

**PEMBUATAN SET EKSPERIMEN PESAWAT ATWOOD DIGITAL
MENGUNAKAN SENSOR PHOTOTRANSISTOR BERBASIS
ARDUINO UNO UNTUK MENGUKUR PARAMETER GERAK**

SKRIPSI

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



IZEL PINATA PUTRI

1101455/2011

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

2015

PERSETUJUAN SKRIPSI

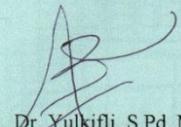
**PEMBUATAN SET EKSPERIMEN PESAWAT ATWOOD DIGITAL
MENGUNAKAN SENSOR PHOTOTRANSISTOR BERBASIS
ARDUINO UNO UNTUK MENGUKUR PARAMETER GERAK**

Nama : Izel Pinata Putri
NIM : 11014255
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

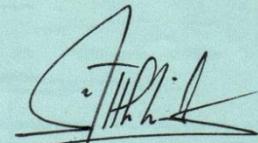
Padang, Januari 2016

Disetujui Oleh:

Pembimbing I


Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si
NIP. 19730702 200312 1 002

Pembimbing II


Zulhendri Kamas, 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 Set Eksperimen Pesawat Atwood Digital
Menggunakan Sensor Phototransistor Berbasis Arduino Uno
Untuk Mengukur Parameter Gerak

Nama : Izel Pinata Putri

NIM : 1101455

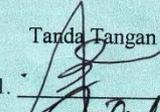
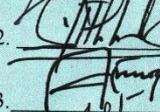
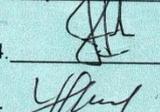
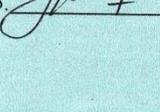
Program Studi : Fisika

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Januari 2016

Tim Penguji

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si	1. 
2. Sekretaris	: Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si	2. 
3. Anggota	: Drs. H. Asrizal, M.Si	3. 
4. Anggota	: Drs. Hufri, 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, 9 November 2015

Yang Menyatakan




Izal Pinata Putri

ABSTRAK

Izel Pinata Putri: Pembuatan Set Eksperimen Pesawat Atwood Digital Menggunakan Sensor Phototransistor Berbasis Arduino Uno Untuk Mengukur Parameter Gerak

Eksperimen sangat penting dilakukan terutama di Jurusan Fisika. Penemuan-penemuan penting yang berhubungan dengan fisika muncul dengan adanya eksperimen fisika. Penelitian ini membuat set eksperimen pesawat atwood digital yang menampilkan nilai kecepatan, percepatan benda dan percepatan gravitasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui spesifikasi performansi dan spesifikasi desain pembuatan set eksperimen pesawat atwood digital menggunakan sensor phototransistor berbasis arduino uno untuk mengukur parameter gerak.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium. Teknik pengukuran yang digunakan adalah pengukuran secara langsung dan tidak langsung. Pengukuran secara langsung dilakukan terhadap terhadap nilai waktu tempuh, kecepatan, percepatan dan percepatan gravitasi benda yang ditampilkan pada LCD. Pengukuran secara tidak langsung dilakukan untuk menentukan ketepatan dan ketelitian dari sistem pesawat atwood secara digital.

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan dapat diungkapkan dua hasil penting dari penelitian ini. Pertama, hasil desain sistem pengukuran terdiri sensor phototransistor sebagai pengindera benda M_2 yang melewati klem pada posisi A. Kedua, set eksperimen pesawat atwood digital menggunakan sensor phototransistor berbasis arduino uno ini memiliki ketepatan rata-rata dan ketelitian yang cukup tinggi. Ketepatan rata-rata untuk waktu tempuh benda dalam persentase sebesar 94.73% dengan ketelitian rata-rata 0.998. Ketepatan rata-rata untuk kecepatan benda dalam persentase sebesar 96.10 % dengan ketelitian rata-rata 0.978. Ketepatan rata-rata untuk percepatan benda dalam persentase sebesar 95.19 % dengan ketelitian rata-rata 0.972. Persentase ketepatan rata-rata untuk percepatan gravitasi benda 98.93 % dengan ketelitian rata-rata 0.991.

