

**PEMBUATAN SISTEM PENGUKURAN BESARAN GERAK LURUS
BERBASIS PERSONAL KOMPUTER MENGGUNAKAN
SENSOR OPTOCOUPLER**

SKRIPSI

*Diajukan Kepada Tim Penguji Tugas Akhir Jurusan Fisika Sebagai Salah Satu
Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



RANI HUMAIRA

NIM. 17505/2010

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2014**

PERSETUJUAN SKRIPSI

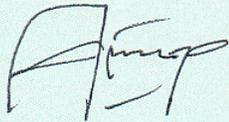
**PEMBUATAN SISTEM PENGUKURAN BESARAN GERAK LURUS
BERBASIS PERSONAL KOMPUTER MENGGUNAKAN
SENSOR OPTOCOUPLER**

Nama : Rani Humaira
NIM : 17505
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 15 Agustus 2014

Disetujui Oleh

Pembimbing I,



Drs. H. Asrizal, M.Si
NIP. 19660603 199203 1 001

Pembimbing II,



Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si
NIP. 19751231 200012 1 001

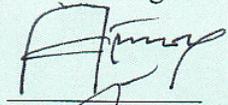
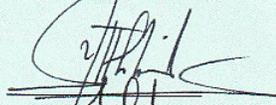
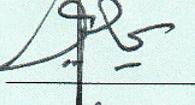
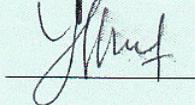
PENGESAHAN

Dinyatakan Lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Fisika Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Judul : Pembuatan Sistem Pengukuran Besaran Gerak Lurus
Berbasis Personal Komputer Menggunakan Sensor
Optocoupler
Nama : Rani Humaira
NIM : 17505
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 15 Agustus 2014

Tim Penguji

Nama		Tanda Tangan
1. Ketua	: Drs. H. Asrizal, M.Si	1. 
2. Sekretaris	: Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si	2. 
3. Anggota	: Drs. Hufri, M.Si	3. 
4. Anggota	: Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si	4. 
5. Anggota	: Yohandri, M.Si, Ph.D	5. 

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 15 Agustus 2014

Yang menyatakan,




Rani Humaira

ABSTRAK

Rani Humaira: Pembuatan Sistem Pengukuran Besaran Gerak Lurus Berbasis Personal Komputer Menggunakan Sensor Optocoupler

Eksperimen merupakan bagian terpenting dari Ilmu Pengetahuan Alam. Gejala-gejala fisis di alam dapat dijelaskan dengan melakukan penyelidikan ilmiah melalui pengamatan dan eksperimen. Eksperimen yang dilakukan harus memiliki ketelitian dan ketepatan yang baik agar diperoleh suatu kesimpulan yang sejalan dengan teori fisika. Eksperimen gerak lurus merupakan salah satu eksperimen yang penting dalam fisika karena gerak lurus merupakan gerak yang paling dasar dipelajari dalam ilmu fisika. Penelitian pembuatan sistem pengukuran besaran gerak lurus yang menghasilkan ketelitian dan ketepatan yang baik perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem pengukuran besaran gerak lurus dengan ketepatan dan ketelitian yang baik dan mampu menampilkan data dan grafik besaran gerak lurus pada personal komputer.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium. Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan pengukuran besaran gerak lurus dengan sistem pengukuran. Teknik pengukuran dan pengumpulan data dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Pengukuran secara langsung dilakukan terhadap pengukuran waktu dan jarak. Pengukuran secara tidak langsung dilakukan untuk menentukan kecepatan, percepatan, ketepatan dan ketelitian dari sistem pengukuran besaran gerak lurus. Data yang diperoleh melalui pengukuran dianalisis melalui dua cara yaitu secara statistik dan grafik.

Berdasarkan analisis data terdapat tiga hasil penting yang dapat dikemukakan. Pertama, hasil desain sistem pengukuran terdiri dari lima buah sensor optocoupler yang terpasang pada tiang sensor dengan jarak antar tiang sensor 50 cm. Tiang sensor disusun sejajar dengan lintasan air track agar peluncur dengan plat tipis yang bergerak di lintasan dapat melewati celah sensor. Data besaran gerak lurus yang diukur antara lain jarak, waktu, kecepatan rata-rata dan percepatan pada tiap titik sensor dan grafik hubungan antara jarak dan waktu, kecepatan rata-rata dan waktu, percepatan dan waktu ditampilkan pada komputer. Kedua, ketepatan sistem pengukuran besaran gerak lurus ini cukup baik untuk kedua jenis pengukuran yang dilakukan, GLB dan GLBB. Untuk pengukuran besaran pada GLB, diperoleh persen ketepatan waktu, kecepatan rata-rata, dan percepatan secara berturut-turut 99,70 %, 99,91 %, dan 100 %. Untuk pengukuran besaran pada GLBB, diperoleh persen ketepatan waktu, kecepatan rata-rata, dan percepatan secara berturut-turut 99,82 %, 88,14 %, dan 98,47 %. Ketiga, ketelitian sistem pengukuran ini terbilang cukup baik. Rata-rata ketelitian waktu, kecepatan rata-rata dan percepatan pada GLB berturut-turut 98,07 %, 93,49 %, dan 82,12 %. Rata-rata ketelitian waktu, kecepatan rata-rata dan percepatan pada GLBB berturut-turut 97,05 %, 98,22 %, dan 90,04 %.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, dengan petunjuk, rahmat, karunia dan izin Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Judul dari skripsi ini adalah “**Pembuatan Sistem Pengukuran Besaran Gerak Lurus Berbasis Personal Komputer Menggunakan Sensor Optocouper.**” Tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

Pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. H. Asrizal, M.Si sebagai Pembimbing I atas bantuannya memberikan bimbingan, arahan dan saran dalam perencanaan, pelaksanaan hingga penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Zuhendri Kamus, S.Pd, M.Si sebagai Pembimbing II atas bantuannya memberikan bimbingan, arahan dan saran dalam perencanaan, pelaksanaan hingga penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Drs. Hufri, M.Si, Bapak Dr. Yulkifli, M.Si, dan Bapak Yohandri S.Si, M.Si, Ph.D sebagai dosen penguji atas kritik dan saran yang diberikan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Drs. H. Asrul, MA sebagai Penasehat Akademis yang selalu memberikan motivasi dan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.

