

## RANCANG BANGUN ALAT UKUR GERAK LURUS BERUBAH BERATURAN (GLBB) PADA BIDANG MIRING BERBASIS ARDUINO

<sup>[1]</sup>Vionanda Sheila Deesera, <sup>[2]</sup>Ilhamsyah, <sup>[3]</sup>Dedi Triyanto

<sup>[1][3]</sup>Jurusan Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura

<sup>[2]</sup>Jurusan Sistem Informasi, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura Pontianak

Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak

Telp./Fax.: (0561) 577963

e-mail:

<sup>[1]</sup>vshedee@student.untan.ac.id, <sup>[2]</sup>ilhamsyah@sisfo.untan.ac.id,

<sup>[3]</sup>dedi.triyanto@siskom.untan.ac.id

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah pengembangan rancang bangun alat ukur fisika gerak lurus berubah beraturan (GLBB) pada bidang miring berbasis arduino yang dapat melakukan pencatatan waktu serta melakukan perhitungan percepatan dan kecepatan secara otomatis. Penelitian alat ukur ini menerapkan beberapa komponen yaitu arduino sebagai pengendali utama, 6 buah sensor photodiode dan diode laser sebagai pendeteksi benda yang dipasangkan di lintasan bidang miring. Berdasarkan hasil perhitungan standar deviasi terhadap percepatan maka diperoleh nilai pada sudut  $5^\circ$  sebesar  $0,07 \text{ m/s}^2$ , sudut  $10^\circ$  sebesar  $0,14 \text{ m/s}^2$ , sudut  $15^\circ$  sebesar  $0,26 \text{ m/s}^2$ , sudut  $20^\circ$  sebesar  $0,53 \text{ m/s}^2$ , sudut  $25^\circ$  sebesar  $0,44 \text{ m/s}^2$  dan sudut  $30^\circ$  sebesar  $0,37 \text{ m/s}^2$ . Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh standar deviasi maka menunjukkan bahwa alat ukur ini berhasil melakukan pengukuran percepatan data yang tidak banyak tersebar. Berdasarkan pengujian tersebut juga alat ukur GLBB ini berhasil melakukan pencatatan waktu tempuh, perhitungan pada percepatan, kecepatan benda secara otomatis serta memiliki tampilan grafik jarak terhadap waktu pada aplikasi antarmuka.

**Kata kunci:** Fisika, GLBB, Arduino, Sensor Photodiode, Aplikasi Antarmuka

### 1. PENDAHULUAN

Dalam belajar fisika dibutuhkan teori dan praktikum yang baik agar siswa dapat dengan mudah memahami pelajaran yang disampaikan. Tetapi dalam menyampaikan materi fisika di sekolah, terdapat hambatan yaitu banyak teori yang disampaikan membuat siswa kurang paham dengan pelajaran tersebut. Berdasarkan permasalahan tersebut dibutuhkan sebuah inovasi agar siswa tertarik belajar ilmu fisika. Salah satu upaya yang bisa dikembangkan adalah inovasi pada alat praktikum fisika. Pemanfaatan dari pengembangan alat praktikum ini adalah siswa dapat tertarik dalam memahami materi fisika dan mendapatkan hasil pengukuran yang baik.

Salah satu materi pelajaran fisika adalah gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Ilmu fisika yang mempelajari suatu gerak benda yang memiliki besaran

kecepatan dan percepatan. GLBB terjadi apabila ada suatu benda yang bergerak pada lintasan lurus dengan kecepatan yang berubah secara teratur setiap sekonnya[1]. Pada pencatatan GLBB di bidang miring dibutuhkan pencatatan waktu yang tepat dan akurat. Salah satu alat yang dapat membantu proses pencatatan waktu adalah *stopwatch*. Tetapi hasil dari pencatatan waktu menggunakan *stopwatch* masih kurang akurat. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah alat ukur GLBB yang dapat mencatat waktu serta dapat menampilkan grafik jarak dan waktu dengan baik. Jadi harapan pada alat ukur ini adalah dapat dikurangi kesalahan dalam pencatatan waktu.

Adapun dari penelitian sebelumnya adalah rancang bangun sistem pengukuran perubahan GLBB menggunakan mikrokontroler. Pada penelitian ini pengukuran dilakukan dengan *Infrared* sebagai sumber cahaya dan foto transistor

sebagai sensor[2]. Pada tahun berikutnya terdapat penelitian lain yaitu merancang simulator GLBB berbasis mikrokontroler ATmega 8535. Penggunaan sensor *Infrared* sebagai pendeteksi benda dan dapat memproses pencatatan yaitu berupa kecepatan, percepatan dan grafik[3].

