

## KIT PERCOBAAN UNTUK MENENTUKAN MOMEN INERSIA BENDA TEGAR

Abd Jalil Mochlas, Dzulkiflih

Jurusan Fisika, FMIPA, UNESA, email : [Jalilmochlas@gmail.com](mailto:Jalilmochlas@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan menguji kit percobaan momen inersia benda tegar. Kit percobaan berupa sistem meja putar yang berporos besi sebagai pusat rotasi, meja putar dihubungkan dengan sistem katrol dan beban. Metode percobaan dilakukan dengan menjatuhkan beban pada ketinggian tertentu, kemudian sistem sensor dengan mikrokontroler akan mencatat waktu jatuhnya beban. Hasil data percobaan berupa waktu tempuh dan ketinggian diproses menjadi grafik regresi linier. Berdasarkan grafik akan diperoleh nilai gradien sebagai hubungan antara kuadrat waktu tempuh ( $t^2$ ) dan ketinggian per kecepatan gravitasi ( $h/g$ ). Nilai gradien grafik akan digunakan untuk menentukan nilai momen inersia sistem. Nilai momen inersia alat telah diukur dan diuji sebesar  $0.00074 \pm 2.7\%$  kg.m<sup>2</sup>. Eksperimen menentukan momen inersia benda tegar dengan bentuk teratur yaitu bola berongga, batang panjang, balok kayu, bola pejal, silinder pejal, bentuk tak beraturan yaitu batu, kunci, botol minuman.

**Kata kunci** : momen inersia, kekekalan energi mekanik, rotasi benda tegar.

### Abstract

This research aims to create and test experiment kit moment of inertia of a rigid body. Experiment kit is formed by turntable system that pivots iron as a center of rotation, the turntable is connected to the system of pulleys and weights. Method experiments were conducted by dropping a load at a certain height, then the sensor with a microcontroller system will record the time of the fall of the load. The results of experimental data in the form of travel time and altitude processed into a linear regression graph. Based on the graph will get a gradient value of the relationship between quadratic travel time ( $t^2$ ) and the height per speed of gravity ( $h/g$ ). The gradient value of the chart will be used to determine the value of the moment of inertia of the system. The value of the moment of inertia of tools have been measured and tested by  $0.00074 \pm 2.7\%$  kg.m<sup>2</sup>. Experiments determine the moment of inertia of a rigid body with irregular shape of which is a hollow ball, a long rod, beams, solid ball, solid cylinder. And the irregular rigid body which is stone, lock and bottled.

**Keywords**: moment of inertia, law of conservation of mechanical energy, rotation of rigid body.

### PENDAHULUAN

Fisika dibangun berdasarkan pengalaman empiris dan analisis, dimana konsep-konsep diperoleh melalui penalaran dan pengamatan fakta dan data hasil gejala di lapangan, baik. Analisis matematis sangat diperlukan dalam mempelajari fisika, kemudian hasil analisa tersebut perlu adanya eksperimen pengujian lapangan untuk mengetahui kebenaran hipotesis, demikian eksperimen penelitian merupakan bagian penting dalam mempelajari fisika (Ain, 2013). Sehingga didalam mempelajari konsep rotasi perlu adanya alat eksperimental agar mempermudah mahasiswa serta siswa untuk mempelajari konsep konsep fisika yang berkaitan dengan konsep rotasi.

Praktikum momen inersia benda tegar di sekolah biasanya terbatas hanya pada benda tegar dengan bentuk beraturan. Sementara untuk benda tegar yang tidak teratur tidak dilakukan di sekolah-sekolah. Hal ini disebabkan untuk momen inersia benda tegar dengan bentuk beraturan dapat ditentukan dengan mengukur massa dan dimensi fisiknya, sedangkan untuk benda tegar yang bentuknya tak beraturan, pengukuran momen inersia sulit dilakukan secara langsung melalui

pengukuran dimensi fisik benda. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah melalui pengukuran dinamik. Oleh karena itu guru sebaiknya bisa melakukan riset mengenai alat eksperimen sederhana untuk mengatasi kesulitan-kesulitan yang terdapat dalam pembelajaran secara eksperimen.

