2
1	5,84	1,88	0,8	0,85
2	5,84	2,17	1,33	2,8
3	5,84	2,75	1,43	1,06

Pengukuran debit air menggunakan alat venturimeter tanpa manometer dengan diameter pipa yang diubah-ubah didapatkan hasil pengukuran debit yang digambarkan dalam bentuk grafik sebagai berikut

Hasil pengamatan fenomena debit air, terlihat bahwa debit air berbanding lurus dengan luas penampang. Semakin besar ukuran luas penampang pipa maka semakin besar pula debit air yang keluar dari pipa. Pernyataan tersebut sesuai dengan persamaan debit bahwa debit berbanding lurus dengan luas penampang $Q = Av$ (Sutrisno, 1984 : 252). Hasil penelitian tersebut didukung oleh Hasil penelitian Ramadhan Y. (2014) bahwa penurunan debit berdasarkan penurunan gate valve. semakin gate menutup maka debit yang dihasilkan akan semakin kecil sedangkan bila gate valve membuka semakin besar maka debit yang dihasilkan akan semakin besar pula. Hasil tersebut juga didukung oleh hasil

penelitian Hunagund V. (2015) bahwa koefisien debit meningkat dengan peningkatan rasio beta (diameter).

Berdasarkan hasil perhitungan selisih tekanan dan debit air yang didapat, maka dapat digambarkan hubungan antara debit air dan selisih tekanan dalam bentuk grafik sebagai berikut.

Hubungan Debit Air Terhadap Selisih

Tekanan Nampak bahwa debit air berbanding terbalik dengan selisih tekana, dimana semakin besar debit maka tekanannya kecil. Jika kita lihat dari persamaan debit $Q = Av$ dimana debit air yang keluar dari pipa berbanding lurus dengan kecepatan. Semakin cepat aliran air maka semakin besar pula debit air yang keluar (Sutrisno, 1984 : 253). Jika kita kaitkan dengan hukum bernoulli bahwa jika kecepatan aliran air tinggi maka tekanannya rendah. Hasil penelitian tersebut didukung oleh penelitian Aufa, Ahmad. 2016 bahwa semakin besar debit maka tekanan dalam pipa semakin kecil. Hasil tersebut juga didukung oleh hasil penelitian Siregar Ambangan (2014) bahwa perubahan diameter penampang pipa menimbulkan *pressure drop* pada aliran.

Berdasarkan hasil pengolahan data pengukuran debit air pada diameter pipa yang diubah-ubah untuk lima kali pengukuran, dengan menggunakan rumus standar deviasi didapatkan persentase kesalahan sebagai berikut

Tabel 2. Persentase Kesalahan Pengukuran Debit Air

No	Diameter Pipa 1 dan Pipa 2		Debit Rata- rata \bar{Q} (m^3/s)	% Kesalahan
	d_1 (cm)	d_2 (cm)		
1	5,84	1,88	0,00027	1,42
2.	5,84	2,17	0,00038	0,66
3.	5,84	2,75	0,00067	1,2

Hasil validasi akhir untuk alat praktikum venturimeter tanpa manometer disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut

Tabel 3. Validasi Akhir Oleh Pakar/Ahli Untuk Alat Praktikum Venturimeter Tanpa Manometer

Pakar/Ahli	% Kelayakan
Ahli Materi 1	95 %
Ahli Materi 2	100 %
Ahli Media 1	92,59 %
Ahli Media 2	96,29 %

2. Venturimeter Dengan Manometer

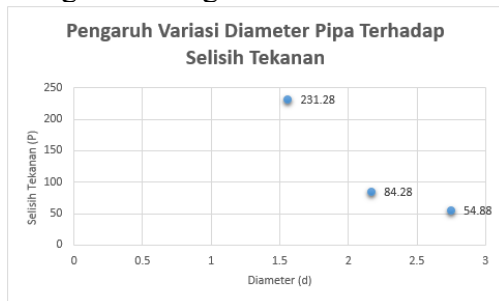


Gambar 4. Venturimeter Dengan Manometer

Uji keberfungsian untuk alat praktikum venturimeter dengan manometer menetapkan tiga variabel meliputi variabel terikat yaitu kecepatan aliran udara (v), variabel bebas meliputi diameter pipa 2 (d_2), massa jenis zat cair dalam selang manometer (ρ'), variabel kontrol meliputi diameter pipa 1 (d_1), dan zat alir yang mengalir didalam pipa (ρ). Pengolahan data untuk pengukuran kecepatan aliran udara dengan menggunakan air dalam selang manometer disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut

Pengamatan pada Pengaruh Variasi Diameter Pipa Terhadap Kecepatan Aliran Udara Nampa bahwa kecepatan aliran udara semakin rendah ketika ukuran diameter pipa semakin membesar. Dari Analisis grafik dapat disimpulkan bahwa kecepatan aliran udara berbanding terbalik dengan ukuran diameter pipa. Hasil tersebut sesuai dengan persamaan kontinuitas bahwa jika tabung aliran kecil maka kecepatan aliran fluidanya besar (Sutrisno, 1984 : 249). Pada grafik 5 diameter pipa berukuran 1,88 cm memiliki kecepatan rata-rata aliran udara sebesar 19,11 m/s. Hasil tersebut didukung oleh penelitian Widowati Wigawati (2017) hasil pengukuran diperoleh kecepatan rata-rata aliran udara sebesar 19,2 m/s.

Penggunaan variasi diameter pipa pada percobaan venturimeter dengan manometer akan berpengaruh terhadap selisih ketinggian zat cair didalam selang manometer. Pengaruh variasi diameter pipa terhadap tekanan disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut



Gambar 5 Grafik . Pengaruh Variasi diameter pipa terhadap selisih tekanan

Grafik di atas menunjukkan bahwa adanya perbedaan selisih tekanan pada masing-masing ukuran diameter pipa. Berdasarkan persamaan kontinuitas bahwa kecepatan berbanding terbalik dengan luas penampang. Karena pipa memiliki ukuran diameter paling kecil menyebabkan kecepatan aliran udaranya menjadi besar. Jika dikaitkan dengan

hukum Bernoulli jika kecepatan fluida rendah tekanan tinggi dan jika kecepatan fluida tinggi tekanannya rendah (Giancolli, 2001: 341). Jadi karena kecepatan aliran udara tinggi pada luas penampang yang kecil sehingga selisih tekanan menjadi besar. Hasil tersebut didukung oleh hasil penelitian Sanghani R. C (2016) bahwa penurunan tekanan menurun dengan meningkatnya rasio diameter. Hasil tersebut juga didukung oleh Naik Uday (2015) bahwa menurunnya selisih tekanan dipengaruhi oleh meningkatkannya ukuran diameter pipa.

Berdasarkan hasil pengolahan data pengukuran kecepatan aliran udara pada diameter pipa yang diubah-ubah untuk lima kali pengukuran, dengan menggunakan rumus standar deviasi didapatkan persentase kesalahan sebagai berikut.

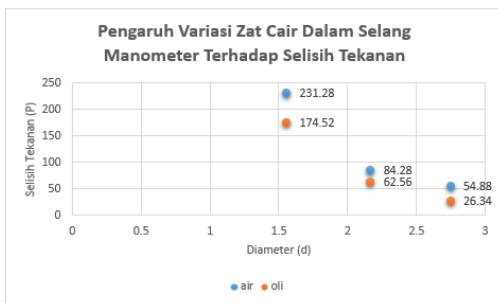
Tabel 4. Persentase Kesalahan Pengukuran Kecepatan Aliran Udara Untuk Luas Penampang Diubah-ubah

No	Diameter Pipa 1 dan Pipa 2		% Kesalahan	
	d_1 (cm)	d_2 (cm)	\bar{v}_1	\bar{v}_2
1	4,33	1,56	0,5	0,46
2	4,33	2,17	1,6	2,7
3	4,33	2,75	2,97	3,04

Variasi zat cair dalam selang manometer berpengaruh terhadap kecepatan aliran udara yang mengalir didalam pipa. Perbedaan kecepatan aliran udara menggunakan air dan oli didalam selang manometer disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut Untuk . Pengaruh Variasi Zat Cair dalam Selang Manometer Terhadap Kecepatan Aliran Udara terlihat adanya perbedaan kecepatan aliran udara saat menggunakan air dan oli didalam selang manometer. Kecepatan aliran udara menggunakan air

didalam selang manometer lebih besar dibandingkan menggunakan oli. Perbedaan kecepatan aliran udara tersebut disebabkan karena perbedaan koefisien kekentalan antara kedua zat cair tersebut. Oli memiliki nilai koefisien kentalan yang lebih besar dibandingkan dengan air sehingga menyebabkan selisih ketinggian oli pada selang manometer lebih rendah dibandingkan dengan air. Sesuai teori bahwa zat cair yang memiliki koefisien kekentalan yang tinggi menyebabkan zat cair susah untuk mengalir (Sutrisno, 1984 : 256). Oli memiliki koefisien kekentalan yang tinggi menyebabkan oli susah mengalir didalam selang manometer sehingga selisih ketinggian didalam selang manometer lebih rendah dibandingkan dengan air. Rendahnya selisih ketinggian oli didalam selang manometer menyebabkan kecepatan aliran udara yang mengalir didalam pipa menjadi kecil.