Berdasarkan latar belakang dilakukan penelitian berjudul Rancang Bangun Alat Ukur Fisika GLBB. Pada Bidang Miring Berbasis Arduino. Arduino dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga kompleks. Pada perancangan ini terdapat Sensor Photodiode yaitu sensor yang difungsikan sebagai pemicu waktu pada arduino dan aplikasi yang ditampilkan dapat menunjukkan catatan waktu dan hasil pencatatan percepatan dan kecepatan GLBB serta grafik jarak pada waktu menggunakan aplikasi antarmuka.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Gerak

Benda dikatakan bergerak jika kedudukannya berubah terhadap suatu titik acuan pada selang waktu tertentu. Benda dikatakan bergerak lurus jika lintasan yang ditempuh berupa garis lurus. Beberapa besaran yang berkaitan dengan gerak lurus antara lain: jarak dan perpindahan; kelajuan dan kecepatan; percepatan. Berdasarkan kecepatannya, gerak lurus dibedakan menjadi dua, yaitu gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan[4].

### 2.2 Gerak Lurus Beraturan

Gerak lurus beraturan adalah gerak suatu benda yang lintasannya berupa garis lurus dan besar kecepatannya setiap saat selalu sama atau tetap. Gerak benda dapat dibedakan menurut keadaan benda dan lintasan yang dilalui benda[4].

### 2.3 Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Gerak lurus berubah beraturan adalah gerak lurus yang menempuh lintasan lurus yang kecepatannya mengalami perubahan yang sama setiap detiknya. Kecepatan benda pada gerak lurus berubah beraturan dapat bertambah atau berkurang sehingga dikenal

pula gerak lurus berubah beraturan dipercepat dan diperlambat[4].

Suatu benda dikatakan melakukan GLBB jika percepatannya selalu konstan. Percepatan merupakan besaran vektor (besaran yang mempunyai besar dan arah). Percepatan konstan berarti besar dan arah percepatan selalu konstan setiap saat. Berdasarkan penjelasan sebelumnya, telah disebutkan bahwa dalam GLBB, percepatan benda tetap atau konstan alias tidak berubah. Ketika percepatan benda tetap sejak awal benda tersebut bergerak, maka dapat dikatakan bahwa percepatan sesaat dan percepatan rata – rata sama. Terdapat beberapa persamaan yang menghubungkan posisi, kecepatan, percepatan dan waktu, jika percepatan (a) konstan, antara lain:

$$V_t = V_0 + a t \quad (1)$$

$$X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (2)$$

Keterangan :

a = Percepatan (m/s<sup>2</sup>)

V<sub>0</sub> = Kecepatan Awal (m/s)

V<sub>t</sub> = Kecepatan Akhir (m/s)

t = Selang Waktu (s)

x = Jarak (m)

### 2.4 Sensor Photodiode

Penelitian ini menggunakan sensor photodiode yang merupakan dioda yang peka terhadap intensitas cahaya. Photodiode digunakan sebagai penangkap gelombang cahaya yang dipancarkan oleh inframerah. Besarnya tegangan atau arus listrik yang dihasilkan oleh photodiode tergantung besar kecilnya radiasi yang dipancarkan oleh inframerah. Cara kerja dioda laser hampir sama dengan lampu LED yaitu energi listrik yang dapat dikonversi menjadi cahaya, namun dioda laser dapat menghasilkan sinar/cahaya dengan intensitas yang lebih tinggi. Terdapat 2 jenis berdasarkan cara kerja dioda laser ini yaitu Injection Laser Diode (ILD) dan Optically Pumped Semiconductor Laser. Dalam kehidupan sehari – hari perangkat yang menggunakan dioda laser yaitu ada cd/vcd/dvd/Blu-ray Player, konsol games, laser pointer, barcode scanner, remote control dan lain – lain



Gambar 1. Photodiode

### 2.5 Dioda Laser

Komponen dioda biasa digunakan sebagai penyearah arus karena sifatnya yang hanya melewatkan arus secara searah dan menahan arus dari arah sebaliknya[5]. Pada penelitian ini menggunakan salah satu jenis dioda yaitu dioda laser. Dioda laser adalah komponen semikonduktor yang dapat menghasilkan radiasi koheren yang dapat dilihat oleh mata atau dalam bentuk spektrum infra merah ketika dialiri arus listrik. Radiasi koheren di sini adalah radiasi dimana semua gelombang berasal dari satu sumber dan berada pada frekuensi dan fasa yang sama.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