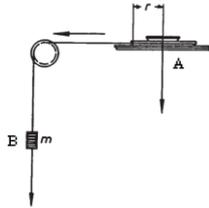
Dalam konteks tersebut di atas, maka penelitian skripsi ini merancang kit praktikum sistem rotasi untuk mempermudah mempelajari kinematika rotasi. Alat yang dibuat, kemudian diujicobakan untuk penentuan momen inersia benda tegar dengan bentuk teratur maupun bentuk tak teratur.

Rancangan alat eksperimen sederhana ini bekerja ketika alat berotasi yang dipengaruhi oleh gerak translasi (GLBB) beban gantung dengan percepatan dianggap konstan dapat menentukan momen inersia sistem. Momen inersia sistem adalah gabungan dari momen inersia alat dan momen inersia benda ( $I_s = I_a + I_b$ ). Berdasarkan hubungan tersebut maka momen inersia alat dapat diketahui dan secara tidak langsung pengujian validitas dan reliabilitas alat eksperimen juga dapat dilakukan. Sebagai pembanding momen inersia alat dapat diperoleh dari perhitungan matematis bahan yang digunakan. Dengan momen inersia alat yang telah

diketahui tersebut maka besar momen inersia benda tegar dapat ditentukan. Alat ini dapat digunakan oleh siswa dan mahasiswa didalam proses belajar mengajar. Diharapkan alat ini mampu mempermudah pemahaman didalam proses belajar mengajar

**TEORI DASAR**

Tinjau suatu sistem yang terdiri dari benda tegar yang berotasi pada permukaan horizontal yang dihubungkan dengan benda lain yang dapat bergerak vertical sebagaimana ditunjukkan oleh gambar 1.



**Gambar 1.** Skema rancangan sistem momen inersia (sumber :dokumen pribadi)

Dengan menggunakan konsep kekekalan energi mekanik dan dengan menganggap tali tidak slip dan tidak ada gaya gesek yang terjadi selama sistem bergerak, benda B digantung menggunakan benang pada ketinggian, sehingga ketika benda B bergerak jatuh, maka energi potensial akan berubah menjadi energi kinetik rotasi dan energi kinetic translasi, sehingga didapat persamaan sebagai berikut;

$$E_{potensial} = E_{Ktransalasi} + E_{Krotasi} \tag{1}$$

$$mgh = \frac{1}{2}mv_t^2 + \frac{1}{2}I\omega_t^2 \tag{2}$$

dengan m adalah massa benda B, g adalah tetapan gravitasi yang bernilai 9.8 m/s<sup>2</sup>, h adalah ketinggian benda B dari titik acuan,  $v_t$  adalah kecepatan akhir benda B, I adalah momen inersia sistem,  $\omega_t$  adalah kecepatan sudut benda A. Besaran-besaran yang diukur dalam penelitian ini adalah massa benda B (m), jari-jari katrol dan jari-jari poros benda A (R), ketinggian benda B terhadap titik acuan (h) dan waktu tempuh jatuhnya benda B (t), sehingga kita perlu mengubah persamaan (2) menjadi bentuk persamaan yang berhubungan dengan massa benda (m), jari-jari katrol (R), ketinggian (h) dan waktu tempoh (t), sehingga dengan mengubah bentuk persamaan (2) maka diperoleh persamaan momen inersia sistem (I) sebagai berikut;

$$I = \frac{(2mgh - mv_t^2)}{\omega_t^2} \tag{3}$$

Benda A dan benda B terhubung melalui benang dan jari-jari poros benda B dan katrol adalah R, maka percepatan

gerak sistem adalah konstan, sehingga kecepatan rata-rata sistem dapat didefinisikan dengan persamaan;