Berdasarkan data selisih ketinggian zat cair pada selang manometer untuk air dan oli dan kecepatan aliran udara untuk masing-masing zat cair disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut



Gambar 6 Grafik . Pengaruh Variasi Zat Cair Dalam Selang Manometer Terhadap Selisih Tekanan

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa selisih tekanan paling tinggi terdapat pada selang manometer yang menggunakan air. Perbedaan selisih tekanan antara

kedua zat cair tersebut disebabkan karena perbedaan massa jenis yang dimiliki zat cair tersebut. Dilihat dari persamaan tekanan hidrostatis $P = \rho gh$ bahwa tekanan berbanding lurus dengan massa jenis. Jadi semakin besar massa jenis zat cair maka tekanan dari zat cair tersebut akan semakin besar pula (Ketut Kamajaya, 2007: 217).

Hasil validasi akhir untuk alat praktikum venturimeter dengan manometer disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut

Tabel 5. Validasi Akhir Oleh Pakar/Ahli Untuk Alat Praktikum Venturimeter Dengan Manometer

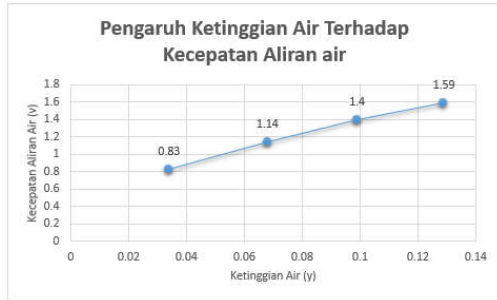
Pakar/Ahli	% Kelayakan
Ahli Materi 1	95 %
Ahli Materi 2	100 %
Ahli Media 1	86,66 %
Ahli Media 2	88,33 %

3. Asas Torricelli



Gambar 7. Asas Torricelli

Pada percobaan asas Torricelli ditetapkan variabel terikat yaitu kecepatan aliran air (v), variabel bebas yaitu ketinggian air (y_2) dan variabel control yaitu ketinggian posisi tangki (y_1). Hasil pengolahan data untuk percobaan asas Torricelli disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut



Gambar 7 Grafik . Pengaruh ketinggian Air Terhadap Kecepatan Aliran Air

Grafik di atas. memperlihatkan bahwa kecepatan aliran air berbanding lurus dengan ketinggian air. Hasil penelitian tersebut sesuai dengan teori bahwa kecepatan aliran air berbanding lurus dengan ketinggian air. Semakin tinggi ketinggian air maka kecepatan aliran air akan semakin besar. (Kamajaya 2007 : 236).

Hasil perhitungan kecepatan aliran air yang keluar dari lubang tangki menggunakan persamaan asas Torricelli dan gerak parabola mendapat hasil perhitungan kecepatan yang hampir sama. Hal tersebut disebabkan karena pada saat air keluar dari lubang tangki, gerak air terjadi dalam arah horizontal air tidak memiliki percepatan resultan kedua jenis gerakan tersebut akan membentuk lintasan parabola. (Kamajaya, 2007: 237)

Tabel 6. Validasi Akhir Oleh Pakar/Ahli Untuk Alat Praktikum Asas Torricelli

Pakar/Ahli	% Kelayakan
Ahli Materi 1	95 %
Ahli Materi 2	100 %
Ahli Media 1	90,74 %
Ahli Media 2	94,44 %

Data hasil percobaan diolah menggunakan persamaan asas Torricelli dan gerak parabola diperoleh persentase kesalahan relatif yang disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut.