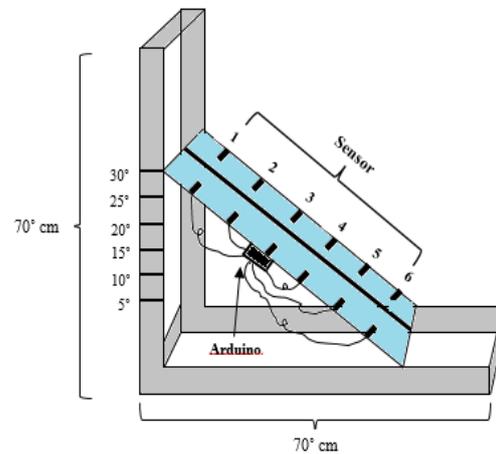
Penelitian ini menggunakan metodologi penelitian yang mencakup studi pustaka, rancang bangun yang dibuat mengacu pada referensi yang telah ada dan kemudian dilakukan pengembangan lebih lanjut. Kemudian dilakukan analisa kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan dalam pembuatan rancang bangun alat ukur fisika gerak lurus berubah beraturan pada bidang miring berbasis arduino. Tahap selanjutnya adalah perancangan sistem yaitu merancang sistem berdasarkan diagram blok yang sudah dibuat, mulai dari pembuatan alat, pembuatan program untuk menghubungkan arduino ke PC, hingga pembuatan aplikasi antarmuka pada alat ukur fisika. Kemudian dilakukan tahap integrasi dan pengujian terhadap perangkat keras dan perangkat lunak. Tahap yang terakhir adalah tahap analisis untuk menganalisa hasil pengujian sistem, apakah sistem yang dibuat tersebut telah sesuai dengan apa yang diharapkan serta dilakukan analisa terhadap kelebihan dan kekurangan alat, apakah alat sudah sesuai dengan perancangan awal.

### 4. PERANCANGAN SISTEM

Tahap perancangan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi tahap pembuatan diagram blok pada perancangan Alat Ukur GLBB, perancangan perangkat keras sistem, perancangan perangkat lunak serta tahap perancangan perangkat lunak.

#### 4.1 Perancangan Alat Ukur Gerak Lurus Berubah Beraturan

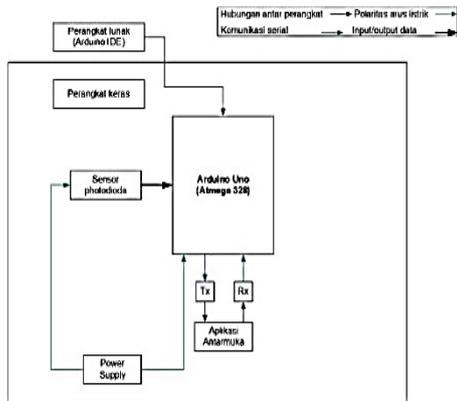
Rancangan rangka alat ukur GLBB yang berukuran tinggi 70 cm, lebar 70 cm dan bidang miring yang berukuran 50 cm. Berikut Gambar 2 merupakan rancangan alat ukur gerak lurus berubah beraturan



Gambar 2. Rancangan alat ukur gerak lurus berubah beraturan

#### 4.2 Diagram Blok Perancangan Keras Sistem

Berdasarkan gambar 3 dapat diketahui bahwa penelitian ini menggunakan Arduino sebagai pengendali utama sistem yang menerima keluaran dari sensor photodiode. Sensor photodiode berfungsi sebagai *sense* (penginderaan) untuk pemacu waktu pada Arduino. Pada sensor photodiode 1 Arduino akan mendapat masukan untuk mulai menghitung waktu, setelah itu Arduino akan menghitung nilai percepatan, kecepatan dan waktu tempuh benda saat melewati sensor photodiode 2 sampai ke sensor photodiode 6. Nilai-nilai akan dikirimkan secara serial ke komputer dan ditampilkan pada Visual Basic sebagai antarmuka. Arduino mendapatkan masukan tegangan sebesar 5 volt DC.



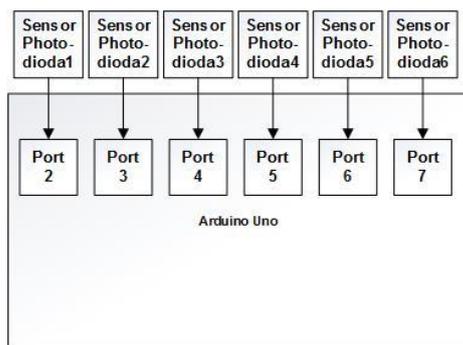
**Gambar 3.** Diagram Blok Perancangan Perangkat Sistem

### 4.3 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dibutuhkan dalam proses pembuatan suatu alat. Hal ini dilakukan agar dapat merancang sesuai prinsip kerja alat dengan baik. Perancangan perangkat keras dibuat dengan merancang rangkaian komponen elektronika serta dibutuhkan pemilihan komponen - komponen yang tepat agar dapat mendukung proses pembuatan alat

#### a. Perancangan Arduino Uno dan Sensor Photodiode

Gambar 4 merupakan Perancangan Arduino Uno dan Sensor Photodiode.



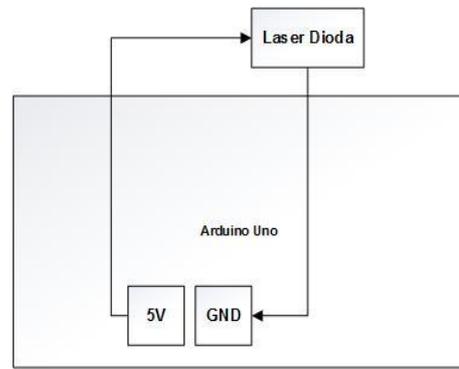
**Gambar 4.** Perancangan Arduino Uno dan Sensor Photodiode

Penelitian mengenai rancang bangun alat ukur fisika GLBB pada bidang miring ini menggunakan sebuah perangkat Arduino yang memiliki mikrokontroler jenis ATmega 328. Sumber tegangan yang digunakan sebesar 5 Volt. Dalam

perancangan ini, Sensor Photodiode terhubung dengan Port 2 Arduino sampai Port 7 Arduino. Sensor Photodiode 1 berfungsi sebagai pemicu (*trigger*) pencatatan waktu otomatis di Arduino Uno.