$$v = \frac{h}{t} = \frac{v_t - v_0}{2} \tag{4}$$

dengan v adalah kecepatan rata-rata benda B,  $v_0$  adalah kecepatan awal benda B. Posisi awal benda B adalah diam sehingga  $v_0 = 0$ , sehingga persamaan (4) dapat diubah menjadi;

$$v_t = 2v = \frac{2h}{t} \tag{5}$$

Sehingga kecepatan sudut benda A dapat didefinisikan menjadi;

$$\omega_t = \frac{v_t}{R} = \frac{2h}{Rt} \tag{6}$$

Sehingga dengan substitusi persamaan (5) dan (6) ke dalam persamaan (3) maka menjadi;

$$I = (2mgh - m\left(\frac{2h}{t}\right)^2)\left(\frac{Rt^2}{2h}\right) \tag{7}$$

Persamaan (7) dapat disederhanakan menjadi;

$$I = mR^2\left(\frac{gt^2}{2h} - 1\right) \tag{8}$$

Dengan I adalah gabungan dari momen inersia sistem ( $I_s$ ) dan momen inersia katrol ( $I_k$ ), apabila dibuat grafik linier  $t^2$  terhadap  $h/g$  maka nilai I dapat diperoleh dari gradient garis tersebut.

$$t^2 = \left\{2 + 2\frac{(I_s + I_k)}{mR^2}\right\} \frac{h}{g} \tag{9}$$

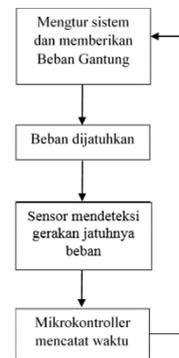
Sehingga dapat diambil persamaan gradiennya adalah

$$\gamma = 2\frac{(I_s + I_k)}{mR^2} \tag{10}$$

Jika sistem diberi tambahan beban  $I_b$  maka perumusan untuk momen inersia benda adalah  $I_s$  sistem dikurangi  $I_a$  alat  $I_b = I_s - I_a$ , dengan memanfaatkan persamaan gradien (10) kita bisa menganalisis Momen Inersia sistem  $I_s$  maupun Momen Inersia benda  $I_b$ .

**METODE**

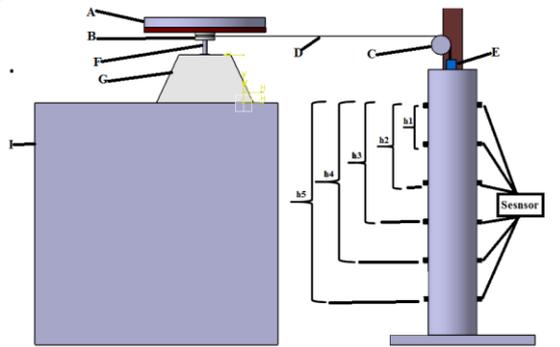
**A. Rancangan Penelitian**



**Gambar 2.** Diagram Alir Penelitian

Pembuatan alat eksperimen sederhana ini bertitik berat pada konsep hukum kekekalan energi mekanik. Rancangan alat mengacu pada asumsi awal yaitu massa tali, gesekan katrol, gesekan alat diabaikan serta tali penghubung katrol dan meja tidak slip. Asumsi massa tali diabaikan, tali yang digunakan bermassa relatif sangat kecil/ ringan dan untuk mengurangi gesekan alat

digunakan poros besi pada bagian B dengan dudukan pada bagian G. Sistem bergerak dengan percepatan konstan, sehingga jari-jari katrol dibuat sama dengan jari-jari alat putar pada bagian B dengan keterangan gambar A adalah silinder pejal berbahan dasar kayu yang dilapisi Styrofoam, B adalah silinder berongga berbahan plastic, C adalah katrol berbahan plastik, D adalah benang jahit, E adalah beban gantung, F adalah besi penahan bagian dalam, G adalah body alat berbahan dasar kayu dan I adalah meja.