5. Bapak Drs. Akmam, M.Si sebagai Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNP
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika FMIPA UNP.
7. Staf administrasi dan Laboran di Laboratorium Fisika FMIPA UNP.
8. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari tidak ada gading yang tidak retak, skripsi ini memiliki kekurangan yang belum penulis sadari. Dengan dasar ini, penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi bidang studi fisika umumnya dan kelompok bidang kajian Elektronika dan Instrumentasi khususnya serta bagi seluruh pembaca.

Padang, Agustus 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Pembatasan Masalah.....	3
C. Perumusan Masalah	4
D. Pertanyaan Penelitian.....	4
E. Tujuan penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Gerak Lurus	6
B. Sensor Optocouper.....	12
C. Catu Daya	13
D. Mikrokontroler ATmega 328 dan Board Arduino.....	15
E. Visual Basic	20
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	22

B. Jenis Penelitian.....	22
C. Alat dan Bahan.....	23
D. Desain Penelitian	24
E. Prosedur Penelitian	31
F. Teknik Pengumpulan Data.....	33
G. Teknik Analisis Data.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	36
B. Pembahasan.....	51
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	55
B. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1 Bentuk dan Ukuran Sensor Optocoupler HY860D.....	12
2 Skema Kaki Optpcupler.....	13
3 Bentuk Fisisk Board Arduino	15
4 Konfigurasi Pin Atmega 328	17
5 Interface Visual Basic 6.0.....	21
6 Rancangan Sistem Pengukuran Besaran Gerak Lurus Beraturan.....	24
7 Rancangan Sistem Pengukuran Besaran Gerak Lurus Berubah Beraturan.....	25
8 Blok Diagram Sistem.....	26
9 Rangkaian Sensor Optocoupler.....	27
10 Rancangan Rangkaian Sensor Optocoupler dengan Arduino.....	28
11 <i>Flowchart</i> Pemograman pada Mikrokontroler ATmega 328.....	29
12 <i>Flowchart</i> Pemograman Tampilan Data dan Grafik.....	30
13 Bentuk Tiang Penyangga Sensor dan Papan Sensor.....	37
14 Peluncur dengan Plat Diatasnya.....	38
15 Air Track Beserta Air Supply	38
16 Foto Hasil Desain Sistem Pengukuran Besaran Gerak Lurus Berbasis Personal Komputer menggunakan Sensor Optocoupler	39
17 Foto : a) Rangkaian Sensor Optocoupler b) Board Arduino.....	40
18 Hubungan Jarak-Waktu GLB (a) Hasil Pengukuran dengan Stopwatch (b) Hasil Pengukuran Sistem Pengukuran	43

19	Grafik yang Dihasilkan Sistem Pengukuran Pada Pengukuran Besaran GLB (a) Grafik $v - t$ (b) Grafik $a - t$	45
20	Hubungan Jarak-Waktu GLBB (a) Hasil Pengukuran dengan Stopwatch (b) Hasil Pengukuran Sistem Pengukuran	46
21	Grafik yang Dihasilkan Sistem Pengukuran Pada Pengukuran Besaran GLBB (a) Grafik $v - t$ (b) Grafik $a - t$	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Gambar Tampilan Data dan Grafik.....	60
2. Program Sensor Optocoupler pada mikrokontroler ATmega 328 Menggunakan IDE Arduino 1.0.1	61
3. Program Tampilan Data dan Grafik Sistem Pengukuran Besaran Gerak Lurus Berbasis PC menggunakan Sensor Optocoupler dengan Visual Basic	66
4. Data Hasil Pengukuran Besaran Gerak Lurus Berbasis Personal Komputer menggunakan Sensor Optocoupler	71
5. Data Ketepatan Besaran Gerak Lurus	74
6. Data Ketelitian Besaran Gerak Lurus	75
7. Foto Dokumentasi	78

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Fisika merupakan salah satu ilmu dasar dari Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Pada hakikatnya ilmu fisika lahir dan berkembang dari hasil eksperimen. Dalam Fisika terdapat dua hal yang saling terkait dan tidak dapat dipisahkan, yaitu pengamatan dalam eksperimen dan telaah teori. Pada dasarnya teori bergantung pada hasil eksperimen. Disisi lain eksperimen dilakukan dengan berpedoman pada teori.

Eksperimen merupakan bagian terpenting dari IPA hal ini dikarenakan IPA adalah ilmu alam yang didasarkan pada penemuan berdasarkan gejala-gejala fisis yang terjadi di alam sekitar. Gejala-gejala fisis dapat dijelaskan dengan melakukan penyelidikan ilmiah. Proses yang sangat penting dalam melakukan penyelidikan ilmiah yakni pengamatan dan eksperimen. Eksperimen yang dilakukan harus memiliki ketelitian dan ketepatan yang baik sehingga diperoleh suatu kesimpulan berdasarkan teori yang sudah ada untuk melahirkan hukum dan teori yang baru.

Eksperimen fisika dapat dilakukan dengan melibatkan suatu sistem pengukuran. Sistem pengukuran merupakan gabungan aktivitas, prosedur, alat ukur, perangkat lunak, dan subjek yang bertujuan untuk mendapatkan data pengukuran terhadap karakteristik yang sedang diukur. Pengukuran dimanfaatkan sebagai sarana untuk mendapatkan data guna mengambil kesimpulan, dan sarana

untuk menentukan keterkaitan antara dua variabel atau lebih. Alat ukur yang digunakan dalam pengukuran harus sesuai dengan besaran yang hendak diukur dan memiliki ketelitian yang baik agar memperoleh hasil pengukuran yang tepat.

