

DOI: doi.org/10.21009/03.SNF2019.01.PE.16

MEDIA BERBASIS ARDUINO : MODEL PENGUKURAN PERCEPATAN GRAVITASI BUMI DENGAN PRINSIP GERAK JATUH BEBAS

Rafif Hendrawan^{1,a)}, Esmar Budi^{1,b)}, Fauzi Bakri^{1,c)}

¹Program Studi Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, 13220, Indonesia

Email: ^{a)}hendrawanrafif@gmail.com ^{b)}esmarbudi@unj.ac.id ^{c)}fauzi-bakri@unj.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan banyak penelitian untuk mengembangkan alat praktikum gerak jatuh bebas ini agar mendapatkan data yang akurat. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, pengukuran dan perhitungan nilai percepatan gravitasi masih dilakukan secara manual. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan Alat Praktikum Gerak Jatuh Bebas yang dapat menghitung nilai percepatan gravitasi secara otomatis menggunakan perangkat Arduino bagi siswa SMA kelas X. Penelitian ini termasuk jenis penelitian pengembangan dengan model pendekatan ADDIE yang melalui lima tahapan, yaitu tahap analisis (*Analyze*), perencanaan (*Design*), pengembangan (*Development*), implementasi (*Implement*), dan tahap evaluasi (*Evaluate*). Setelah melewati tahap tersebut, telah dihasilkan produk alat praktikum gerak jatuh bebas yang dapat menghitung ketinggian, waktu, dan nilai percepatan gravitasi secara otomatis. Selain itu alat praktikum gerak jatuh bebas yang telah dikembangkan memiliki dimensi yang relatif kecil sehingga mudah disimpan dan di pindahkan. Produk yang telah dikembangkan telah diuji dan di validasi oleh beberapa ahli dan mendapatkan interpretasi sangat baik untuk digunakan sebagai media pembelajaran fisika SMA kelas X pada sub bab gerak jatuh bebas.

Kata-kata kunci: Alat Praktikum, Gerak Jatuh Bebas, Percepatan Gravitasi

Abstract

There's been numerous research about developing this free fall experiment to make sure the data is accurate. From various research, the value of gravity is still gained from manual equation. That's why this research is supposed to make a free fall device that can calculate the value of gravity automatically by using Arduino for grade 1 senior high school students. This research is categorized as research and development with ADDIE as the model approach. ADDIE consist of 5 steps, Analyze, Design, Development, Implement, and Evaluate. After going through that phase, we've been succed making a free fall device that can calculate height, time, and the value of the gravity itself automatically. Other than that, this device had a relatively small dimension so that we can store it and moved it easily. This device has already been validated by some experts and categorized "very good" to be used as learning media for grade 1st senior high school.

Keywords: Experiment Device, Free Fall Motion, Gravity

PENDAHULUAN

Sistem yang tertanam dalam perangkat robotik merupakan sebuah kerangka yang memungkinkan pengimplementasian perangkat mekanika – elektronika kedalam mesin modern. Bahasa pemrograman C merupakan bahasa yang digunakan dalam kontroler yang akan bekerjasama dengan sensor dan aktuator dalam suatu perangkat [1]. Sudah seharusnya teknologi mikrokontroler diaplikasikan sejak dini menggunakan alat - alat yang akan menuntun siswa menemukan ide, inovasi, dan kemampuan memecahkan masalah sebagai modal masa depan mereka [2]. Perkembangan kerumitan mikrokontroler juga semakin menuntut sekaligus menyediakan kemampuan bagi pendidik untuk membuat alat laboratorium yang lebih mutakhir [3].