#### b. Perancangan Arduino Uno dan Dioda Laser

Arduino Uno dihubungkan ke Dioda Laser agar mendapatkan sinyal tegangan sebesar 5V. Penelitian ini menggunakan Dioda Laser karena dapat mengkonversi energi listrik menjadi energi cahaya dan juga dapat menghasilkan sinar/cahaya dengan intensitas yang lebih tinggi. Berikut gambar 5 merupakan perancangan perangkat keras Arduino Uno dan Dioda Laser



**Gambar 5.** Perancangan perangkat keras Arduino Uno dan Dioda Laser

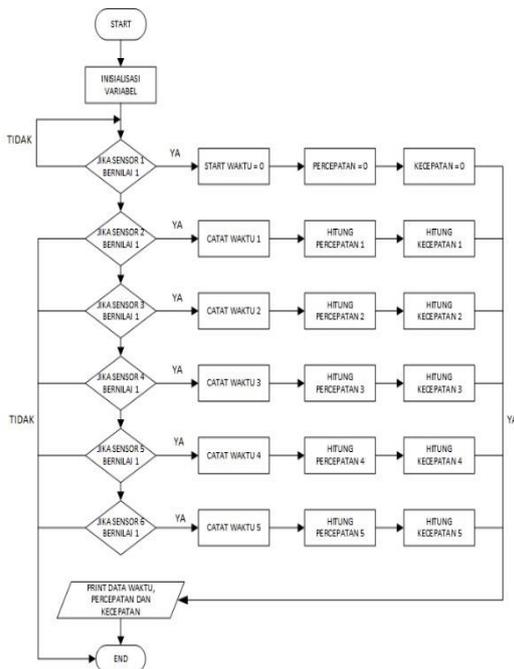
### 4.4 Perancangan Perangkat Lunak

Pada penelitian ini dilakukan perancangan perangkat lunak pemrograman yang kemudian akan diintegrasikan menjadi sebuah sistem dengan perangkat keras yang telah di rancang sebelumnya.

#### a. Perancangan Sistem

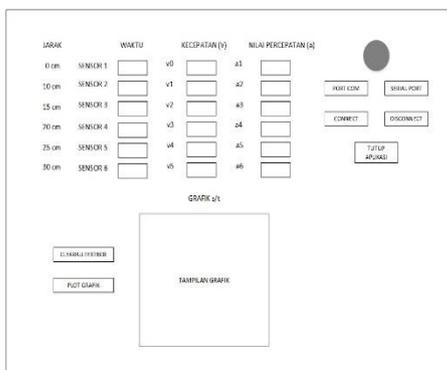
Program dimulai pada saat alat dihidupkan. Proses pertama yang dilakukan adalah inialisasi terhadap variabel. Setelah dilakukan inialisasi maka ketika *sensor photodiode 1* terhalang oleh benda maka sensor akan mengeluarkan sinyal yang akan di terima oleh mikrokontroler. *Sensor Photodiode 1* berfungsi sebagai pemicu waktu maka waktu tempuh awal, percepatan dan kecepatan bernilai nol. Ketika sensor 1 bekerja dengan baik maka *Timer* akan diaktifkan oleh mikrokontroler. Kemudian

bola akan melaju ke arah *Sensor Photodioda* 2 dan seterusnya, jika sensor - sensor bekerja dengan baik maka *timer* akan berhenti dan mulai menghitung. Perhitungan nilai kecepatan menggunakan rumus  $\text{percepatan} \times \text{waktu}$ . Mikrokontroler bekerja untuk melakukan perhitungan nilai percepatan, kecepatan dan pencatatan waktu. Hasil pencatatan waktu dan perhitungan pada percepatan, kecepatan bola akan ditampilkan di aplikasi antarmuka serta tampilan grafik.



Gambar 6. Diagram Alir Sistem

**b. Perancangan Antarmuka (Interface)**  
Antarmuka merupakan perangkat Lunak berfungsi untuk menghubungkan pengguna dengan sistem.



Gambar 7. Perancangan Antarmuka

Desain pada aplikasi antarmuka alat ukur GLBB pada bidang miring berbasis Arduino ini menggunakan aplikasi Visual Basic 2006. Visual Basic merupakan salah satu bahasa pemrograman komputer yang mendukung objek. Gambar 7. Merupakan rancangan aplikasi antarmuka rancang bangun alat ukur fisika GLBB berbasis Arduino.