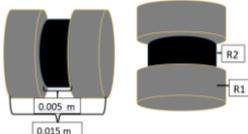
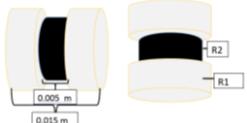
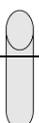


Gambar 3 Skema rancangan alat (sumber : dokumen pribadi)

**B. Variabel Operasional Penelitian**

Definisi operasional merupakan definisi yang digunakan dalam penelitian. Terdapat tiga variabel operasional penelitian, yaitu variabel kontrol, variabel manipulasi, dan variabel respon. Variabel kontrol adalah sesuatu yang tidak berubah dalam penelitian ini sesuatu yang tidak dapat diubah adalah Momen Inersia Sistem ( $I_s$ ) benda yang dijadikan acuan pengukuran. Variabel manipulasi (faktor yang mempengaruhi) pada penelitian skripsi ini adalah h adalah ketinggian yang telah ditentukan. Variabel respon dalam penelitian ini adalah dengan t adalah waktu yang diperlukan untuk ketinggian tertentu.

**C. Aparatus dan Instrumen Penelitian**

<p><b>Bagian A</b>                  Massa Kayu = 0.0864 Kg                  Massa Strerofoam = 0.0084 Kg                  Jari jari = 0.125 m</p> 	<p><b>Bagian B</b>                  Massa = 0.00659 Kg                  R1 = 0.042 m                  R2 = 0.0395 m</p> 
<p><b>Bagian C</b>                  Massa = 0.01847 Kg</p> 	<p><b>Bagian E</b>                  Massa = 0.03923 Kg</p> 
<p><b>Bagian F</b>                  R = 0.075 m</p> 	<p><b>Bagian G</b></p>

Massa = 0.0162 Kg	
-------------------	---

Proses pengamatan jatuhnya beban dilakukan secara otomatis melalui sistem sensor yang teritegrasi dengan sistem mikrokontroller yang diletakkan sepanjang lintasan jatuhnya beban. Lintasan berupa pipa yang berdiameter cukup lebar yang bisa menjadi tempat jalur jatuhnya beban. Ketika beban jatuh spanjang lintasan sistem sensor akan otomatis mendeteksi dan mencatat waktu tempuh benda pada ketinggian h1, h2, h3, h4, h5 yang telah di ukur dan dipasang sensor sepanjang lintasan.

**D. Metode Pengumpulan Data**

Validitas hasil pengukuran momen inersia benda tegar yang diperoleh sangat tergantung pada kevalidan alat yang digunakan. Oleh karena itu perlu dilakukan eksperimen untuk mengkalibrasi dan menguji kevalidan alat yang digunakan. Eksperimen tersebut dilakukan dengan cara memberikan beban gantung pada sistem agar sistem berjalan, kemudian mengatur beban gantung sehingga gerak translasinya tidak terlalu cepat. Hal ini bertujuan memperoleh waktu tempuh yang cukup signifikan.

Dalam menentukan besar momen inersia alat dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya yaitu perhitungan statik, percobaan alat tanpa benda tambahan. Dengan perhrtiungan statik menggunakan persamaan:

$$I = \frac{1}{2} MR^2 \tag{11}$$

sedangkan nilai dengan percobaan diperoleh dengan memberi beban E sehingga bergerak turun. Ketika beban E bergerak turun benda A dan B berputar, kemudian sensor akan mendeteksi gerak benda kemudian mikrokontroller akan mecatat waktu yang ditempuh benda pada setiap ketinggian h1 = 10 cm, h2 = 20 cm, h3 = 30 cm h4 = 40 cm h5 = 50 cm. Kemudian untuk menentukan nilai momen inersia benda maka perlu meletakkan benda beraturan di atas bagian A (gambar 3). Benda beraturan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Balok kayu, silinder pejal, bola pejal, Bola berongga.