Penerapan pembelajaran berbasis praktikum di laboratorium membuat siswa menjadi lebih aktif dalam proses pembelajaran, sehingga konsep pembelajaran dapat lebih mudah diingat dan juga membantu dalam melatih keterampilan siswa [4]. Alat praktikum Gerak Jatuh Bebas telah banyak dikembangkan oleh beberapa peneliti. Pengembangan yang telah dilakukan meliputi set eksperimen gerak jatuh bebas dengan tampilan PC [5], penambahan phototransistor [6], serta stopwatch otomatis dalam perangkat praktikum Gerak Jatuh Bebas [7].

Agar mendapatkan data yang lebih akurat dari percobaan gerak jatuh bebas maka perlu dikembangkan suatu alat praktikum gerak jatuh bebas berbasis mikrokontroler. Alat praktikum berbasis mikrokontroler arduino ini dapat mengetahui jarak, waktu, dan nilai percepatan gravitasi secara langsung. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan sebagai pengembangan alat praktikum fisika pada materi lainnya dengan menggunakan mikrokontroler.

METODOLOGI

Penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian dan Pengembangan (*Research and Development*). Penelitian dan pengembangan merupakan suatu model pengembangan berbasis industri yang penelitiannya bertujuan untuk mendesain produk dan prosedur baru, yang nantinya akan diuji coba di lapangan, dievaluasi, dan diperbaiki hingga memenuhi kriteria keefektifan, kualitas, atau memenuhi standar [8]. Produk yang akan dikembangkan adalah alat praktikum gerak jatuh bebas berbasis arduino. Penelitian ini akan menggunakan model ADDIE yang merupakan singkatan dari *Analyze, Design, Development, Implement, dan Evaluate*. Model ADDIE digunakan untuk membangun pembelajaran berbasis performa [9].

HASIL DAN PEMBAHASAN

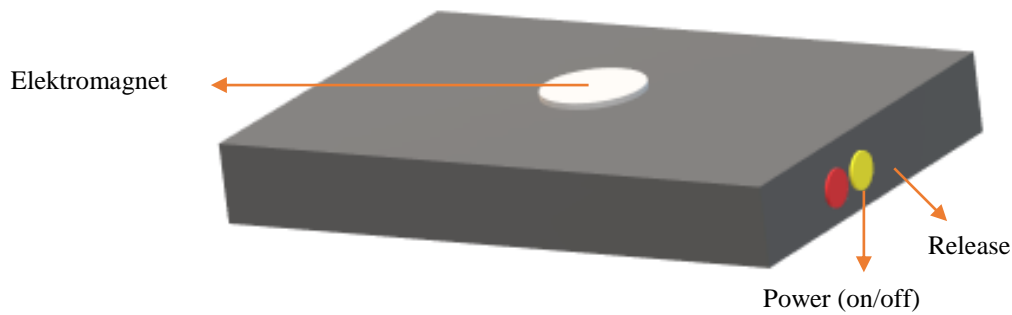
Alat praktikum yang dihasilkan digunakan untuk materi Gerak Jatuh Bebas. Alat Praktikum ini dilengkapi dengan sensor ultrasonik sebagai komponen pengukur ketinggian jatuh benda secara otomatis, *electromagnet*, sensor inframerah, serta mikrokontroler arduino sebagai penghubung beberapa komponen tersebut.

1. Rancangan Alat

a. Membuat desain rancangan alat praktikum Gerak Jatuh Bebas yang akan dikembangkan