Eksperimen fisika tentang gerak lurus di laboratorium mekanika FMIPA UNP biasanya dilakukan dengan menggunakan set eksperimen PASCO Air Track dengan *computer photogate timing system*. Set eksperimen PASCO Air Track tipe SF-9214 ini disertai dengan *air supply* dan perangkat pendukung. Namun sekarang terdapat beberapa bagian set eksperimen PASCO Air track telah mengalami kerusakan seperti pada sistem elektronika dan perangkat lainnya. Sistem elektronika set eksperimen ini sudah tidak bisa lagi digunakan, disisi lain antar muka pada sistem ini masih cukup rumit. Perangkat set eksperimen, seperti photogate dan peluncur yang biasa digunakan sebagai objek pengukuran pun sudah tidak ada. Permasalahan ini menyebabkan eksperimen gerak lurus sudah tidak lagi dilakukan, padahal gerak lurus merupakan gerak yang paling dasar dipelajari dalam fisika, disisi lain harga dari set eksperimen PASCO Air track ini pun tidak murah.

Kekurangan yang terdapat pada set eksperimen Air Track dengan *computer photogate timing system* dapat diperbaiki dengan melakukan beberapa modifikasi pada bagian yang rusak. Sistem elektronika pada set eksperimen dapat dikembangkan menjadi antar muka yang lebih mudah bagi pengguna. Photogate serta perangkat set eksperimen dapat dibuat dari komponen yang sederhana dengan harga yang terjangkau. Sebuah penelitian tentang pengembangan eksperimen gerak lurus ini pernah dilakukan oleh Aldi (2004), namun pada

penelitian tersebut sensor infra merah yang digunakan memiliki sensitivitas dan kecepatan respon yang rendah serta tampilan data pengukuran masih berupa seven segment dengan persentasi kesalahan pengukuran waktu sekitar 0,95 %.

Sistem pengukuran gerak lurus dapat dikembangkan dengan menggunakan sensor optocoupler HY860D dengan *switching* yang lebih cepat dan menggunakan Personal Komputer sebagai display data dan grafik. Sensor optocoupler dirancang sebagai switch untuk mencacah waktu setiap ada benda yang melewati celah sensor. Data nilai besaran gerak lurus yang diukur ditampilkan pada Personal Komputer. Grafik yang ditampilkan pada sistem pengukuran ini adalah hubungan antara jarak dengan waktu, kecepatan rata-rata dengan waktu dan percepatan dengan waktu dari pengukuran gerak lurus.

Berdasarkan masalah yang telah diutarakan maka penulis tertarik untuk mengembangkan sistem pengukuran besaran gerak lurus, sebagai judul penelitian adalah “Pembuatan Sistem Pengukuran Besaran Gerak Lurus Berbasis Personal Komputer Menggunakan Sensor Optocoupler”. Penelitian ini diharapkan dapat mempermudah siswa dan mahasiswa dalam melakukan eksperimen gerak lurus dengan menampilkan data dan grafik besaran gerak lurus secara otomatis pada personal komputer.

B. Pembatasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan lebih terarah, maka perlu dilakukan beberapa pembatasan masalah dalam penelitian ini. Sebagai pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Sistem pengukuran besaran gerak lurus menggunakan sensor optocoupler HY860D. Jumlah sensor optocoupler yang digunakan yakni lima buah.
2. Besaran yang diukur adalah waktu, sedangkan nilai kecepatan rata-rata, dan percepatan pada tiap titik sensor diperoleh dengan perhitungan otomatis setelah nilai jarak diinputkan.
3. Lintasan yang digunakan yakni air track dengan panjang 2 meter.
4. Spesifikasi yang diamati berupa spesifikasi performansi dan spesifikasi desain. Spesifikasi performansi meliputi indentifikasi setiap komponen pembentuk sistem pengukuran besaran gerak lurus, sedangkan spesifikasi desain meliputi ketepatan dan ketelitian dari sistem pengukuran besaran gerak lurus berbasis komputer menggunakan sensor optocoupler.

C. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini. Sebagai perumusan masalah penelitian yaitu: “Bagaimana spesifikasi performansi dan spesifikasi desain sistem pengukuran besaran gerak lurus berbasis komputer menggunakan sensor optocoupler ?”.

D. Pertanyaan Penelitian

Untuk menjawab permasalahan dalam penelitian ini perlu dikemukakan beberapa pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah spesifikasi performansi dari sistem pengukuran besaran gerak lurus berbasis personal komputer menggunakan sensor optocoupler ?.

2. Bagaimanakah spesifikasi desain dari sistem pengukuran besaran gerak lurus berbasis personal komputer menggunakan sensor optocoupler ?.

E. Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah sistem pengukuran besaran gerak lurus berbasis personal komputer menggunakan sensor optocoupler. Secara khusus tujuan penelitian ini adalah :

1. Menentukan spesifikasi performansi dari sistem pengukuran besaran gerak lurus berbasis personal komputer menggunakan sensor optocoupler
2. Menentukan spesifikasi desain dari sistem pengukuran besaran gerak lurus berbasis personal komputer menggunakan sensor optocoupler

F. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi:

1. Kelompok bidang kajian Elektronika dan Instrumentasi dalam pengembangan instrumen berbasis elektronik.
2. Jurusan Fisika, sebagai instrumen yang dapat digunakan pada laboratorium fisika dalam melakukan eksperimen gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan.
3. Peneliti lain, sebagai sumber ide dan referensi dalam pengembangan penelitian tentang instrumentasi.
4. Pembaca, untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan dalam bidang kajian elektronika dan dalam pengembangannya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Gerak Lurus

Gerak benda yang paling sederhana untuk diamati dalam ilmu fisika yakni gerak lurus. Dalam ilmu Fisika, gerak benda dipelajari dalam mekanika. Sebuah benda disebut bergerak terhadap suatu benda lain jika kedudukan antara kedua benda itu berubah satu sama lain. Dalam penelitian ini gerak benda dibahas tanpa mengamati penyebabnya. Cabang ilmu mekanika yang membahas gerak benda tanpa memperhatikan penyebabnya disebut kinematika (Bambang, 2009:41).