Keterangan:

1. *Port Com* : Berupa pilihan *Port Com* untuk koneksi antara alat dan komputer.
2. *Serial Port* : Berupa pilihan *Serial Port* yang digunakan pada perangkat.
3. *Connect* : Berupa pilihan tombol untuk mengkoneksikan aplikasi.
4. *Disconnect* : Berupa pilihan tombol untuk memutuskan aplikasi.
5. *Tutup aplikasi* : Berupa tombol untuk menutup aplikasi.
6. *Plot grafik* : Berupa tombol untuk menampilkan grafik.
7. *Tampilan grafik* : Berupa tampilan grafik dari hasil data perhitungan.
8. *Clear All Text Box* : Berupa tombol untuk membersihkan seluruh isi tampilan data di *Text Box*.
9. *Jarak* : Berupa tampilan nilai – nilai jarak di setiap data.
10. *Waktu* : Berupa tampilan hasil data waktu dari setiap sensor.
11. *Kecepatan* : Berupa tampilan hasil dari data kecepatan setiap sensor.
12. *Percepatan* : Berupa tampilan hasil dari data percepatan setiap sensor.

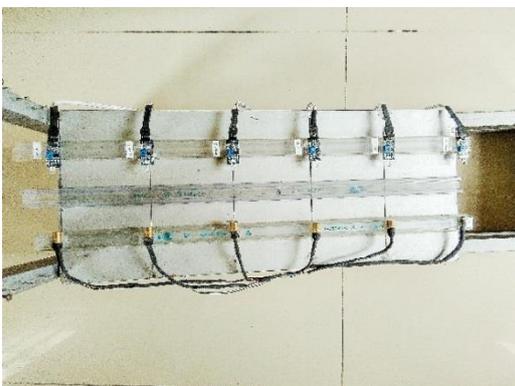
## 5. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

### 5.1. Implementasi Perancangan Perangkat Keras

Hasil dari penerapan rancangan alat ukur GLBB pada Gambar 2 dan diagram blok pada Gambar 3 adalah sebuah perancangan perangkat keras alat ukur GLBB pada bidang miring berbasis arduino. Implementasi perancangan alat ukur ini dapat dilihat pada gambar 8 dan Gambar 9 merupakan gambar keseluruhan alat dari tampak samping dan tampak atas.

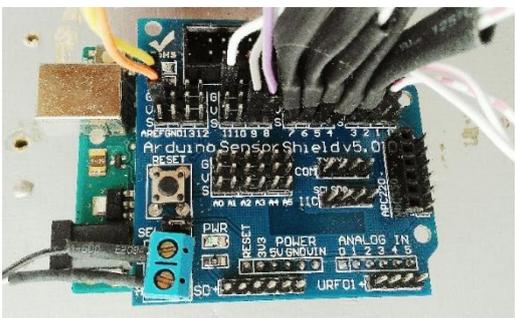


**Gambar 8.** Implementasi Perangkat Keras (Tampak Samping)



**Gambar 9.** Implementasi Perangkat Keras (Tampak Atas)

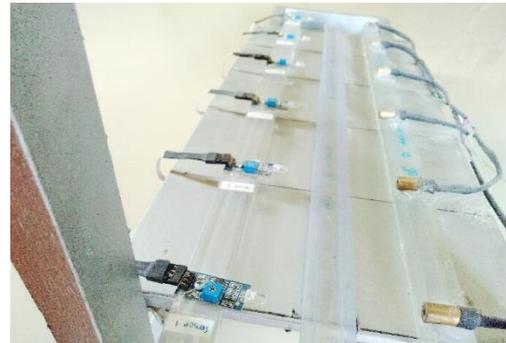
Gambar 10 merupakan gambar dari rangkaian papan Arduino Uno yang telah terpasang di bawah lintasan bidang miring. Gambar menunjukkan sensor photodiode dan dioda laser yang telah terhubung di Arduino Uno.



**Gambar 10.** Rangkaian papan Arduino Uno

Gambar 11 menunjukkan tata letak sensor photodiode dan dioda laser. Sensor Photodiode terpasang di atas lintasan miring. Terdapat 6 buah Sensor Photodiode dan Dioda Laser yang saling berhadapan. Diatas

bidang miring di pasang 2 tempat untuk Sensor Photodiode dan Dioda Laser agar presisi, sedangkan di tengah di pasang tempat khusus untuk lintasan benda. Tujuan di pasang lintasan plastik tersebut adalah agar benda bisa bergerak menggelinding lurus secara teratur pada bidang miring.



**Gambar 11.** Letak Sensor Photodiode

Berdasarkan kode program agar alat dapat menampilkan pencatatan waktu maka pada arduino digunakan fungsi `Micros()`. `Micros()` berfungsi sebagai *timer* internal saat arduino mulai aktif dan akan terus menghitung sampai 70 jam. Satuan dari `Micros()` adalah mikro detik.