1) Membuat desain bagian atas alat

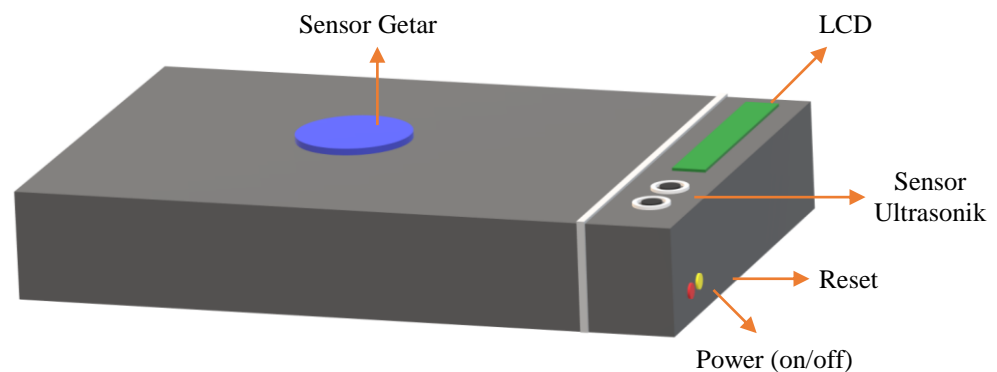
Bagian atas alat praktikum akan berbentuk balok dengan ukuran 30 cm x 20 cm x 10 cm dan terbuat dari papan akrilik. Pada bagian atas ini hanya terdapat elektromagnet sebagai pelepas bola otomatis.



GAMBAR 1. Desain bagian atas alat gerak jatuh bebas tampak Bawah

2) Membuat desain bagian bawah

Sama seperti bagian atas, bagian bawah juga terbuat dari beberapa lapis papan akrilik dengan ukuran 30 cm x 20 cm x 10 cm. pada bagian bawah, terdapat sensor getar yang berfungsi sebagai stopper waktu ketika bola jatuh, sensor ultrasonik sebagai pengukur jarak antara bagian bawah dan bagian atas, serta papan LCD sebagai penunjuk waktu.



GAMBAR 2. Desain bagian bawah alat gerak jatuh bebas

Semua alak elektronik dipasang pada bagian ini. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir kabel agar alat memiliki nilai portabilitas yang tinggi. Pada bagian ini akan dijatuhkan bola, ketika menyentuh sensor getar, maka waktu akan berhenti. Saat waktu berhenti, lcd akan menampilkan waktu yang ditempuh bola dan tercatat di sistem. Selain itu, LCD juga menampilkan jarak jatuh bola. Ketika waktu dan jarak diketahui, maka sistem akan memproses persamaan gerak jatuh bebas dan menampilkan nilai percepatan gravitasi di layar LCD.

3) Membuat desain statif

Statif juga terbuat dari akrilik berukuran panjang 1 m dengan lubang pada bagian tengahnya. Statif terdiri dari 4 bagian selongsong berukuran 25 cm yang nantinya dapat digabungkan dengan mekanisme pipa, sehingga statif yang tadinya panjang dapat disimpan menjadi ukuran yang kecil. Lubang di bagian tengah ini berfungsi untuk meringankan beban total alat praktikum.



GAMBAR 3. Desain statif

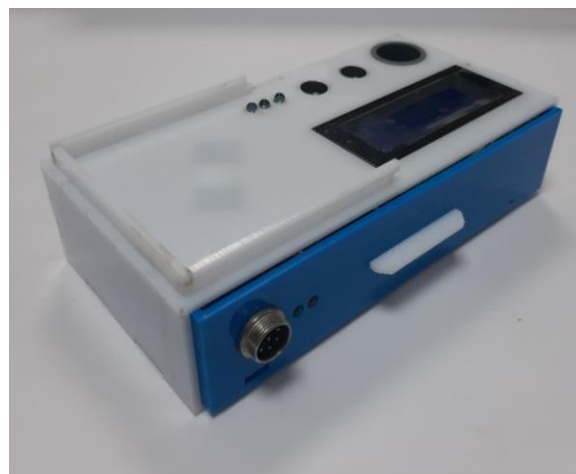
2. Hasil desain alat praktikum gerak jatuh bebas

Dari rancangan yang sudah dibuat, terdapat beberapa revisi yang dilakukan. Dibawah ini adalah alat praktikum Gerak Jatuh Bebas yang telah dihasilkan :

a. Bagian bawah alat praktikum gerak jatuh bebas

Bagian bawah ini merupakan bagian terpenting dari alat praktikum gerak jatuh bebas ini karena pada bagian bawah ini terdapat arduino sebagai komponen penghubung antar sensor yang digunakan. Selain itu Arduino juga berperan sebagai penghitung tinggi, waktu, dan nilai percepatan gravitasi otomatis sehingga perhitungan itu dapat langsung ditampilkan di layar. Arduino ini membutuhkan baterai 9 V agar dapat bekerja.