1. Pengertian dan Sifat Gerak Lurus

Gerak lurus termasuk dalam kinematika satu dimensi. Gerak benda di ruang satu dimensi yakni gerakan suatu benda pada lintasan yang lurus dan datar (Tipler, 1998:22). Gerak lurus dapat diartikan sebagai gerak benda pada suatu lintasan lurus dan datar. Gerak lurus juga dapat terjadi pada lintasan lurus dengan kemiringan tertentu. Contoh gerak lurus ini antara lain mobil yang bergerak lurus ke arah barat dengan jarak 5 meter setiap detiknya, bola yang meluncur dari atas papan seluncur.

Pada gerak lurus hanya dikenal dua arah, yakni maju (+) dan mundur (-). Karena benda bergerak lurus, posisi benda dinyatakan sebagai pergeseran benda di sumbu x . Pergeseran x bertanda positif bila bergeser ke arah kanan dan bertanda negatif bila bergeser ke arah kiri. Cara yang digunakan untuk

menerangkan gerak benda adalah dengan mengamati perubahan nilai x dalam suatu selang waktu.

2. Besaran pada Gerak Lurus

Dalam gerak terdapat beberapa besaran yang terlibat baik dalam besaran skalar maupun vektor. Jarak dan kelajuan termasuk besaran skalar yang dimiliki oleh gerak. Disisi lain yang termasuk besaran vektor dalam gerak adalah posisi, perpindahan, kecepatan, dan percepatan (Marthen, 2006:79). Pada gerak lurus, arah vektor cukup dinyatakan dengan tanda $+$ atau $-$ karena posisi benda pada setiap saat berada pada koordinat yang sama (Giancolli, 2001:24).

a. Perpindahan

Perpindahan dapat didefinisikan sebagai perubahan posisi suatu benda dalam selang waktu tertentu (Young, 2002:32). Pada gerak satu dimensi benda bergerak sepanjang satu garis, vektor-vektor yang menunjuk ke satu arah akan mempunyai tanda positif, sedangkan yang menunjuk ke arah yang berlawanan memiliki tanda negatif. Misalkan pada waktu awal (t_1), benda berada pada sumbu x di titik x_1 pada sistem koordinat. Beberapa waktu kemudian, pada waktu t_2 , benda berada pada titik x_2 . Perubahan posisi benda pada sumbu x dapat dituliskan dalam bentuk:

$$\Delta x = x_2 - x_1 \quad (1)$$

Dengan x menyatakan posisi benda pada sumbu x sedangkan Δx menyatakan perpindahan posisi benda dari x_1 (posisi awal) ke x_2 (posisi akhir) pada sebuah lintasan lurus (Giancolli, 2001:24).

b. Kecepatan rata-rata

Andaikan pada waktu t_1 partikel bergerak menuju titik A pada sumbu x dari titik O di pusat koordinat, dengan $OA = x_1$. Pada waktu t_2 , benda itu sudah berada di titik B, dengan $OB = x_2$. Benda bergerak dari titik A ke titik B dengan pergeseran $OB - OA = \Delta x = x_2 - x_1$, dalam selang waktu $\Delta t = t_2 - t_1$. Dengan demikian, kecepatan rata-rata (\bar{v}) dapat dituliskan dalam bentuk:

$$\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (2)$$

Dengan kata lain kecepatan rata-rata didefinisikan sebagai perbandingan jarak total dibagi selang waktu total yang ditempuh benda. Menurut Tobing (1996:3) kecepatan rata-rata selama selang waktu tertentu sama dengan pergeseran rata-rata per satuan waktu selama selang waktu tersebut.

c. Kecepatan Sesaat

Kecepatan sesaat merupakan kecepatan rata-rata selama selang waktu yang sangat kecil. Kecepatan sesaat didefinisikan sebagai kecepatan rata-rata pada limit Δt yang menjadi sangat kecil, mendekati nol (Giancolli, 2001:27). Definisi kecepatan sesaat (v) untuk gerak satu dimensi sebagai berikut;

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (3)$$

Notasi $\lim_{\Delta t \rightarrow 0}$ berarti rasio $\Delta x/\Delta t$ akan dievaluasi dengan limit Δt mendekati suatu nilai tertentu, yang merupakan kecepatan sesaat pada waktu kapanpun. Jika sebuah benda bergerak dengan kecepatan beraturan (konstan) selama selang waktu tertentu, maka kecepatan sesaatnya pada tiap waktu sama dengan kecepatan rata-ratanya.

d. Percepatan

Benda yang kecepatannya berubah dikatakan mengalami percepatan. Percepatan menyatakan seberapa cepat kecepatan sebuah benda berubah (Sutrisno, 1997:4). Dengan mengetahui perubahan kecepatan v_2 dan v_1 terhadap perubahan waktu yang ditempuh benda $t_2 - t_1$ diperoleh nilai percepatan benda.

$$\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (4)$$

Percepatan rata-rata didefinisikan sebagai perubahan kecepatan dibagi selang waktu yang diperlukan selama kecepatan berubah.

