

Pemodelan Gerak Jatuh Bebas dengan menggunakan Infrared Obstacle Avoidance Sensor

**Asrizal Deri Futra¹, Indra Hardian Mulyadi¹, Rahmi Mahdaliza¹, Azrul Azwar²,
B. Budiana¹**

¹Politeknik Negeri Batam, Jurusan Teknik Elektro, Batam

¹Universitas Tanjungpura, Jurusan Fisika

E-mail: deri@polibatam.ac.id

Received: 21-07-2022

Accepted: 31-07-2022

Published: 31-07-2022

Abstrak

Gerak jatuh bebas merupakan salah satu topik pembelajaran pada mata kuliah Fisika. Salah satu cara agar mahasiswa memahami materi yang disampaikan adalah dengan cara melakukan praktikum. Modul praktikum pemodelan gerak jatuh bebas ini dibuat dengan menggunakan tujuh *infrared obstacle avoidance sensor* dan Arduino. Masing-masing sensor diletakkan pada ketinggian 0,82 m; 0,70 m; 0,62 m; 0,39 m; 0,30 m; dan 0,2 m. Benda dijatuhkan dan dideteksi oleh ketujuh sensor tersebut. Setelah semua sensor mendeteksi benda yang dijatuhkan, maka waktu untuk masing-masing sensor ditampilkan pada serial monitor Arduino. Data waktu tersebut dipindahkan ke ms. Excel dan dibuat grafik hubungan antara ketinggian terhadap waktu. Sepuluh kali percobaan untuk empat benda uji dilakukan dan didapatkan bahwa percepatan yang dialami oleh benda yang dijatuhkan adalah 9.88 m/s^2 .

Kata kunci: Gerak jatuh bebas, *infrared obstacle avoidance sensor*, ms. Excel

Abstract

Free fall motion is one of the learning topics in the Physics course. An experiment is one of the methods for students to understand the subject. Modul of free fall motion was built using seven infrared obstacle avoidance sensors and Arduino. Each sensor was placed at a height of 0.82 m; 0.70 m; 0.62 m; 0.39 m; 0.30 m; and 0.20m. Objects were dropped and detected by seven sensors. Furthermore, the time for each sensor was displayed on the Arduino serial monitor. The data of times were copied to ms. Excel and the graph the relationship between height and time was drawn. Ten experiments were carried out for four test objects and it was found that the acceleration was 9.88 m/s^2 .

Keywords: Free fall motion, *infrared obstacle avoidance sensor*, ms. Excel

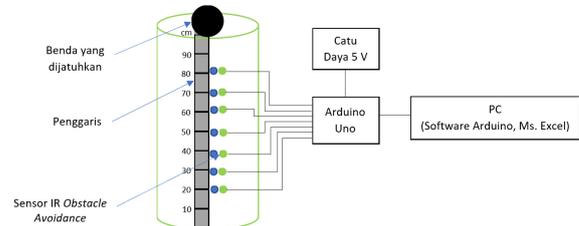
Pendahuluan

Gerak jatuh bebas merupakan salah satu topik yang diajarkan pada mata pelajaran fisika di sekolah menengah atas mata kuliah fisika di perguruan tinggi. Gerak jatuh bebas merupakan salah satu contoh gerak lurus berubah beraturan di mana percepatan dari gerak jatuh bebas dipengaruhi oleh percepatan gravitasi bumi. Penelitian mengenai gerak jatuh bebas ini telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, yaitu pembuatan modul praktikum gerak jatuh bebas menggunakan sensor *phototransistor* yang digunakan untuk pembelajaran Fisika pada materi gerak jatuh bebas. Pada penelitian ini, peneliti meletakkan sensor *phototransistor* pada ketinggian 40 cm, 50 cm dan 70 cm. Setelah itu, waktu yang dibutuhkan untuk masing-masing ketinggian tersebut diukur dan dibandingkan dengan waktu yang dibutuhkan secara perhitungan teori [1]. Peneliti selanjutnya membuat suatu aplikasi sensor *infrared* dan Arduino untuk peraga pada gerak jatuh bebas. Pada penelitian tersebut, peneliti menggunakan sensor IR *obstacle* untuk mendapatkan waktu tempuh sehingga mendapatkan nilai kecepatan benda dan percepatan gravitasi. Program PLX DAQ v2 digunakan untuk melakukan akuisisi data dan data ditampilkan menggunakan Microsoft Excel [2]. Selain itu, peneliti lainnya membuat suatu rancang bangun alat peraga praktikum jatuh bebas dengan menggunakan LED dan sensor fotodioda. Gerak jatuh bebas ditampilkan dalam bentuk grafik: ketinggian terhadap waktu dan kecepatan terhadap waktu. Dengan menggunakan metode regresi non-linear polinomial orde dua, didapatkan ketinggian awal, kecepatan awal, dan percepatan gravitasi [3]. Ada beberapa penelitian lainnya mengenai pengukuran gravitasi bumi pada gerak jatuh bebas ini, yaitu model pengukuran percepatan gravitasi bumi dengan prinsip gerak jatuh bebas [4], perancangan alat praktikum untuk menentukan waktu dan kecepatan secara otomatis berbasis Arduino pada gerak jatuh bebas [5]. Pada penelitian ini, penulis membuat suatu modul praktikum gerak jatuh bebas agar dapat digunakan oleh siswa atau mahasiswa pada pembelajaran fisika. Waktu dari setiap sensor ditampilkan di serial monitor Arduino dan dipindahkan ke ms. excel untuk dibuat grafik hubungan antara ketinggian dan waktu. Dari grafik tersebut, percepatan dapat ditentukan.