Proses pengamatan jatuhnya beban dilakukan secara otomatis melalui sistem sensor yang teritegrasi dengan sistem mikrokontroller yang diletakkan sepanjang lintasan jatuhnya beban. Lintasan berupa pipa yang berdiameter cukup lebar yang bisa menjadi tempat jalur jatuhnya beban. Ketika beban jatuh spanjang lintasan sistem sensor akan otomatis mendeteksi dan mencatat waktu tempuh benda pada ketinggian h1, h2, h3, h4, h5 yang telah di ukur dan dipasang sensor sepanjang lintasan.

Pengolahan data dilakukan pada alat yang sudah dirancang dan dikalibrasi. Pada tahap ini akan dilakukan proses pengolahan data dari parameter yang akan diamati yaitu waktu tempuh beban dalam jarak yang telah

ditentukan. Waktu tempuh benda dan jarak ini kemudian akan di olah menjadi grafik regresi linier. Kemudian dari hasil grafik hubungan antara kuadrat waktu ( $t^2$ ) dan ketinggian per kecepatan gravitasi ( $h/g$ ) akan didapat nilai gradient. Nilai gradient tersebut akan digunakan untuk menentukan nilai momen inersia melalui persamaan (10).

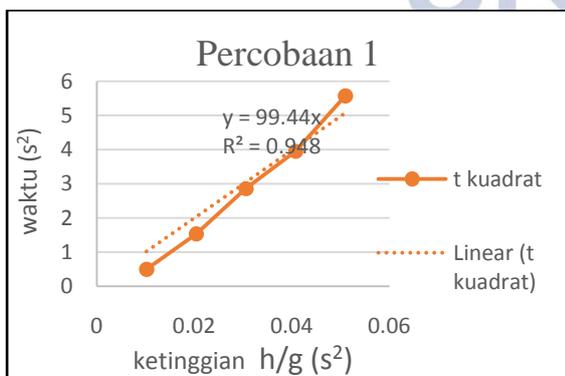
**A. Pembahasan**

Pengujian validitas alat dilakukan melalui eksperimen untuk mengkalibrasi dan menguji alat yang digunakan. Momen inersia alat dapat ditentukan melalui beberapa cara yakni melalui perhitungan static yakni melalui perhitungan secara teori, dan juga bisa dilakukan melalui percobaan langsung tanpa benda tambahan, ataupun bisa dengan membahkan benda tegar beraturan pada alat. Melalui perhitungan static momen inersia sistem didapatkan sebesar 0.000726 kg.m<sup>2</sup>. perhtingan static ini diperoleh melalui persamaan momen inersia secara umum yakni

$$I = \frac{1}{2} \sum MR^2 \tag{12}$$

Tabel 1 Hasil Percobaan dengan beban massa 39.23 gram

Percob aan	Nilai Gradien	I sistem (Kg.m <sup>2</sup> )
1	99.44	0.0007573
2	95.56	0.0007276
3	99.304	0.0007562
4	94.657	0.0007207
5	93.196	0.0007095
6	97.286	0.0007408
7	99.579	0.0007583
8	101.15	0.0007704
9	99.376	0.0007568
10	97.762	0.0007444



Gambar 4. grafik hubungan waktu ( $t^2$ ) dan dan ketinggian ( $h/g$ ) untuk beban massa 39.23 gram

Gambar 4 merupakan salah satu hasil grafik hubungan waktu ( $t^2$ ) dan dan ketinggian ( $h/g$ ). Pada Gambar 4 terlihat nilai regresi linier sebesar 0.99, artinya menunjukkan bahwa grafik mendekati linieritas. Pada Gambar 4 terlihat nilai gradient grafik sebesar 99.44, nilai gradient inilah yang digunakan sebagai analisa hubungan antara waktu ( $t^2$ ) dan ketinggian ( $h/g$ ). melalui gradient grafik kemudian dihitung menggunakan rumus untuk menentukan nilai momen inersia sistem melalui persamaan (10). Hasil hasil yang didapat melalui percobaan-percobaan tersebut terlihat pada tabel 1 untuk menentukan nilai momen inersia sistem.