3. Macam-macam Gerak Lurus

Menurut bentuk lintasannya, gerak dibagi menjadi beberapa jenis seperti gerak melingkar, gerak parabola, dan gerak lurus. Dari ketiga jenis gerak tersebut, gerak lurus adalah gerak yang lintasannya paling sederhana. Disisi lain gerak parabola dan gerak melingkar merupakan gabungan dari dua gerak lurus. Secara umum gerak lurus dibagi menjadi dua macam, yaitu Gerak Lurus Beraturan yang disingkat dengan GLB dan Gerak Lurus Berubah Beraturan yang disingkat dengan GLBB (Sopian, 2013:7).

a. Gerak Lurus Beraturan

Pada Gerak Lurus Beraturan berarti benda bergerak pada kecepatan tetap sehingga percepatan yang dialami benda adalah nol (Bambang, 2009:42). Untuk kecepatan rata-rata (\bar{v}), perpindahan Δx dan selang waktu Δt dalam GLB dapat dinyatakan hubungannya sebagai;

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (5)$$

Karena dalam GLB kecepatan adalah konstan, maka kecepatan rata-rata sama dengan kecepatan atau kelajuan sesaat v .

$$\bar{v} = v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \text{ atau } \Delta x = vt$$

Dengan Δx menyatakan perpindahan atau jarak $\Delta x = x - x_0$, dengan demikian

$$x - x_0 = vt$$

$$x = x_0 + vt \quad (6)$$

Jika kecepatan v konstan terhadap waktu, maka turunan terhadap waktunya nol :

$$a = \frac{dv}{dt} = 0 \quad (7)$$

Hal ini menjadi ciri khusus dari GLB, yaitu bahwa $a = 0$. Sebuah benda yang bergerak GLB akan memiliki jarak tempuh sama dengan selang waktu yang sama.

b. Gerak Lurus Berubah Beraturan

GLBB terjadi bila benda bergerak pada percepatan tetap. Percepatan tetap artinya baik besar maupun arahnya tetap. GLBB dalam keadaan dipercepat bila percepatannya positif ($a > 0$), dan diperlambat bila ($a < 0$) (Bambang, 2009:43). Hubungan antara kecepatan rata-rata (\bar{v}), perpindahan posisi Δx dan perubahan waktu Δt dinyatakan dalam

$$\bar{v} = \frac{x - x_0}{t - t_0} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Dan percepatan yang dianggap konstan terhadap waktu, akan menjadi

$$a = \frac{v - v_o}{t} = \frac{\Delta v}{t}$$

$at = v - v_o$, sehingga diperoleh hubungan kecepatan (v) dengan waktu (t) dan percepatan konstan (a)

$$v = v_o + at \quad (8)$$

Karena dalam GLB kecepatan adalah konstan, maka kecepatan rata-rata sama dengan kecepatan atau kelajuan sesaat v .

$$\bar{v} = v = \frac{x - x_o}{t} = \frac{\Delta x}{t} \text{ atau } \Delta x = vt$$

$$x - x_o = vt$$

$$x = x_o + vt \quad (9)$$

Disisi lain, dalam GLBB kecepatan bertambah secara beraturan, kecepatan rata-rata (\bar{v}) akan berada di tengah-tengah antara kecepatan awal dan akhir;

$$\bar{v} = \frac{v_o + v}{2} \quad (10)$$

Persamaan (10) merupakan persamaan kecepatan rata-rata ketika percepatan konstan, jika persamaan (10) disubstitusi ke persamaan (9) dapat diperoleh

$$x = x_o + vt = x_o + \left(\frac{v_o + v}{2} \right) \cdot t$$

$$x = x_o + \left(\frac{v_o + v_o + at}{2} \right) \cdot t$$

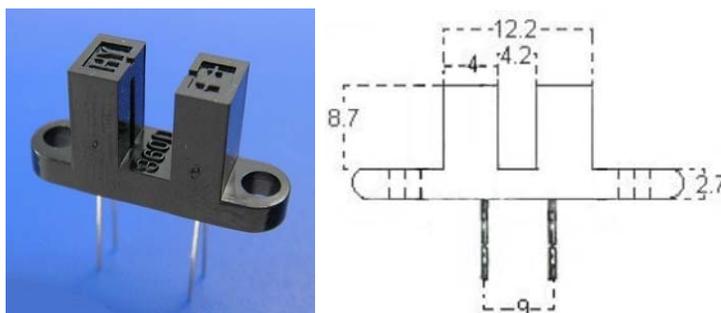
$$x = x_o + v_o t + \frac{1}{2} at^2 \quad (11)$$

Dari persamaan (11) dapat dinyatakan bahwa hubungan posisi (x) dengan percepatan konstan (a) dan waktu (t).

B. Sensor Optocoupler

1. Pengertian dan Dimensi Sensor

Opto berarti optik (cahaya) dan coupler berarti pemicu. Optocoupler merupakan komponen yang memanfaatkan sinar sebagai pemicu on/off-nya. Dapat diartikan bahwa sensor optocoupler merupakan suatu komponen yang bekerja berdasarkan picu cahaya (Aang, 2013:33). Sensor optocoupler biasanya digunakan sebagai saklar elektrik, yang bekerja secara otomatis.



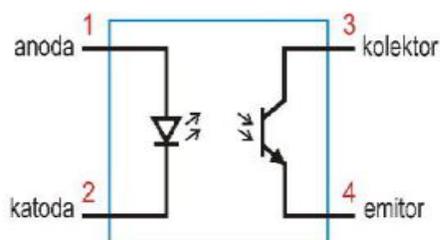
Gambar 1. Bentuk dan Ukuran Sensor Optocoupler HY860D

Sensor optocoupler HY860D memiliki ukuran lebar celah 4,2 mm dengan panjang sensor 22 mm. Sensor optocoupler terdiri dari dua bagian yaitu *transmitter* (pemancar cahaya) dan *receiver* (pendeteksi cahaya), dimana terdapat celah pemisah di antara keduanya. Bagian dengan lambang dioda merupakan *transmitter* sensor yang dibangun dari sebuah LED infra merah sedangkan bagian sensor yang bertuliskan HY merupakan *receiver* sensor yang dibangun dengan dasar komponen phototransistor (Datasheet HY860D).