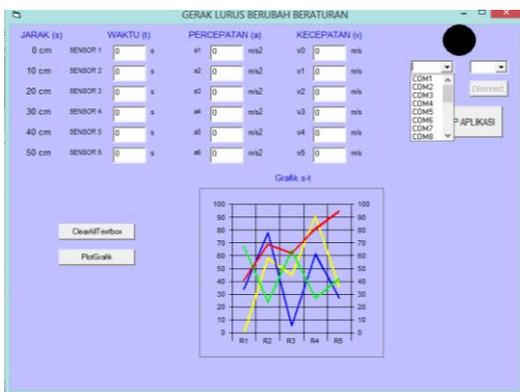
**Gambar 12.** Tata Letak Dioda Laser

Gambar 12 merupakan gambar dari dioda laser. Dioda laser berfungsi sebagai pengirim cahaya inframerah ke sensor photodiode. Dioda laser dapat mengkonversi energi listrik menjadi energi cahaya dan dapat menghasilkan sinar cahaya atau beam dengan intensitas yang lebih tinggi. Untuk melihat sensor photodiode telah aktif dan bisa mendeteksi pergerakan benda, maka perlu mengaktifkan serial monitor dan *software* Arduino IDE. Serial monitor berfungsi untuk memantau semua keluaran dari papan arduino yang dikirimkan oleh

Port serial. Hal ini perlu dilakukan karena untuk pengecekan sebelum membuka aplikasi antarmuka. Rangka bidang miring di rancang menggunakan kayu yang di ukur sesuai kebutuhan.

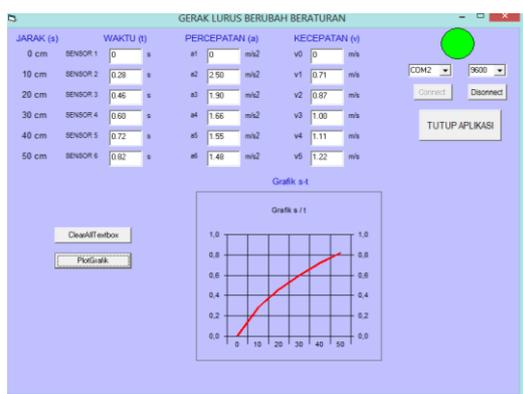
### 5.2 Implementasi Perancangan Antarmuka Untuk Sistem Rancang Bangun Alat Ukur Fisika Gerak Lurus Berubah Beraturan pada Bidang Miring berbasis Arduino.

Hasil dari perancangan antarmuka pada rancangan bangun alat ukur GLBB pada bidang miring ini yang berbasis Arduino dapat dilihat pada gambar 13 yang merupakan tampilan awal aplikasi antarmuka alat ukur GLBB.



Gambar 13. Tampilan Aplikasi Antarmuka

Gambar 14 merupakan tampilan aplikasi pada saat data terkoneksi dan berhasil melakukan pengambilan data.



Gambar 14. Tampilan Terkoneksi dan Berhasil Melakukan Pengambilan Data Aplikasi antarmuka menampilkan hasil pencatatan. Terdapat tampilan jarak, waktu di setiap sensor, hasil nilai percepatan, kecepatan dan tampilan grafik jarak – waktu.

### 5.3 Pengujian Alat Ukur Fisika GLBB Pada Bidang Miring

#### a. Pengujian Terhadap Pencatatan Waktu Secara Otomatis

Setelah melakukan proses pengambilan data, benda bergerak secara menggelinding di bidang miring. Sensor photodiode berfungsi sebagai pendeteksi gerak benda dan mengirimkan sinyal ke arduino, agar sistem arduino melakukan pencatatan waktu. Data dapat diambil yakni berupa pencatatan waktu tempuh setiap jarak terhadap sudut 5°, 10°, 15°, 20°, 25° dan 30°. Dibawah ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tabel pengujian terhadap pencatatan waktu secara otomatis

| Sudut° | Waktu Sensor 1 (s) ( Jarak 0 m) | Waktu Sensor 2 (s) ( Jarak 0,1 m) | Waktu Sensor 3 (s) ( Jarak 0,2 m) | Waktu Sensor 4 (s) (Jarak 0,3 m) | Waktu Sensor 5 (s) (Jarak 0,4 m) | Waktu Sensor 6 (s) ( Jarak 0,5 m) |
|--------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 5°     | 0                               | 0,34                              | 0,56                              | 0,73                             | 0,88                             | 1,00                              |
| 10°    | 0                               | 0,26                              | 0,42                              | 0,54                             | 0,64                             | 0,73                              |
| 15°    | 0                               | 0,28                              | 0,41                              | 0,50                             | 0,59                             | 0,66                              |
| 20°    | 0                               | 0,18                              | 0,28                              | 0,37                             | 0,44                             | 0,50                              |
| 25°    | 0                               | 0,17                              | 0,27                              | 0,35                             | 0,41                             | 0,47                              |
| 30°    | 0                               | 0,16                              | 0,25                              | 0,32                             | 0,38                             | 0,44                              |