Metode Penelitian

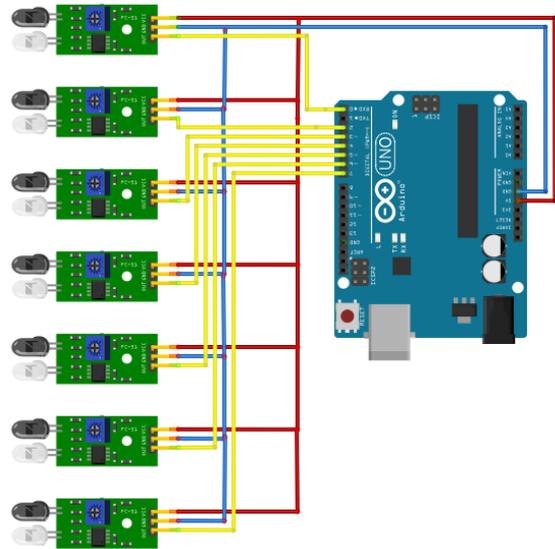
A. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras (*hardware*) terdiri dari lima sensor IR *obstacle*, Arduino Uno, dan PC yang sudah terinstall program Arduino. Blok diagram perangkat keras dari sistem ini ditunjukkan oleh gambar 1.



Gambar 1. Rancangan modul praktikum gerak jatuh bebas

Desain elektrikal dari modul praktikum ini ditunjukkan oleh gambar 2.

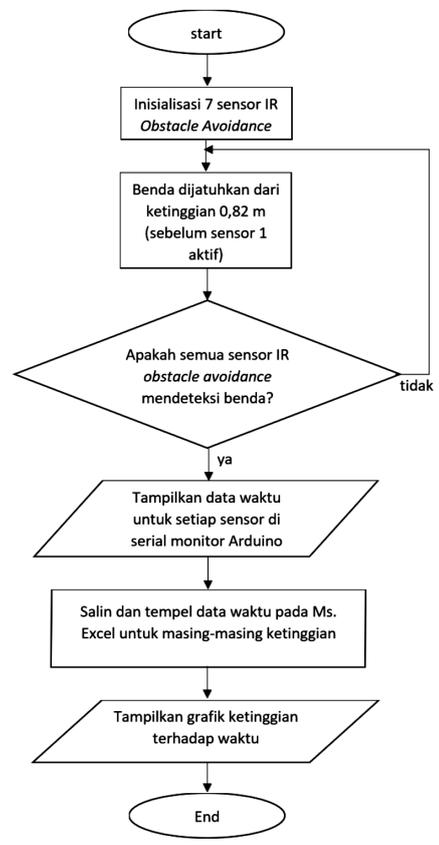


Dari desain elektrikal, terlihat bahwa sensor IR *obstacle* dihubungkan ke Arduino Uno, di mana data keluaran dari sensor tersebut dihubungkan ke kaki digital Arduino Uno.

B. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak (*software*) menggunakan software Arduino yang berfungsi untuk mencatat waktu dalam mikrodetik ketika benda melewati sensor IR *obstacle*. Waktu melewati sensor pertama ditetapkan sebagai waktu awal sehingga semua waktu yang tercatat dikurangi dengan waktu melewati sensor pertama. Data tersebut ditampilkan pada serial monitor Arduino dan disalin pada software Ms. Excel yang telah disediakan. Kemudian grafik hubungan ketinggian terhadap waktu dibuat untuk

menentukan nilai percepatan yang dialami oleh benda. Diagram alir dari *software* ini ditunjukkan oleh gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir gerak jatuh bebas

Hasil dan Diskusi

Perangkat keras modul praktikum ini ditunjukkan oleh gambar 4.