2. Prinsip Kerja Sensor

Phototransistor memiliki sambungan kolektor–basis yang lebih peka terhadap sinar infra merah. Dengan diberi arus maju, cahaya yang masuk akan

menimbulkan arus pada kolektor. Phototransistor merupakan suatu transistor yang peka terhadap radiasi cahaya. Jika cahaya jatuh mengenai permukaan peka cahaya pada phototransistor akan timbul sedikit arus dari katoda ke anoda yang besarnya sebanding dengan kuat cahaya yang melaluinya (Ashuri, 2009:46). Skema kaki optocoupler dapat ditunjukkan seperti Gambar 2 :



Gambar 2. Skema Kaki Optocoupler

Jika antara phototransistor dan LED terhalang maka tidak ada arus yang mengalir pada kolektor. Phototransistor tersebut dalam keadaan terputus sehingga output dari kolektor akan berlogika 1. Sebaliknya jika antara phototransistor dan LED tidak terhalang maka cahaya yang masuk akan menimbulkan arus pada kolektor. Phototransistor tersebut dalam keadaan on sehingga output dari kolektor akan berlogika 0 (Mery, 2012:185).

C. Catu Daya

Catu daya merupakan hal yang penting dalam membangun sebuah peralatan elektronika. Peralatan elektronika pada umumnya memerlukan tegangan DC untuk mengoperasikannya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mike (2003:107) bahwa hampir semua rangkaian elektronik membutuhkan suatu sumber tegangan DC yang teratur dengan besar antara 5 V hingga 30 V. Pada rangkaian sistem pengukuran gerak lurus ini membutuhkan sumber tegangan sekitar 5 V.

Catu daya adalah suatu sistem penyearah filter yang mengubah AC menjadi DC murni (Robert, 1991:200). Dalam beberapa kasus, pencatutan ini dapat dilakukan secara langsung oleh baterai (misalnya 6 V, 9 V, 12 V) namun dalam banyak kasus lainnya akan lebih menguntungkan apabila kita menggunakan sumber AC standar.

Daya untuk menjalankan peralatan elektronika dapat diperoleh dari berbagai sumber. Dengan menggunakan Arduino Uno catu daya dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan sebuah power suplai eksternal. Suplai eksternal (non-USB) dapat diperoleh dari sebuah adaptor AC ke DC atau battery. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan sebuah center-positive plug ke power jack dari board. Kabel lead dari sebuah baterai dapat dimasukkan dalam header/kepala pin Ground (Gnd) dan pin Vin dari konektor Power.

Board Arduino Uno dapat beroperasi pada sebuah suplai eksternal 6 sampai 20 Volt. Jika disuplai dengan tegangan yang lebih kecil dari 7 Volt, maka mungkin board Arduino Uno bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan suplai yang lebih dari besar 12 Volt, regulator tegangan bisa kelebihan panas dan membahayakan board Arduino Uno. Range yang direkomendasikan adalah 7 sampai 12 Volt (arduino.or.id).

D. Mikrokontroler Atmega 328 dan Board Arduino

Mikrokontroler diperlukan dalam membangun sebuah sistem elektronika digital. Romy (2009) menyatakan bahwa mikrokontroler merupakan salah satu piranti kontrol yang digunakan sebagai kendali dari sistem tertanam (*embedded system*). Sebagai piranti kontrol, mikrokontroler memiliki sifat dapat diprogram

oleh pemakai. Keandalan mikrokontroler terletak pada fasilitas yang disediakan dan utamanya terletak pada sumber daya manusia yang menggunakannya. Seiring perkembangan bahasa tingkat menengah (bahasa C), ditemukanlah berbagai compiler yang dapat digunakan untuk memprogram mikrokontroler.

Salah satu compiler yang dapat memprogram mikrokontroler yakni Arduino Uno. Menurut Abdul (2013:16) Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel Arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler Atmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Piranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronika dari yang sederhana hingga yang kompleks.



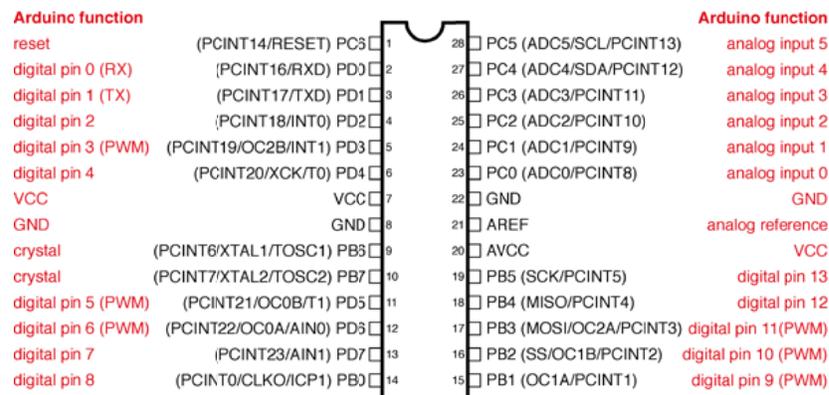
Gambar 3. Bentuk fisik Board Arduino
Sumber: www.arduino.cc

Berdasarkan Gambar 4, papan arduino terdiri dari :

- a. 14 pin input/output digital (0-13), berfungsi sebagai input atau output yang dapat diatur melalui program
- b. USB, berfungsi untuk komunikasi antara board mikrokontroler dengan komputer dan untuk memuat program dari komputer ke board mikrokontroler.