Setelah komponen pendukung didapat, dilakukan beberapa revisi penyesuaian dimensi alat untuk dilakukan pemotongan lubang agar komponen pendukung seperti layar, sensor ultrasonik, transmitter inframerah, serta tombol – tombol dapat muncul dipermukaan. Dari penyesuaian yang sudah dilakukan didapatkan dimensi alat akhir tidak sebesar yang tercantum dalam rancangan. Alat yang tercetak hanya berukuran 20 x 10 x 4 cm.

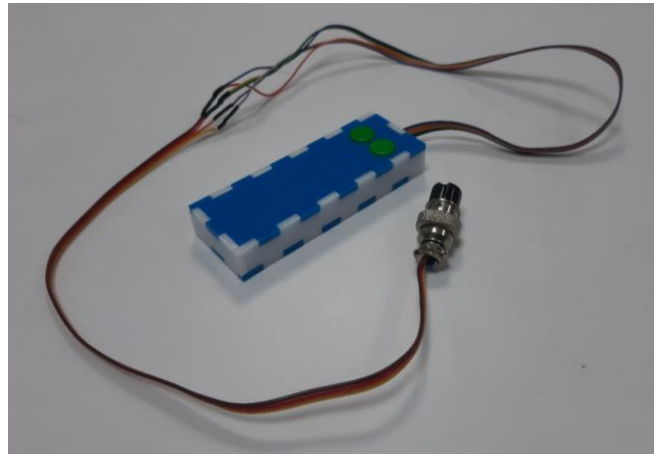


GAMBAR 4. Bagian bawah alat praktikum Gerak Jatuh Bebas

b. Kontroler alat bagian bawah

Setelah dilakukan serangkaian percobaan, tombol start / reset tidak bisa diletakkan berdekatan dengan sensor getar. Karena getaran yang dihasilkan dari menekan tombol terbaca pada sensor. Sehingga alat tidak dapat bekerja seperti apa yang direncanakan. Oleh karena itu tombol dibuat terpisah dari bagian bawah alat. Tombol dihubungkan dengan bagian bawah menggunakan kabel sehingga tombol tidak mengganggu kerja sensor getar.

Kontroler bagian bawah terbuat dari akrilik sisa pemotongan bagian atas maupun bawah. Kontroler ini berukuran 9 x 3 cm yang ditempelkan 2 buah tombol start / reset pada bagian atasnya di posisi horizontal agar mudah di genggam.



GAMBAR 5. Kontroler bagian bawah alat praktikum Gerak Jatuh Bebas

c. Bagian atas alat praktikum gerak jatuh bebas

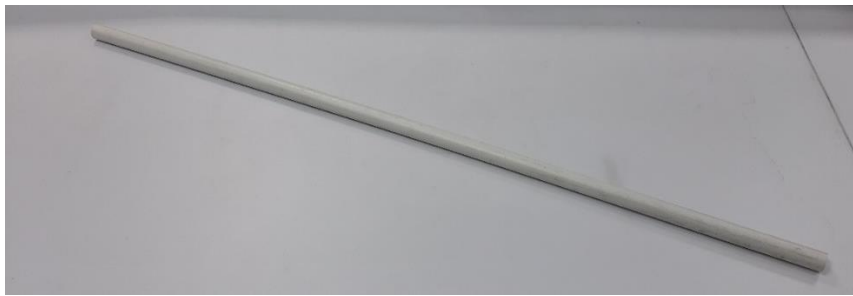
Sama halnya dengan bagian bawah, bagian atas juga tidak kalah pentingnya. Pada bagian atas terdapat elektromagnet sebagai penahan beban sebelum jatuh ke bagian bawah. Elektromagnet tersebut bekerja dengan bantuan sensor inframerah dan relay yang juga dilengkapi dengan baterai 9 V sebagai sumber energi. Dimensi bagian atas mengikuti dimensi bagian bawah yaitu 20 x 10 x 4 cm.