Kata Kunci : Pesawat Atwood, Phototransistor, Arduino Uno

.
.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah yang maha kuasa, karena dengan berkat dan rahmatNya peneliti telah dapat merealisasikan dan menulis tugas akhir ini. Sebagai judul penelitian ini adalah “Pembuatan Set Eksperimen Pesawat Atwood Digital Menggunakan Sensor Phototransistor Berbasis Arduino Uno Untuk Mengukur Parameter Gerak ”.

Dalam merealisasikan dan menulis tugas akhir ini peneliti banyak menerima bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si sebagai Pembimbing I, Bapak Zuhendri Kamus, S.Pd, M.Si sebagai Pembimbing II atas segala bantuannya yang tulus dan ikhlas memberikan bimbingan, arahan dan saran dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Drs. H. Asrizal, M.Si, Bapak Yohandri, Ph.D, Drs. Hufri, M.Si sebagai dosen penguji pada Tugas Akhir ini.
3. Ibu Hidayati, M.Si, sebagai Penasehat Akademik, yang selalu memberikan motivasi, dan semangat untuk menyelesaikan Tugas akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika FMIPA UNP.
5. Staf administrasi dan Laboran di Laboratorium Fisika FMIPA UNP.
6. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa dalam laporan penelitian ini masih terdapat beberapa kelemahan atau kekurangan. Adanya saran dan kritikan dari

pembaca akan lebih menyempurnakan laporan ini dimasa yang akan datang. Mudah-mudahan hasil laporan penelitian ini dapat memberikan manfaat kepada seluruh pembaca.

Padang, Oktober 2015

Peneliti

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Pembatasan Masalah.....	3
D. Pertanyaan Penelitian.....	3
E. Tujuan Penelitian	3
F. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Gerak Lurus	5
B. Hukum Newton Tentang Gerak	9
C. Gerak Pada Pesawat Atwood.....	14
D. Komponen Elektronika	16
BAB III METODE PENELITIAN	25
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	25
B. Jenis Penelitian	25
C. Alat dan Bahan.....	26

D. Desain Penelitian	27
E. Teknik Pengumpulan Data.....	32
F. Teknik Analisis Data	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
A. Hasil Penelitian.....	36
B. Pembahasan	52
BAB V PENUTUP	56
A. Kesimpulan.....	56
B. Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Grafik perpindahan terhadap waktu (x-t).....	6
Gambar 2. Grafik kecepatan terhadap waktu (v-t) pada GLB	6
Gambar 3. Hubungan perpindahan, kecepatan, dan selang waktu pada GLB	7
Gambar 4. Grafik v-t untuk GLBB dipercepat.....	8
Gambar 5. Grafik hubungan kecepatan v terhadap selang waktu t.....	9
Gambar 6. Gerak dengan massa digantung pada sebuah katrol.....	14
Gambar 7. Phototransistor(Hidayat, dkk. 2010)	17
Gambar 8. Rangkaian aplikasi phototransistor dan inframerah.....	17
Gambar 9. Lambang LED inframerah dan bentuk fisiknya.....	18
Gambar 10. (a) Bentuk Fisik Keypad Matriks 4x4 (b) Konfigurasi Rangkaian	19
Gambar 11. Bentuk LCD 20x4 (Didin. 2006).....	20
Gambar 12. Papan Kerja Arduino Uno (Fadilla Zennifa: 2012).....	22
Gambar 13. Rangkaian Catu Daya Teregulasi.....	24
Gambar 14. Blok Diagram Set Eksperimen Pesawat Atwood Digital.....	27
Gambar 15. Set eksperimen pesawat atwood digital berbasis Arduino Uno	28
Gambar 16. Desain perangkat lunak set eksperimen pesawat atwood.....	30
Gambar 17. Foto hasil desain set eksperimen pesawat atwood digital	37
Gambar 18. Posisi sensor phototransistor (a)sensor 1 (b) sensor 2	38
Gambar 19. Foto Rangkaian Elektronika Pembangun Sistem.....	39
Gambar 20. Tampilan Display LCD	41
Gambar 21. Grafik Perbandingan Waktu Alat Ukur Dengan Stopwatch	43