- c. Sambungan SV1, berfungsi untuk memilih sumber daya untuk board mikrokontroler, apakah menggunakan sumber daya eksternal atau menggunakan USB.
- d. Q1 – Kristal (*quartz crystal oscillator*), Q1 kristal menghasilkan clock yang akan dikirim ke mikrokontroler agar melakukan operasi untuk setiap clocknya. Mikrokontroler Arduino Uno menggunakan Q1 16 MHz.
- e. Tombol reset S1, berfungsi untuk mereset board sehingga program akan dimulai dari awal.
- f. IC 1- Mikrokontroler ATmega 328, merupakan komponen utama dari Arduino Uno. Didalamnya terdapat CPU, RAM dan ROM.
- g. Jack untuk sumber daya eksternal, berfungsi jika arduino ingin diberikan sumber daya eksternal, maka dapat menggunakan sumber daya DC sebesar 9-12 Volt.
- h. 6 pin input analog (0-5)

Arduino Uno mengandung mikroprosesor (berupa Atmel AVR) dan dilengkapi dengan osilator 16 MHz (yang memungkinkan operasi berbasis waktu dilaksanakan dengan tepat), dan regulator (pembakit tegangan) 5 volt. Sejumlah pin tersedia di papan, Pin 0 hingga 13 digunakan untuk isyarat digital, yang hanya bernilai 0 atau 1. Pin A0-A5 digunakan untuk isyarat analog. Arduino Uno dilengkapi dengan *static random-access memory* (SRAM) berukuran 2 Kb untuk memegang data, *flash memory* berukuran 32 Kb, dan *erasable programmable read-only memory* (EEPROM) untuk menyimpan program (Abdul. 2013:16). Berikut adalah konfigurasi dari pin mikrokontroler Atmega 328.



Gambar 4. Konfigurasi Pin Atmega 328

Sumber: www.arduino.cc

Fitur-fitur yang dimiliki ATmega328 sebagai berikut:

- a. Mikrokontroler AVR 8 bit memiliki kemampuan tinggi, dengan daya rendah.
- b. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 20 MIPS - frekuensi 20 MHz.
- c. Memiliki kapasitas flash memori 32 KB, EEPROM 1KB dan SRAM 2 KB.
- d. Saluran I/O sebanyak 23 buah, yaitu *Port B*, *Port C*, dan *Port D*.
- e. CPU yang terdiri atas 32 register.
- f. Unit interupsi internal dan eksternal.
- g. *Port* USART untuk komunikasi serial.
- h. Fitur Periperal
 - 1) Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan yang terdiri dari Dua buah *Timer/Counter* 8 bit dengan *Prescaler* terpisah dan *Mode Compare*. Satu buah *Timer/Counter* 16 bit dengan *Prescaler* terpisah, *Mode Compare*, dan *Mode Capture*.
 - 2) *Real Time Counter* dengan *Oscillator* tersendiri.
 - 3) 6 channel PWM dan 8 channel 10-bit ADC

Catu daya diperlukan untuk memberikan tegangan pada mikrokontroler dan komponen lainnya pada board. Tegangan 5 V dapat diinput melalui Vin menggunakan regulator pada board. Dalam pemrogramannya bahasa pemrograman yang digunakan arduino adalah bahasa C yang sudah disederhanakan syntax bahasa pemrogramannya. Software yang digunakan adalah software IDE. Menurut Andri (2013) Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler, sekaligus menawarkan berbagai macam kelebihan antara lain:

- a. Open Source, hardware maupun software Arduino adalah open source. Artinya pengguna dapat membuat tiruan atau clone atau board yang kompatibel dengan board Arduino tanpa harus membeli board asli buatan Italy selama tidak menggunakan trade mark “Arduino”.
- b. Tidak memerlukan chip programmer, chip pada Arduino sudah dilengkapi dengan bootloader yang akan menangani proses upload dari komputer. Dengan adanya bootloader ini kita tidak memerlukan chipprogrammer lagi, kecuali untuk menanamkan bootloader pada chip yang masih blank.
- c. Koneksi USB, sambungan dari komputer ke board Arduino menggunakan USB, bukan serial atau parallel port. Sehingga akan mudah menghubungkan Arduino ke PC (Personal Computer) atau laptop yang tidak memiliki serial atau parallel port.
- d. Fasilitas chip yang cukup lengkap, Arduino menggunakan chip AVR Atmega 168/328 yang memiliki fasilitas PWM, komunikasi serial, ADC, timer, interrupt, SPI dan I2C, sehingga Arduino bisa digabungkan bersama modul atau alat lain dengan protokol yang berbeda-beda.

- e. Ukuran kecil dan mudah dibawa, ukuran board Arduino cukup kecil, sehingga sangat memudahkan untuk dibawa.
- f. Bahasa pemrograman relatif mudah, walaupun bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa C/C++, tetapi dengan penambahan library dan fungsi-fungsi standar membuat pemrograman Arduino lebih mudah dipelajari. Contoh, untuk mengirimkan nilai PULSA TINGGI pada pin 10 pada Arduino, cukup menggunakan fungsi `digitalWrite(10, HIGH)`; sedangkan jika menggunakan bahasa C aslinya adalah `PORTB|=(1<<2)`.
- g. Tersedia library gratis, Arduino menyediakan library yang sangat banyak untuk menghubungkan Arduino dengan macam-macam sensor, aktuator maupun modul komunikasi.
- h. Misalnya library untuk mouse, keyboard, servo, GPS, dsb. Karena Arduino bersifat open source, maka library-library ini juga open source dan dapat didownload secara gratis di website Arduino.
- i. Pengembangan aplikasi dan bahasa yang lebih mudah, dengan bahasa yang lebih mudah dan adanya library dasar yang lengkap, maka mengembangkan aplikasi elektronik relatif lebih mudah. Contoh, jika ingin membuat aplikasi sensor suhu, cukup menyambungkan sebuah IC sensor suhu (misalnya LM35) ke Arduino. Jika suhu tersebut ingin ditampilkan pada LCD, hanya perlu menyambungkan sebuah LCD dan menambahkan library LCD pada program yang sama, dan seterusnya.