Tabel 7. Persentase Kesalahan Pengukuran Kecepatan Aliran Udara Untuk Luas Penampang Diubah-ubah

y_1 (cm)	y_2 (cm)	v_{teori} (m/s)	v_{ukur} (m/s)	% Kesala an
40	34,4	0,82	0,83	1,21
40	46,8	1,15	1,14	0,87
40	49,9	1,39	1,4	0,72
40	52,9	1,59	1,55	2,5

4. Alat Demonstrasi Hukum Bernoulli Menggunakan Dua Buah Bola Yang Digantung



Gambar 8. Alat Demonstrasi Hukum Bernoulli Menggunakan Dua Buah Bola Yang Digantung

Hasil percobaan alat demonstrasi hukum Bernoulli menggunakan dua buah bola yang digantung disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut

Tabel 8. Data Hasil Percobaan Alat Demonstrasi Hukum Bernoulli Menggunakan Dua Buah Bola Yang Digantung

Kecepatan Tiupan	Keadaan Kedua Bola	Tekanan (P) Diantara Kedua Bola
Rendah	Diam	Tinggi
Tinggi	Mendekat	Rendah

Dari tabel 8. Terlihat bahwa ketika diantara kedua bola ditiup dengan kecepatan rendah kedua bola masih dalam keadaan diam sedangkan ketika kedua bola ditiup dengan kecepatan tinggi kedua bola saling mendekat. Hal tersebut disebabkan karena pada saat kedua bola ditiup dengan kecepatan rendah tekanan diantara kedua bola masih tinggi sehingga menyebabkan kedua bola

masih dalam keadaan diam. Pada saat kedua bola ditiup dengan kecepatan tinggi keadan bola saling mendekat. Hal tersebut disebabkan karena pada saat kedua bola ditiup dengan kecepatan tinggi tekanan diantara kedua bola menjadi rendah sehingga kedua bola saling mendekat. Hasil percobaan tersebut sesuai dengan hukum Bernoulli yaitu jika kecepatan fluida tinggi tekanannya rendah dan jika kecepatan fluida rendah maka kecepatannya tinggi (Giancoli, 2001: 341).

Tabel 9. Validasi Akhir Oleh Pakar/Ahli Untuk Alat Demonstrasi Hukum Bernoulli Menggunakan Dua Buah Bola Yang Digantung

Pakar/Ahli	% Kelayakan
Ahli Materi 1	95 %
Ahli Materi 2	100 %
Ahli Media 1	90,47 %
Ahli Media 2	92,85 %

5. Alat Demonstrasi Hukum Bernoulli Menggunakan Bola Pimpong dan Hairdryer



Gambar 7. Alat Demonstrasi Hukum Bernoulli Menggunakan Bola Pimpong dan Hairdryer

Hasil percobaan hukum Bernoulli menggunakan bola pimpong dan hairdryer disajikan dalam bentuk tabel berikut

Tabel 10. Data Hasil Percobaan Alat Demonstrasi Hukum Bernoulli Menggunakan Bola Pimpong dan Hairdryer

Kecepatan Udara (v)	Keadaan Bola Pimpong	Tekanan (P)	
		Dasar Bola	Permukaan Bola
Rendah	Bergerak-gerak	rendah	tinggi
Tinggi	Melayang-layang	Tinggi	Rendah

Hasil percobaan hukum Bernoulli menggunakan bola pimpong dan hairdryer disajikan dalam bentuk tabel berikut

Tabel 11. Data Hasil Percobaan Alat Demonstrasi Hukum Bernoulli Menggunakan Bola Pimpong dan Hairdryer

Kecepatan Udara (v)	Keadaan Bola Pimpong	Tekanan (P)	
		Dasar Bola	Permukaan Bola
Rendah	Bergerak-gerak	rendah	tinggi
Tinggi	Melayang-layang	Tinggi	Rendah

Berdasarkan tabel 10. Terlihat bahwa ketika bola pimpong diberikan kecepatan udara yang rendah, bola pimpong hanya bergerak-gerak diatas mulut hairdryer. Sedangkan pada saat bola pimpong diberikan kecepatan udara tinggi bola pimpong dapat melayang-melayang diudara. Fenomena tersebut disebabkan karena pada saat bola pimpong diberikan kecepatan udara yang rendah, kecepatan udara lebih besar pada bagian dasar bola dibandingkan pada permukaan bola sehingga tekanan pada bagian permukaan bola lebih besar dibandingkan pada bagian dasar bola menyebabkan bola pimpong tidak dapat melayang-layang diudara. Ketika bola pimpong diberikan kecepatan udara yang besar, udara dari hairdryer menyebar

kepermukaan bola pancing menyebabkan kecepatan udara pada bagian permukaan lebih besar dibandingkan pada dasar bola sehingga tekanan pada bagian dasar bola menjadi lebih besar dibandingkan pada permukaan bola. Tekanan yang besar pada bagian bawah bola dibandingkan pada permukaan bola serta kecepatan udara disekitar bola menyebabkan bola pancing terdorong keatas dan melayang-layang diudara. Fenomena tersebut sesuai dengan hukum Bernoulli yaitu jika kecepatan fluida tinggi tekanannya rendah dan jika kecepatan fluida rendah maka kecepatannya tinggi (Giancolli, 2001: 341).