Gambar 22. Hubungan Waktu Tempuh dengan Persentase Kesalahan	44
Gambar 23. Grafik Perbandingan Kecepatan Alat Ukur Dengan Teori	45
Gambar 24. Hubungan Kecepatan dengan Persentase Kesalahan	45
Gambar 25. Grafik Perbandingan Percepatan Alat Ukur Dengan Teori.....	46
Gambar 26. Hubungan Percepatan dengan Persentase Kesalahan.....	47
Gambar 27. Hubungan Percepatan Gravitasi dengan Persentase Kesalahan	48
Gambar 28. Skematik Rangkaian Elektronik Secara Keseluruhan	60
Gambar 29. Foto Pengambilan Data Pengukuran Pesawat Atwood Digital	73
Gambar 30. Foto Penginputan Data Menggunakan Keypad.....	73
Gambar 31. Foto Data Hasil Pengukuran Pesawat Atwood Digital	74

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Fungsi Pin Pada LCD.....	21
Tabel 2. Alat dan bahan penelitian.....	26
Tabel 3. Perbandingan percepatan gravitasi alat ukur dengan teori.....	48
Tabel 4. Data Statistik Ketelitian Waktu Tempuh Sistem	49
Tabel 5. Data Statistik Ketelitian Kecepatan Benda	50
Tabel 6. Data Statistik Ketelitian Percepatan Benda	51
Tabel 7. Data Statistik Ketelitian Percepatan Gravitasi	52
Tabel 8. Ketepatan Pengukuran Waktu Tempuh	61
Tabel 9. Ketepatan Pengukuran Kecepatan	61
Tabel 10. Ketepatan Pengukuran Percepatan.....	61
Tabel 11. Ketepatan Pengukuran Percepatan Gravitasi	62
Tabel 12. Ketelitian Pengukuran Waktu Tempuh.....	62
Tabel 13. Ketelitian Pengukuran Kecepatan Benda.....	63
Tabel 14. Ketelitian Percepatan Benda	63
Tabel 15. Ketelitian Percepatan Gravitasi.....	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Skematik Rangkaian Elektronika Pembangun Sistem.....	60
Lampiran 2. Data Statistik Ketepatan Pengukuran t, v, a dan g.....	61
Lampiran 3. Data Statistik Ketelitian Pengukuran t, v, a dan g.....	62
Lampiran 4. Program Set Eksperimen Pesawat Atwood Digital	65
Lampiran 5. Foto Set Eksperimen Pesawat Atwood Digital	73

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peranan elektronika saat ini telah memberikan banyak manfaat dan kemudahan dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Peranan itu dapat dilihat dari mesin-mesin yang bekerja secara otomatis, peralatan rumah tangga dan peralatan-peralatan lainnya. Selain itu elektronika juga berperan dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, misalnya pada eksperimen yang memanfaatkan alat-alat elektronik di sekolah maupun perguruan tinggi.

Eksperimen penting dilakukan terutama di Jurusan Fisika. Penemuan-penemuan penting yang berhubungan dengan fisika muncul dengan adanya eksperimen fisika seperti penemuan lampu oleh Thomas Alfa Edison, telepon oleh Alexander Graham Bell, dan mesin uap oleh James Watt. Selain itu, melalui eksperimen fisika, siswa dan mahasiswa dapat memahami pelajaran berdasarkan gejala yang terjadi melalui pengamatan secara langsung.