Gambar 4. Perangkat keras modul praktikum gerak jatuh bebas

Percobaan dilakukan dengan menggunakan empat benda uji. Spesifikasi dari benda uji yang digunakan ditunjukkan oleh tabel 1.

Tabel 1. Jenis benda uji

Spesifikasi	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3	Benda Uji 4
Jenis	Bola tenis meja	Bola tenis meja diisi pasir	Balok dari plastik	Balok dari kayu
Massa (g)	2,61	36,45	7,03	5,66
Dimensi	Jari-jari 1,99 cm	Jari-jari 1,99 cm	2,03 x 2,03 x 2,00 cm	2,03 x 2,03 x 2,00 cm

Dari tabel 1 dapat terlihat bahwa ada empat benda jenis yang mempunyai dua dimensi yang berbeda yaitu bola dan kubus dengan massa yang berbeda. Untuk masing-masing benda, percobaan dilakukan sebanyak 10 kali. Data waktu yang tampil pada serial monitor Arduino disalin ke ms. Excel. Data hasil percobaan menggunakan benda uji 1 ditunjukkan oleh tabel 1.

Tabel 2. Data waktu benda uji 1 untuk masing-masing ketinggian

Ketinggian (m)	0,82	0,70	0,62	0,5	0,39	0,30	0,20
	0	0,13	0,18	0,23	0,27	0,30	0,33
	0	0,11	0,17	0,22	0,26	0,29	0,33
	0	0,13	0,18	0,23	0,27	0,30	0,33
	0	0,13	0,19	0,24	0,28	0,31	0,34
Waktu (s) pada percobaan ke-	0	0,12	0,18	0,22	0,27	0,30	0,33
	0	0,12	0,17	0,22	0,26	0,30	0,33
	0	0,13	0,18	0,23	0,27	0,30	0,34
	0	0,12	0,18	0,22	0,27	0,30	0,33
	0	0,13	0,18	0,23	0,27	0,31	0,34
	0	0,13	0,19	0,24	0,28	0,31	0,34
Waktu rata-rata (s)	0,00	0,13	0,18	0,23	0,27	0,30	0,33
Waktu maksimum (s)	0,00	0,13	0,19	0,24	0,28	0,31	0,34
Waktu minimum (s)	0,00	0,11	0,17	0,22	0,26	0,29	0,33

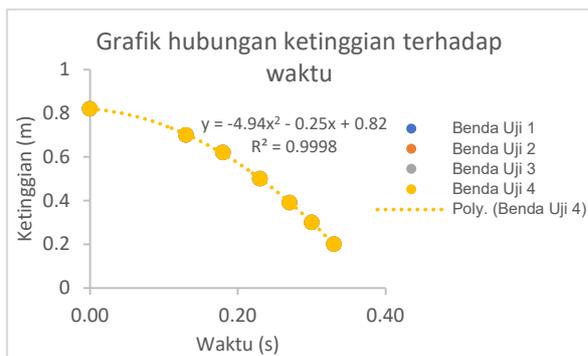
Percobaan yang sama dilakukan untuk benda uji 2 sampai benda uji 4. Waktu rata-rata, waktu maksimum, dan waktu minimum untuk masing-masing ketinggian untuk benda uji 2 sampai benda uji 4 juga dihitung. Data waktu rata-rata, waktu

maksimum, dan waktu minimum untuk benda uji 1 sampai 4 ditunjukkan oleh tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata waktu untuk masing-masing ketinggian untuk benda uji 1 sampai 4