Percobaan untuk menentukan Momen Inersia alat dilakukan dengan cara memberikan beban gantung sebesar 39.233 gram yang berdasarkan tabel 4 diperoleh nilai rata-rata momen inersia sistem 0.000744202 kg.m<sup>2</sup>, karena percobaan ini dilakukan tanpa ada benda tambahan sehingga bisa ditentukan bahwa nilai momen inersia alat (Ia) adalah 0.00074 kg.m<sup>2</sup> ± 2.7 %. Nilai ini didapatkan melalui menambahkan beban pada sistem sehingga sistem akan bergerak.

Hasil percobaan penentuan momen inersia sistem secara perhitungan static diperoleh diperoleh nilai momen inersia sistem sebesar 0.000726 kg.m<sup>2</sup>, penentuan momen inersia sistem tanpa benda tambahan melalui percobaan diperoleh nilai 0.000744 kg.m<sup>2</sup> ± 2.7 %. nilai ini kemudian akan dijadikan sebagai acuan menjadi alat sebesar 0.000744 kg.m<sup>2</sup> ± 2.7 %. Beban yang digunakan dalam pengukuran momen inersia benda tegar adalah bermassa 39.23 gram. Hasil hasil penentuan momen inersia benda melalui percobaan adaah sebagai berikut;

Tabel 5 Hasil Percobaan penentuan momen inersia benda

No	Benda	Dimensi (cm)	Massa (Kg)	Momen Inersia (Kg.m <sup>2</sup> )	
				Perhitungan statis (10 <sup>-3</sup> )	Percobaan (10 <sup>-3</sup> )
1	Balok Kayu	P= 8.84	0.0862	0.15202	0.102796
		L=5.26			
		T=3.74			
2	Bola Pejal	D=2.88	0.1002	0.00831	0.06633
3	Silinder Pejal	D=2.32	0.1639	0.01103	0.09202
		T=4.51			
4	Bola Berongga	D=20.3	0.2674	1.83655	1.47582
5	Batang Panjang	P=47	0.4167	7.67075	6.33951
		D=1.3			
6	Batu	Tak beraturan	0.2984	-	0.20484
7	Botol minuman	Tak beraturan	0.0826	-	0.13791
8	Kunci 12	Tak beraturan	0.0522	-	0.17248

Berdasarkan Tabel 5 diatas bisa dapat diketahui bahwa momen inersia benda dapat diukur melalui percobaan sistem yang telah dirancang relatif sesuai berdasarkan teori yang ada, akan tetapi pada percobaan penentuan momen inersia bola pejal dan silinder pejal terjadi kesalahan yang relatif cukup besar hal ini dikarenakan faktor kesalahan relatif sistem yakni sebesar 2.6% dari 0.00074, faktor kesalahan relatif tersebut sangat mempengaruhi nilai percobaan, apalagi benda yang diujicobakan memiliki momen inersia yang relatif sangat kecil. dengan demikian kit percobaan penentuan momen inersia benda tegar ini memiliki nilai minimum momen inersia benda yang diukur berkisar anatar  $0.00002 \text{ Kg.m}^2$ . akibat adanya faktor kesalahan relatif. Hal lain yang mempengaruhi dalam percobaan adalah faktor gaya gesek yang terjadi selama sistem bergerak sehingga mempengaruhi pengukuran dan pencatatan waktu jatuhnya beban.

Momen inersia adalah kemampuan suatu benda untuk mempertahankan posisi awal kedudukan, berdasarkan percobaan tersebut momen inersia erat hubungannya dengan titik pusat massa benda terhadap poros rotasi. Semakin besar massa suatu benda maka semakin besar pula momen inersia, dan semakin jauh pusat massa benda terhadap titik pusat rotasi maka semakin besar pula momen inersianya.