Hasil yang didapatkan dari penelitian sangat ditentukan oleh set eksperimen. Saat ini, telah banyak industri yang mengembangkan set eksperimen fisika. Namun, set eksperimen yang ada saat ini masih banyak manual. Set eksperimen manual mempunyai beberapa kelemahan, diantaranya butuh beberapa orang dalam pelaksanaan eksperimen dan pengolahan data yang panjang.

Kelemahan itu bisa diatasi dengan sistem digitalisasi. Beberapa contoh set eksperimen digital yang telah dihasilkan yaitu timbangan digital, penentuan koefisien gesek statis digital dan viskositas digital. Tetapi ada set eksperimen

yang belum mendapat perhatian serius yaitu set eksperimen pesawat atwood. Pesawat Atwood merupakan alat eksperimen yang sering digunakan untuk mengamati hukum mekanika pada gerak lurus. Pesawat atwood manual menggunakan stopwatch untuk mengukur waktu tempuh benda. Sehingga untuk mendapatkan parameter gerak yang lain yaitu kecepatan benda, percepatan benda dan percepatan gravitasi dilakukan pengolahan data. Pada penelitian ini, untuk mengukur waktu tempuh benda menggunakan sensor phototransistor dan Light Emitting Diode (LED) inframerah.

Phototransistor merupakan salah satu komponen yang berfungsi sebagai detektor cahaya yang mengubah efek cahaya menjadi sinyal listrik (Hidayat, dkk, 2011). LED inframerah adalah dioda yang dapat memancarkan cahaya. Phototransistor dan LED inframerah diletakkan di lingkaran tempat benda jatuh. Keadaan awal adalah phototransistor terkena cahaya dari LED inframerah karena tidak terhalang oleh benda. Namun beberapa saat kemudian ketika benda melewati lingkaran tersebut cahaya LED inframerah dihalangi oleh benda. Pada keadaan ini, phototransistor tidak dialiri arus dan memberikan sinyal ke arduino. Waktu tempuh benda direkam dan diolah oleh arduino dan ditampilkan di Liquid Crystal Display(LCD).

Berdasarkan permasalahan seperti uraian diatas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian ini, sebagai judul dari penelitian ini adalah “Pembuatan Set Eksperimen Pesawat Atwood Digital Menggunakan Sensor Phototransistor Berbasis Arduino Uno Untuk Mengukur Parameter Gerak”.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah “Bagaimanakah spesifikasi performansi dan desain set eksperimen pesawat atwood digital menggunakan sensor phototransistor berbasis arduino uno untuk mengukur parameter gerak?”

C. Pembatasan Masalah

Untuk memudahkan dan memfokuskan pekerjaan dalam penelitian ini, maka perlu dilakukan pembatasan masalah yaitu:

1. Besaran yang terukur hanya waktu tempuh benda dan nilai kecepatan, percepatan, percepatan gravitasi benda ditampilkan di LCD setelah diolah oleh arduino.
2. Spesifikasi performansi yaitu mengidentifikasi fungsi setiap bagian pembentuk set eksperimen.
3. Spesifikasi desain terdiri dari ketepatan dan ketelitian set eksperimen.

D. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana spesifikasi performansi dari set eksperimen pesawat atwood digital menggunakan sensor phototransistor berbasis arduino uno untuk mengukur parameter gerak?
2. Bagaimana spesifikasi desain dari set eksperimen pesawat atwood digital menggunakan sensor phototransistor berbasis arduino uno untuk mengukur parameter gerak?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka secara umum tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Menjelaskan spesifikasi performansi hasil pembuatan set eksperimen pesawat atwood digital menggunakan sensor phototransistor berbasis arduino uno untuk mengukur parameter gerak.
2. Menjelaskan spesifikasi desain dari set eksperimen pesawat atwood digital menggunakan sensor phototransistor berbasis arduino uno untuk mengukur parameter gerak.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi pada:

1. Peneliti lain, sebagai ide dan referensi untuk mengembangkan instrumen yang lebih baik di kemudian hari.
2. Jurusan Fisika, sebagai instrumen yang dapat digunakan di laboratorium fisika khususnya Laboratorium Fisika Umum.
3. Praktikan fisika umum, sebagai media praktikum yang lebih tepat dan teliti untuk pengukuran lamanya waktu tempuh benda bergerak.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Gerak Lurus

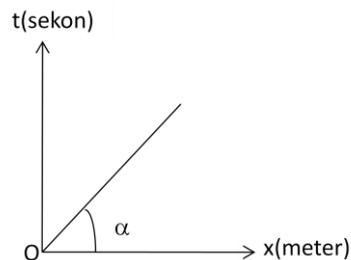
Dalam kehidupan sehari-hari kita tidak pernah lepas dari istilah gerak, misalnya berjalan dan bersepeda. Kita berjalan dari rumah menuju kampus. Kita dikatakan bergerak terhadap jalan, batu-batu, rumah-rumah, maupun pohon-pohon yang telah dilewati, Dengan kata lain kita mengalami perubahan kedudukan dari acuan tertentu. Jadi, suatu benda dikatakan bergerak apabila mengalami perubahan kedudukan dari acuan tertentu.

Berbeda halnya dengan aktivitas orang berlari di mesin lari fitnes (mesin kebugaran) dan anak yang bermain komputer. Aktivitas tersebut tidak mengalami perubahan posisi atau kedudukan karena kerangka acuannya diam. Penempatan kerangka acuan dalam peninjauan gerak merupakan hal yang sangat penting, mengingat gerak dan diam itu mengandung pengertian yang berbeda. Maka berdasarkan definisi gerak yang telah dijelaskan, maka suatu benda dikatakan bergerak lurus apabila benda tersebut mengalami perubahan kedudukan pada lintasan yang lurus. Gerak lurus terbagi atas 2 jenis yaitu gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan. Untuk penjelasan yang lebih rinci, maka diuraikan sebagai berikut:

1. Gerak Lurus Beraturan (GLB)

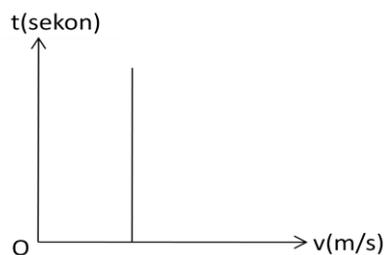
Suatu benda dikatakan mengalami gerak lurus beraturan apabila benda tersebut bergerak pada lintasan lurus dengan kecepatan konstan. Kecepatan konstan artinya baik besar maupun arahnya konstan. Kecepatan konstan yaitu

benda menempuh jarak yang sama untuk selang waktu yang sama. Grafik perpindahan terhadap waktu pada GLB ditunjukkan pada Gambar 1.



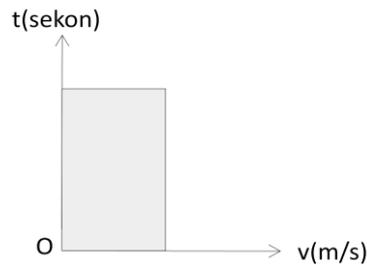
Gambar 1. Grafik perpindahan terhadap waktu (x-t)

Pada Grafik perpindahan terhadap waktu (x-t) menggambarkan bahwa grafik perpindahan (x) terhadap waktu (t) berbentuk garis lurus miring ke atas melalui titik asal koordinat O (0,0). Apabila ditinjau dari kemiringan grafik, maka $\tan \alpha = \text{kecepatan}(v)$. Dengan demikian jika grafik perpindahan terhadap waktu (x-t) dari dua benda yang bergerak beraturan berbeda kemiringannya, maka grafik dengan sudut kemiringan kecil menunjukkan kecepatan lebih besar. Grafik kecepatan terhadap waktu pada GLB ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik kecepatan terhadap waktu (v-t) pada GLB