Berdasarkan tabel 1. menunjukkan hasil data pengujian terhadap pencatatan waktu secara otomatis di setiap sudut. Hasil pengujian terhadap waktu sensor 1 di setiap sudut menghasilkan pencatatan waktu 0 s hal tersebut dikarenakan sensor 1 sebagai pemicu *timer* pada mikrokontroler. Pengujian pertama dilakukan pada sudut 5° dapat dilihat pada sensor 2 untuk jarak 0 m ke 0,1 m menghasilkan pencatatan waktu 0,34 s. Dilanjutkan sampai ke sensor 6 dengan jarak 0,5 m menghasilkan pencatatan waktu 1,00 s. Jika dibandingkan dengan sudut terbesar 30° nilai hasil pencatatan waktu secara otomatis lebih kecil pada sensor 2 untuk jarak 0 m ke 0,1 m menghasilkan nilai waktu 0,16 s. Dilanjutkan sampai ke sensor 6 dengan jarak 0,5 m menghasilkan nilai waktu 0,44 s bahwa dapat dilihat ketika bidang miring di posisi sudut terbesar maka suatu benda yang

menggelinding akan lebih cepat di banding bidang yang miring di posisi sudut terendah.

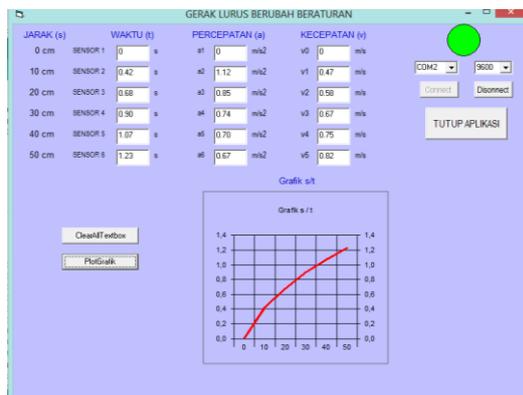
Maka, oleh karena itu dapat di lihat bahwa semakin miring lintasan semakin cepat pencatatan waktu yang di tempuh oleh benda dan rancangan alat ukur fisika gerak lurus berubah beraturan ini dapat melakukan pencatatan waktu dengan dengan baik.

**b. Pengujian Terhadap Hasil Perhitungan Nilai Percepatan, Kecepatan Dapat di Aplikasi Antarmuka.**

Pengujian pengambilan data dilakukan di setiap sudut yang telah ditentukan. Pengolahan data dilakukan oleh mikrokontroler di Arduino Uno. Berikut hasil pengujian terhadap perhitungan nilai hasil percepatan, kecepatan dengan tampilan antarmuka dari Visual Basic. Gambar 15 merupakan gambar saat pengujian terhadap alat ukur fisika GLBB pada bidang miring di sudut 5°.



**Gambar 15.** Bidang Miring di Sudut 5°



**Gambar 16.** Hasil Pengujian terhadap Sudut 5°

Gambar 16 merupakan hasil pengujian terhadap program pengambilan hasil

perhitungan data percepatan dan kecepatan di sudut 5°. Dari gambar 16 dapat dilihat hasil pengujian ketika benda menggelinding di bidang miring didapatkan hasil perhitungan dari Arduino Uno dan ditampilkan di Aplikasi antarmuka.

**c. Pengujian Perhitungan Standar Deviasi terhadap nilai percepatan.**

Berdasarkan hasil pengujian terhadap perhitungan hasil nilai percepatan dan kecepatan yang ditampilkan di aplikasi antarmuka pada setiap sudut, maka perlu diuji nilai standari deviasi pada percepatan. Pengujian bertujuan untuk melihat hasil apakah sesuai dengan teori GLBB yaitu memiliki percepatan dengan konstan. Persamaan rumus standar deviasi sebagai berikut:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3)$$

Keterangan:

s = Standar Deviasi atau simpangan baku

$x_i$  = Nilai percepatan

$\bar{x}$  = Rata – rata nilai percepatan

n = Jumlah nilai data percepatan

Pengujian pada alat ukur GLBB ini terdiri dari pengambilan nilai waktu tempuh, dilakukan perhitungan percepatan dan kecepatan secara otomatis. Berikut di bawah ini merupakan bentuk tabel dari hasil pengujian alat ukur pada sudut 5°.

**Tabel 2.** Hasil pengujian terhadap sudut 5°

| Sensor | Jarak (s) | Waktu (t) | Percepatan (a)        | Kecepatan (v) |
|--------|-----------|-----------|-----------------------|---------------|
| 1      | 0 cm      | 0 s       | 0 m/s <sup>2</sup>    | 0 m/s         |
| 2      | 10 cm     | 0,42 s    | 1,12 m/s <sup>2</sup> | 0,47 m/s      |
| 3      | 20 cm     | 0,68 s    | 0,85 m/s <sup>2</sup> | 0,58 m/s      |
| 4      | 30 cm     | 0,90 s    | 0,74 m/s <sup>2</sup> | 0,67 m/s      |
| 5      | 40 cm     | 1,07 s    | 0,70 m/s <sup>2</sup> | 0,75 m/s      |
| 6      | 50 cm     | 1,23 s    | 0,67 m/s <sup>2</sup> | 0,82 m/s      |