GAMBAR 6. Bagian bawah alat praktikum Gerak Jatuh Bebas

d. Statif penghubung bagian atas dan bawah

Agar bagian atas dan bagian bawah paralel terhadap satu sama lain, digunakan statif yang terbuat dari pipa ½ inch sepanjang 2 x 50 cm agar mengurangi biaya pembuatan alat secara keseluruhan. Bagian ujung pipa dihubungkan dengan konektor pipa agar dapat terhubung satu sama lain.

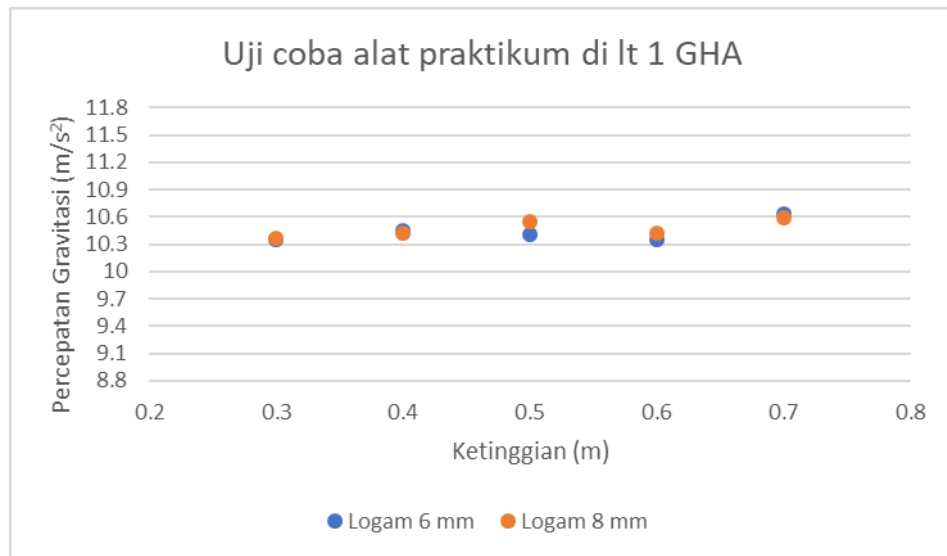


GAMBAR 7. Statif penghubung bagian bawah dan atas pada alat praktikum Gerak Jatuh Bebas

3. Hasil Uji Coba Alat Praktikum Gerak Jatuh Bebas
a. Uji coba alat praktikum di Lt 1 Gedung Hasyim Ashari

TABEL 1 Hasil Uji Coba Alat Praktikum Di Lantai 1

No	Percobaan	Ketinggian (m)	Waktu tempuh (s)	Percepatan gravitasi (m/s ²)
1	Percobaan I (Bola logam 6 mm)	0.3	0.241	10.346
2		0.4	0.279	10.456
3		0.5	0.31	10.405
4		0.6	0.340	10.355
5		0.7	0.364	10.635
1	Percobaan II (Bola logam 8 mm)	0.3	0.242	10.369
2		0.4	0.279	10.427
3		0.5	0.324	10.547
4		0.6	0.340	10.415
5		0.7	0.364	10.592