Pada permukaan bola serta kecepatan udara disekitar bola menyebabkan bola pancing terdorong keatas dan melayang-layang diudara. Fenomena tersebut sesuai dengan hukum Bernoulli yaitu jika kecepatan fluida tinggi tekanannya rendah dan jika kecepatan fluida rendah maka kecepatannya tinggi (Giancolli, 2001: 341).

Hasil validasi untuk alat dan penuntun praktikum fluida dinamis berada pada rentang interpretasi skor 81%-100%. Hasil tersebut didukung oleh hasil penelitian Alifah, Sifa (2016) bahwa hasil uji set alat praktikum fluida dinamis terhadap ahli dan siswa memperoleh tingkat penilaian yang sangat baik yaitu berada pada rentang interpretasi skor 81%-100%.

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian teori, pengolahan data dan hasil penelitian pada Bab sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa peralatan praktikum fluida dinamis layak digunakan untuk praktikum Fisika Dasar karena telah melalui tahap validasi awal ahli materi

dan ahli media, uji keberfungsian alat dan penuntun praktikum dan validasi akhir oleh ahli materi dan ahli media..

DAFTAR PUSTAKA

- Amanda S. Wilcox-Herzog .2012. California State University San Bernardino, Journal of Development physics lab high school. NALS Journal Volume 4 issue 1. 2012
- Arief S Sadiman, dkk. 2008. *Media Pendidikan*. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada.
- Aufa, Ahmad. (2016). Pengaruh Rasio Diameter Pipa Terhadap Perubahan Tekanan Pada Bernoulli Theorem Apparatus. *Jurnal Prodi Teknik Mesin Universitas PGRI Banyuwangi,1* (1), 7-11.
- Alfiah Sifa. (2016). Pengembangan Set Praktikum Fluida Dinamis Untuk Sekolah Menengah Atas (SMA) Kelas XI. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 02(2), 47.
- Al-Ayubi, Muchammad Sholachuddin. (2015). Perancangan dan penerapan apparatus pengukuran debit air dengan menggunakan venturimeter dan water flow sensor. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, 04(02), 21-26.
- Al-Bahra bin Ladjamudin. 2005. *Analisis dan Desain Sitem Informasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Chia-Yu Liu a , Chao-Jung Wu a , Wing-Kwong Wong b, * , Yunn-Wen

- Lien c , Tsung-Kai Chao.2016. Scientific modeling with mobile devices in high school physics labs. Elsevier Ltd. All rights reserved
- Ghury, Ainul (2016). Pengujian Orifis Flow Dengan Kapasitas Aliran Rendah. *Jurnal Mechanical*, 7(2), 61-66.
- Giancolli.C. Douglas. (2001). *Fisika Edisi Kelima*. Erlangga : Jakarta
- Hunagund, Vishwanath & Tikotkar.G.R. (2015). Experimental Investigation of Influence of Pipe Elbow On Coefficien of Discharge of Flow Nozzle meter. *International Journal of Innovative Research In Technology.1* (12). 1645-1650.
- Halliday, D. dan Resnick, R. (2008). *Fundamental of Physics 8th edition*. John Wiley and sons. Inc
- Kamajaya, Ketut. (2008). *Cerdas Belajar Fisika*. Grafindo Media Pratama : Bandung.
- Mundilarto. (2010). *Penilaian Hasil Belajar Fisika*. Yogyakarta: P2IS UNY.
- Naik, Uday & Baht, Shreenivas D. (2015).
- Water Hammering Effects in Pipe System and Dynamic Stress Prediction. *International Journal of Emerging Research in Managenet & Technology*. 4(6). 236-243.
- Ramadhan, Yosi. (2014). Pengembangan Media Pembelajaran Pengukuran Rugi Aliran Fluida Cair Dalam Pipa Venturi Untuk Menunjang Perkuliahan Mekanika Fluida. *Journal Of Mechanical Engineering Learning*,3(2), 115-124.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta
- Suryabrata, Sumadi. (2002). *Psikologi Pendidikan*. Jakarta: PT Grafindo Perkasa
- Sutrisno. (1984). *Seri Fisika Dasar Mekanika*.ITB : Bandung.
- Trianto. (2011). *Model Pembelajaran Terpadu Konsep, Strategi dan Implementasinya dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta : Bumi Aksara.