Benda Uji 1							
Ketinggian (m)	0,82	0,70	0,62	0,50	0,39	0,30	0,20
Waktu rata-rata (s)	0,00	0,13	0,18	0,23	0,27	0,30	0,33
Waktu maksimum (s)	0	0,13	0,19	0,2	0,28	0,31	0,34
Waktu minimum (s)	0	0,11	0,17	0,2	0,26	0,29	0,33
Benda Uji 2							
Ketinggian (m)	0,82	0,70	0,62	0,50	0,39	0,30	0,20
Waktu rata-rata (s)	0,00	0,13	0,18	0,23	0,27	0,30	0,33
Waktu maksimum (s)	0,00	0,17	0,22	0,27	0,31	0,34	0,37
Waktu minimum (s)	0,00	0,11	0,16	0,20	0,24	0,28	0,30
Benda Uji 3							
Ketinggian (m)	0,82	0,70	0,62	0,50	0,39	0,30	0,20
Waktu rata-rata (s)	0,00	0,13	0,18	0,23	0,27	0,30	0,33
Waktu maksimum (s)	0,00	0,13	0,19	0,23	0,27	0,31	0,33
Waktu minimum (s)	0,00	0,12	0,17	0,22	0,26	0,29	0,32
Benda Uji 4							
Ketinggian (m)	0,82	0,70	0,62	0,50	0,39	0,30	0,20
Waktu rata-rata (s)	0,00	0,13	0,18	0,23	0,27	0,30	0,33
Waktu maksimum (s)	0,00	0,14	0,20	0,25	0,29	0,32	0,35
Waktu minimum (s)	0,00	0,11	0,17	0,21	0,25	0,29	0,32

Dari tabel 3, grafik hubungan ketinggian terhadap waktu untuk dibuat seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan ketinggian terhadap waktu

Hubungan ketinggian dengan waktu pada gerak lurus berubah beraturan ditunjukkan dengan persamaan (1).

$$y_t = -\frac{1}{2}gt^2 + v_o t + y_o \quad (1)$$

Dimana:

y_t : ketinggian benda pada waktu tertentu (m)
 g : percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

t : waktu (s)
 v_o : kecepatan awal (m/s)
 y_o : ketinggian pada keadaan awal

Berdasarkan gambar 5 dan persamaan 1, didapatkan bahwa ketinggian awal benda tersebut adalah 0.82 m, percepatan yang dialami oleh benda yang dalam hal ini adalah percepatan gravitasi bumi sebesar $9,88 m/s^2$, dan kecepatan awal 0.25 m/s yang mana hal ini disebabkan saat menjatuhkan bola tidak tepat di posisi sensor pertama sehingga masih ada waktu yang dibutuhkan menuju sensor pertama. Ketika dalam pengambilan data, beberapa kali data waktu tidak keluar karena benda yang jatuh tidak dalam jangkauan sensor sehingga sensor tidak dapat mendeteksi benda tersebut.

Simpulan

Modul gerak jatuh bebas telah dibuat menggunakan sensor IR *obstacle*, Arduino Uno, dan pengolahan datanya menggunakan ms. Excel. Percobaan tersebut dilakukan untuk mendapatkan nilai g , v_o , dan y_o didapatkan dengan membuat grafik pada ms. Excel. Dari 10 percobaan yang dilakukan untuk empat benda uji, didapatkan ketinggian awal 0.82 m, kecepatan awal 0,25 m/s dan percepatan gravitasi bumi $9,88 m/s^2$. Untuk penelitian selanjutnya, ketinggian dapat divariasikan lebih banyak. Selain itu, bentuk geometri benda yang digunakan juga dapat dianalisis terhadap waktu yang dibutuhkan benda pada setiap ketinggian.

Daftar Pustaka

- [1] S. Maiyena, M. Imamora, and F. Ningsih, "Pengembangan Alat Praktikum Gerak Jatuh Bebas Menggunakan Sensor Phototransistor untuk Pembelajaran Fisika pada Materi Gerak Jatuh Bebas," in *Journal of Sainstek*, 2017, pp 54-67.
- [2] N. Qomariyah and R. Wirawan, "Aplikasi Sensor *Infrared* dan Arduino Uno untuk Alat Peraga Sederhana Gerak Jatuh Bebas," in *Prosiding PKM-CSR*, 2018, pp 652-659.
- [3] O. A. Atani, L. A. S. Lapono, and A. C. Louk, "Rancang Bangun Alat Peraga Praktikum Gerak Jatuh Bebas," in *Jurnal Fisika (Fisika Sains dan Aplikasinya)*, 2019, pp 33-39.

- [4] R. Hendrawan, E. Budi, and F. Bakri, "Media Berbasis Arduino: Model Pengukuran Percepatan Gravitasi Bumi dengan Prinsip Gerak Jatuh Bebas," in *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 2019, pp 123-134.
- [5] S. Humairoh, M. Yakob, N. A. Lubis, R. A. Putra, "Perancangan Alat Praktikum Berbasis Arduino untuk Menentukan Waktu dan Kecepatan secara Otomatis pada Gerak Jatuh Bebas," in *Gravitasi Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 2021, pp 23-32.