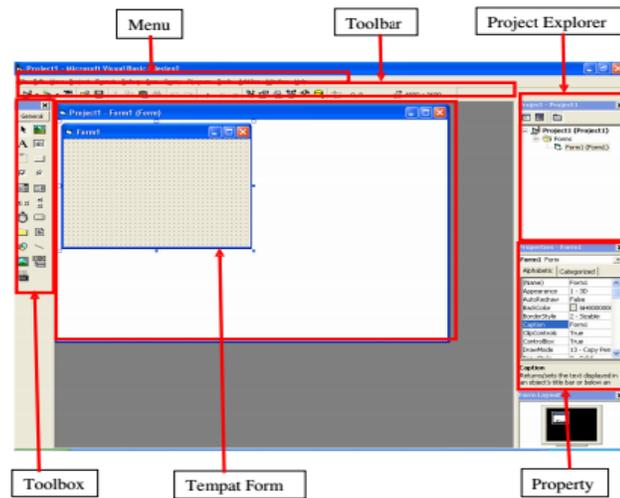
E. Visual Basic

Pada sistem operasi Microsoft Windows tersedia antar muka yang bersifat grafis (*Graphical User Interface*) atau yang sering disebut GUI. Menurut Mitchell (2000:28) dengan menggunakan GUI, pengguna dapat mengontrol operasi pada komputer hanya dengan menggerakkan *pointer* kemudian memilih *icons*. Pengguna dapat mengontrol *pointer* dengan menggerakkan *input device* seperti *mouse*. Sebelum terdapat *object oriented programming* dan GUI, membuat program antar muka membutuhkan usaha yang besar.

Untuk mempermudah programmer agar tidak lagi menuliskan program yang panjang, Visual Basic menyediakan *toolbox* agar dapat mendesain antar muka lebih cepat dengan hanya mengklik dan mendrag *icons* yang terdapat dalam *toolbox*. Visual Basic didesain agar mudah digunakan dalam pemrograman dengan bahasa *Rapid Application Development* (RAD) dibawah sistem operasi Windows.

Visual Basic merupakan salah satu bahasa pemrograman komputer yang mendukung objek (*Object Oriented Programming*). Bahasa pemrograman adalah perintah-perintah yang dimengerti oleh komputer untuk melakukan tugas tertentu (Arief Ramadhan, 2004:30). Visual Basic merupakan salah satu Development Tool yaitu alat bantu untuk membuat berbagai macam program komputer, khususnya yang menggunakan sistem operasi Windows.

Interface antar muka Visual Basic 6.0, berisi menu, toolbar, toolbox, form, project explorer dan property seperti terlihat pada Gambar 5:



Gambar 5. Interface Visual Basic 6.0

Pembuatan program aplikasi menggunakan Visual Basic dilakukan dengan membuat tampilan aplikasi pada form. Kemudian diberi script program di dalam komponen-komponen yang diperlukan. Form disusun oleh komponen-komponen yang berada di *toolbox*, dan setiap komponen yang dipakai harus diatur propertinya lewat jendela *property*. Untuk menjalankan aplikasi yang telah dibuat klik tombol run pada *toolbar*.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis terhadap sistem pengukuran besaran gerak lurus berbasis personal komputer menggunakan sensor optocoupler dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pengukuran besaran gerak lurus berbasis personal komputer menggunakan sensor optocoupler terdiri dari lintasan air track dengan panjang 2m, sebuah peluncur dan lima buah papan dan tiang sensor. Pada sistem pengukuran ini terdapat lima buah rangkaian sensor optocoupler HY860D yang terhubung dengan Board Arduino. Sistem pengukuran ini dapat diset untuk pengukuran besaran Gerak Lurus Beraturan dan Gerak Lurus Berubah Beraturan serta mampu menampilkan data dan grafik hasil pengukuran waktu, kecepatan rata-rata, dan percepatan secara otomatis pada personal komputer.
2. Ketepatan dan ketelitian dari sistem pengukuran besaran gerak lurus berbasis personal komputer menggunakan sensor optocoupler ini cukup baik untuk pengukuran besaran kedua jenis gerak lurus, Gerak Lurus Beraturan dan Gerak Lurus Berubah Beraturan.
 - a. Ketepatan pengukuran besaran gerak lurus dengan sistem pengukuran ini cukup baik. Untuk pengukuran besaran pada GLB, diperoleh persen ketepatan waktu, kecepatan rata-rata, dan percepatan secara berturut-turut 99,70 %, 99,91 %, dan 100 %. Untuk pengukuran besaran pada GLBB,

diperoleh persen ketepatan waktu, kecepatan rata-rata, dan percepatan secara berturut-turut 99,82 %, 88,14 %, dan 98,47 %.

- b. Ketelitian pengukuran besaran gerak lurus dengan sistem pengukuran ini cukup baik. Ketelitian waktu, kecepatan rata-rata dan percepatan pada GLB antara lain 98,07 %, 93,49 %, dan 82,12 % dengan kesalahan relatif 0,01, 0,02, dan 0,16. Disamping itu, untuk pengukuran besaran GLBB, ketelitian waktu, kecepatan rata-rata, dan percepatan ini yakni 97,05 %, 98,22 %, dan 90,04 % dengan kesalahan relatif 0,009, 0,008, dan 0,031.

B. Saran

Berdasarkan pembahasan yang telah dipaparkan maka sebagai saran untuk tindak lanjut dan pengembangan penelitian ini antara lain:

1. Sistem pengukuran besaran gerak lurus ini dapat digunakan di Laboratorium Fisika Jurusan Fisika FMIPA UNP sebagai sarana eksperimen gerak lurus.
2. Sistem pengukuran besaran gerak lurus ini dapat digunakan di Sekolah yang mempelajari materi fisika tentang gerak lurus sebagai sarana eksperimen gerak lurus.
3. Desain mekanik sistem pengukuran dikembangkan agar bentuknya lebih efisien dan lebih mudah saat diatur posisi dan tingginya sehingga tidak menjadi faktor penghambat yang dapat mempengaruhi proses pengukuran.
4. Sensor optocoupler yang digunakan sebaiknya memiliki celah antara transmitter dan receiver yang lebih lebar agar dapat dilewati benda selain berupa plat.