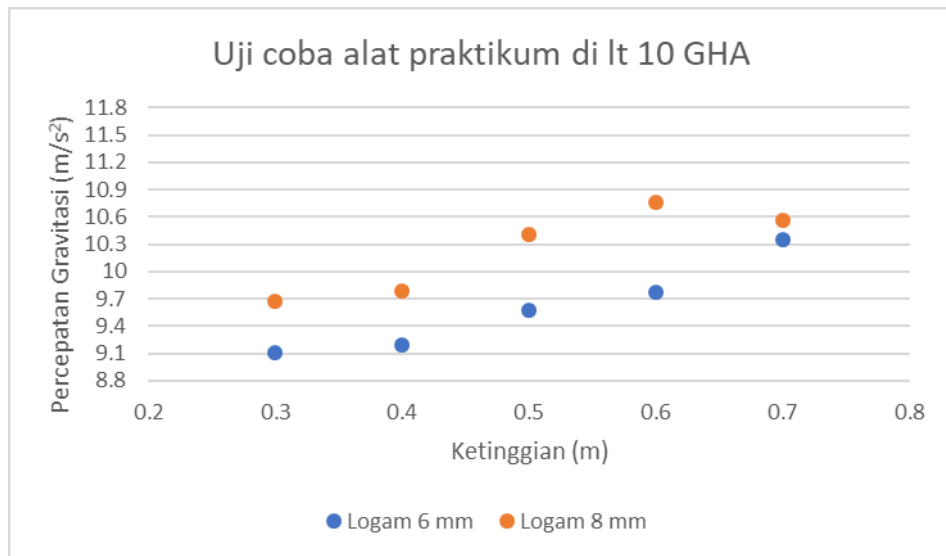


GAMBAR 81 Uji Coba Alat Praktikum Di Lt 1 GHA

b. Uji coba alat praktikum di Lt 10 Gedung Hasyim Ashari

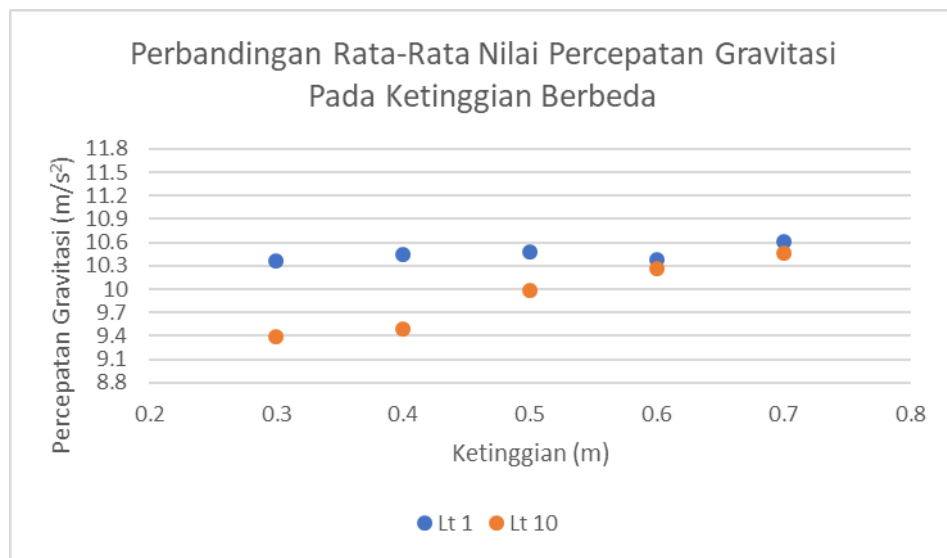
TABEL 2 Hasil Uji Coba Alat Praktikum Di Lantai 10

No	Percobaan	Ketinggian (m)	Waktu tempuh (s)	Percepatan gravitasi (m/s ²)
1	Percobaan I (Bola logam 6 mm)	0.3	0.256	9.104
2		0.4	0.294	9.195
3		0.5	0.323	9.573
4		0.6	0.350	9.77
5		0.7	0.367	10.35
1	Percobaan II (Bola logam 8 mm)	0.3	0.249	9.677
2		0.4	0.286	9.78
3		0.5	0.31	10.405
4		0.6	0.334	10.756
5		0.7	0.364	10.566