Berdasarkan tabel 2. dapat diuji dengan perhitungan nilai rata – rata dari hasil pengukuran nilai percepatan pada sudut 5° ini. Berikut perhitungan persamaan standar deviasi untuk percepatan pada sudut 5°:

rumus fisika gerak lurus berubah beraturan terhadap sudut  $5^\circ$

**Tabel.3** Data nilai  $x_i$  dan  $\bar{x}$  percepatan pada sudut  $5^\circ$

| No.           | $x_i$       | $x_i - \bar{x}$ | $(x_i - \bar{x})^2$ |
|---------------|-------------|-----------------|---------------------|
| 1.            | 0,85        | 0,17            | 0,0289              |
| 2.            | 0,74        | 0,06            | 0,0036              |
| 3.            | 0,70        | 0,02            | 0,0004              |
| 4.            | 0,67        | -0,01           | 0,0001              |
| <b>Jumlah</b> | <b>2,96</b> |                 | <b>0,0186</b>       |

$$\bar{x} = \frac{\text{Jumlah } x_i}{n} = \frac{2,96}{4} = 0,74$$

$$\sum (x_i - \bar{x})^2 = 0,0186$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,0186}{4-1}} = \sqrt{\frac{0,0186}{3}}$$

$$= \sqrt{0,0062} = 0,07$$

Berdasarkan hasil perhitungan ini dapat diketahui bahwa hasil perhitungan standar deviasi pada pengujian nilai percepatan pada sudut  $5^\circ$  adalah 0,07.

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan proses perancangan, implementasi dan pengujian rancang bangun alat ukur fisika gerak lurus berubah beraturan pada bidang miring berbasis Arduino, maka diperoleh kesimpulan antara lain:

1. Hasil perancangan alat ukur GLBB agar dapat melakukan pencatatan waktu secara otomatis maka digunakan penggunaan Arduino Uno sebagai pengendali utama, fungsi Micros () yang mengaktifkan waktu dan sensor photodiode sebagai pemicu waktu.
2. Hasil pengujian aplikasi dapat ditampilkan di aplikasi antarmuka. Aplikasi dapat menampilkan perhitungan percepatan dan kecepatan secara otomatis serta tampilan grafik jarak terhadap waktu. Berdasarkan hasil standar deviasi maka menunjukkan bahwa alat ukur GLBB ini dapat menghitung nilai percepatan dengan baik di mulai pada jarak 20 cm.
3. Hasil pengujian terhadap kinerja sensor adalah sensor dapat mendeteksi keberadaan benda yang bergerak di bidang miring. Sensor dapat menangkap

pergerakan benda secara akurat dan mengirimkan sinyal ke arduino.

### 6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada rancang bangun alat ukur fisika gerak lurus berubah beraturan berbasis arduino, maka diperoleh saran untuk penelitian lebih lanjut yaitu:

1. Diharapkan dalam pembuatan rangka alat menggunakan bahan yang tepat sehingga bidang miring lebih presisi. Perlunya pemilihan benda yang tepat untuk dapat menghasilkan pengukuran GLBB dengan baik.
2. Diharapkan menggunakan sensor yang memiliki respon tinggi sehingga saat pengambilan data pada benda yang bergerak cepat dapat terbaca dengan akurat.
3. Diharapkan ukuran rancangan bidang miring lebih panjang dari penelitian sebelumnya. Dikarenakan panjang bidang miring mempengaruhi hasil pengukuran waktu tempuh benda beserta percepatan dan kecepatan. Proses benda menggelinding akan lebih stabil jika panjang bidang miring dapat diperbaiki.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Surya, Yohanes dan Panji, Raditya. (2009). *Mahir Fisika Smp/MTs 1,2, dan 3*. Yogyakarta: Kendi Mas Media.
- [2] Suryono, Widodo, C.E. dan Suseno, J.E. (2004). *Rancang Bangun Sistem Pengukuran Perubahan Kecepatan dan Percepatan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) menggunakan Mikrokontroler*. Pengembangan Iptek. Semarang: Undip.
- [3] Prasetya, Ditya. (2013). *Rancang Bangun Perangkat Praktikum Fisika Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) Berbasis Mikrokontroler*. Bandung: Unikom.
- [4] Umar, Efrizon. (2008). *Buku Pintar Fisika*. Jakarta: Media Pusindo.

- [5] Kadir, Abdul. (2015). *Buku Pintar Pemrograman Arduino*. Yogyakarta: Penerbit Mediakom.
- [6] Dinata, Y.M. (2015). *Arduino Itu Mudah*. Jakarta: Penerbit Elex Media Komputindo.
- [7] Kadir, Abdul. (2013). *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya menggunakan Arduino*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [8] Enterprise, J. (2015). *Pemrograman Visual Basic 6*. Jakarta: Penerbit Elex Media Komputindo.