## PENUTUP

### Simpulan

Pada penelitian perancangan kit percobaan pengukuran untuk mengukur momen inersia benda tegar, yang dilakukan dengan pengukuran momen inersia sistem baik secara perhtingan static maupun dengan percobaan dengan penambahan beban untuk membuat sistem bergerak yang kemudian dilakukan pencatatan selang waktu perubahan posisi beban terhadap titik acuan. Berdasarkan hasil data percobaan dapat disimpulkan bahwa kit percobaan dapat mengukur momen inersia benda dengan cukup baik berdasarkan hasil percobaan yang relatif mendekati nilai perhitungan berdasarkan teori. Hasil standart error paling rendah sebesar 1.39% yakni pada percobaan batang panjang, bola berongga dengan standart error sebesar 2.76%, dan pada percobaan balok kayu dengan standart error sebesar 9.11%. Hasil error paling besar diperoleh ada data pada percobaan bola pejal sebesar 8.79% dan pada percobaan slinder pejal dengan error sebesar 14.85%. hasil error yang besar tersebut dikarenakan bola pejal dan slinder pejal memiliki diameter yang kecil sehingga kesalahan penempatan pada pusat rotasi bisa terjadi, dan kesalahan error juga bisa terjadi karena ketika bola pejal dan silinder pejal berotasi terjadi pergeseran sehingga error yang besar pun terjadi.

Dengan demikian kit percobaan dapat dikatakan mampu mengukur momen inersia benda tegar dengan baik, dengan cara meletakkan benda pada pusat rotasi dengan tepat, dan juga benda yang diukur memiliki dimensi yang cukup besar sehingga benda tegar memiliki momen inersia yang cukup besar.

## Saran

Berdasarkan hasil kit percobaan pengukuran momen inersia benda tegar, maka penelitian ini masih mengalami banyak kekurangan salah satunya adalah gesekan masih belum bisanya menghilangkan gaya gesek yang terjadi dalam sistem. Pengukuran massa dan dimensi benda harus dilakukan dengan akurat dan berulang agar meminimalisir kesalahan dalam pengukuran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ain, T. N. 2013. *Pemanfaatan Visualisasi Video Percobaan Gravity Current Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Siswa Kelas Xi Pada Materi Pokok Tekanan Hidrostatik*. Surabaya: Program S-1 Fisika Universitas Negeri Surabaya.
- Fishbane, Paul M, (1993), *Physics for Scintists and Engineers*, Prentice-Hall International, Inc.
- Giancoli. D C. 2001. *Physics Principles With Applications*, Fifth Edition. Jakarta: Erlangga.
- <http://edukasi.kompasiana.com/> *Menghadapi soal fisika lupa rumus ini solusinya*. (2014, september 12). Retrieved november 14, 2014, from kompasiana.
- Physics Lab X, *Moment of Inertia and Rotational Energi*, diakses tanggal 29 April 2016.
- Tipler, P. A. 2001. *Physics for Scientist and Engineers*. Third Edition. Jakarta: Erlangga.
- Saputra, R E. 2015. *Perancangan Kit Percobaan Untuk Pengukuran Sudut Deviasi Dan Indeks Bias Prisma* Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Fisika Universitas Negeri Surabaya
- Serway RA. Faughn Js, 2008. *College Physics*, Eight Edision Brooks/Cole, USA.
- Sudrajad. H. 2009. *Pengembangan Perangkat Percobaan Konsep Rotasi untuk Pembelajaran Fisika di SMA dan Universitas*. Riau: Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Riau.
- Susanah Y dkk. 2010. *Pembuatan Alat Eksperimen Sederhana Untuk Penentuan Momen Inersia Benda Tegar*. Prosiding Seminar Nasional Fisika 2010.