GAMBAR 9 Uji Coba Alat Praktikum Di Lt 10 GHA

c. Perbandingan nilai percepatan gravitasi di Lt 1 dan Lt 10

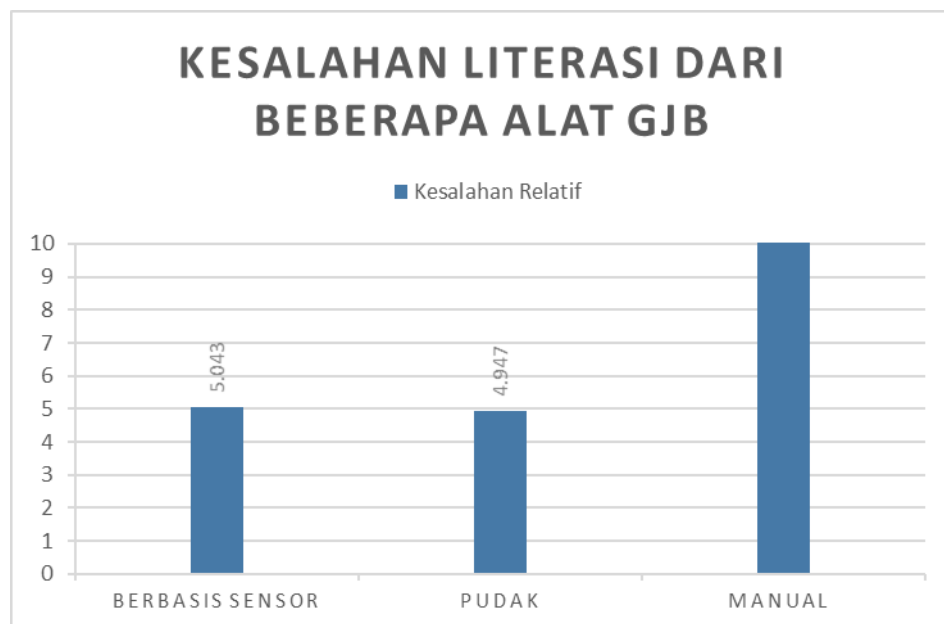


GAMBAR 20 Perbandingan Rata-Rata Nilai Percepatan Gravitasi

d. Perbandingan data hasil pengamatan dari beberapa alat praktikum Gerak Jatuh Bebas

TABEL 3 Perbandingan Data Beberapa Alat Praktikum Gerak Jatuh Bebas

No	h (cm)	Alat Praktikum GJB Sensor			Alat Praktikum GJB Puduk			Percobaan Manual			Waktu Teori
		t (s)	g (m/s ²)	KL (%)	t (s)	g (m/s ²)	KL (%)	t (s)	g (m/s ²)	KL (%)	
1	30	0.249	9.677	1.25	0.237	10.637	8.542	0.2	15	53.061	0.247
2	40	0.286	9.78	0.199	0.279	10.262	4.72	0.27	10.978	11.978	0.285
3	50	0.31	10.4	6.181	0.311	10.279	4.892	0.33	9.182	6.298	0.319
4	60	0.334	10.756	9.764	0.343	10.187	3.958	0.39	7.889	19.494	0.349
5	70	0.364	10.566	7.819	0.373	10.057	2.624	0.46	6.616	32.487	0.377
Rata-rata				5.043			4.947			24.664	



GAMBAR 11 Kesalahan Literasi Dari Beberapa Alat GJB

e. Perbandingan data hasil pengamatan dengan hasil perhitungan nilai percepatan gravitasi

TABEL 4 Perbandingan Hasil Pengamatan dengan Hasil Perhitungan

No	Percobaan	Tempat	h (m)	t (s)	g (m/s ²)	g relatif (m/s ²)	Kesalahan Relatif
1	Logam 6 mm	Lt 1	0.5	0.31	10.405	9.865473434	5.468836036
2		Lt 10		0.323	9.573	9.865318756	2.963094893
1	Logam 8 mm	Lt 1		0.324	10.547	9.865473434	6.908199296
2		Lt 10		0.31	10.405	9.865318756	5.470489673
							5.202654974

Jika membandingkan data hasil percobaan alat praktikum gerak jatuh bebas berbasis sensor dengan hasil perhitungan nilai percepatan gravitasi menggunakan rumus (Young, 2012) :

$$g_0 = G \frac{M}{r^2}$$

Keterangan :

g_0 = Percepatan gravitasi di permukaan bumi

G = Tetapan gravitasi ($6,72 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$)

M = Massa bumi ($5,972 \times 10^{24} \text{ Kg}$)

r = jarak benda sampai pusat bumi

Karena percobaan dilakukan di Indonesia dimana Indonesia terletak pada garis khatulistiwa, maka jari-jari bumi diasumsikan sebesar 6.378 Km (6378000 m). Serta pengamatan dilakukan di Jakarta yang letaknya sejajar dengan permukaan air laut. Setelah itu, pengukuran di lantai 10 dihitung berdasarkan perbedaan tiap lantai pada gedung Hasyim Ashari yaitu sebesar 5 m. Jika ada 10 lantai, maka perbedaannya 50 m. Sehingga jarak yang digunakan adalah 6378050 m. Agar mendapatkan ketinggian percobaan yang sama, praktikum dilakukan pada ketinggian 0.5 m. sehingga jarak akhir yang digunakan pada lantai 1 yaitu sebesar 6378000,5 m dan 6378050,5 m pada lantai 10. Dari 5 kali percobaan di masing-masing lantainya. Diperoleh rata-rata nilai kesalahan relatif yaitu sebesar 5.2 %.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat praktikum gerak jatuh bebas berbasis sensor yang telah dikembangkan sangat layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran fisika pada materi gerak jatuh bebas untuk siswa SMA kelas X. Hal tersebut didasarkan dari hasil validasi yang telah dilakukan oleh ahli materi, media, guru fisika, maupun peserta didik.

REFERENSI

- [1] T. R. Lambert, *An Introduction to Microcontrollers and Embedded Systems*, Alabama: Auburn University, 2018.
- [2] T. R. Lambert, *An Introduction to Microcontrollers and Embedded Systems*, Alabama: Auburn University, 2018.
- [3] R. B. Reese, "Improving the Effectiveness of Microcontroller Education," *978-1-4244-5855-4*, vol. 10, p. 172, 2010.
- [4] V. C. P. Wulandari, "Penerapan Pembelajaran Berbasis Praktikum Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Penguasaan Konsep Siswa," *Universitas Negeri Malang*, 2014.
- [5] Y. Dasriyani, "Pembuatan Set Eksperimen Gerak Jatuh Bebas Berbasis Mikrokontroler Dengan Tampilan PC," *Jurnal Saintek Vol VI No 1*, pp. 84 - 95, 2014.
- [6] S. Maiyena, "Pengembangan Alat Praktikum Gerak Jatuh Bebas Menggunakan Phototransistor Untuk Pembelajaran Fisika Pada Materi Gerak Jatuh Bebas," *Jurnal Saintek 9(1)*, pp. 54 - 67, 2017.
- [7] H. Rosdianto, "Rancang Bangun Alat Praktikum Gerak Jatuh Bebas Dengan Stopwatch Otomatis Sederhana," *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika Vol 3 No 1 Maret 2017*, pp. 20 - 23, 2017.
- [8] M. D. Gall, *Educational Research*, Boston: Pearson Education, Inc, 2003.
- [9] R. M. Branch, *Instructional Design : The ADDIE Approach*, Athens: Springer Science Corp, 2009.