Berdasarkan Gambar 2 bahwa grafik v-t berbentuk garis lurus vertikal. Garis lurus ini menunjukkan bahwa pada GLB, kecepatan suatu benda selalu tetap untuk selang waktu kapanpun. Jika diperhatikan kembali grafik v-t pada GLB, maka perpindahan (x) merupakan luas daerah yang dibatasi oleh v dan t seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan perpindahan, kecepatan, dan selang waktu pada GLB

Pada Gambar 3 tampak bahwa perpindahan sama dengan luas persegi panjang dengan waktu t sebagai panjang dan kecepatan v sebagai lebar. Secara matematis, hubungan antara perpindahan, kecepatan, dan selang waktu yaitu $x(m) = v(m/s) \cdot t(s)$. Kecepatan (v) bisa diperoleh melalui persamaan (1) yaitu

$$v = \frac{x}{t} \quad (1)$$

Pada persamaan (1) kecepatan adalah perpindahan yang ditempuh tiap satuan waktu. Dimana kecepatan pada GLB akan konstan atau tetap dalam selang waktu kapanpun.

2. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

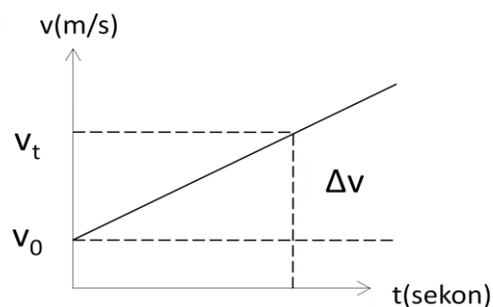
Menurut Teguh Sasmito (2010: 69) “Pada peristiwa gerak lurus berubah beraturan, benda mempunyai percepatan konstan setiap waktu. Adanya percepatan ini berarti kecepatan benda selalu berubah-ubah setiap waktu. Semakin lama waktu benda bergerak, kecepatan benda akan semakin besar. Dengan kecepatan yang berubah, berarti dalam selang waktu yang sama benda akan menempuh jarak berbeda. Hal ini sejalan dengan pendapat Sanub (2012: 17)

GLBB adalah gerak benda dalam lintasan garis lurus dengan percepatan tetap. Jadi, ciri umum GLBB adalah bahwa dari waktu ke waktu kecepatan benda berubah, semakin lama semakin cepat, dengan kata lain gerak benda dipercepat, namun demikian, GLBB juga berarti bahwa dari waktu ke waktu kecepatan benda berubah,

semakin lambat hingga akhirnya berhenti. Dalam hal ini benda mengalami perlambatan tetap.

Dari kutipan dapat dikemukakan bahwa GLBB adalah gerak benda pada lintasan lurus dengan percepatan tetap pada selang waktu tertentu. Jika kecepatan benda semakin lama semakin cepat maka disebut gerak benda yang dipercepat atau mengalami percepatan. Jika kecepatan benda semakin lama semakin lambat maka disebut gerak benda diperlambat atau mengalami perlambatan.

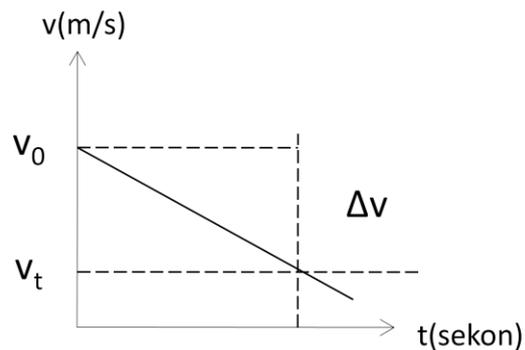
Pada sebuah benda yang bergerak lurus berubah beraturan dipercepat, hubungan antara kecepatan (v) dan waktu (t) ditunjukkan oleh Gambar 4. Contoh GLBB dipercepat adalah gerak buah jatuh dari pohonnya.



Gambar 4. Grafik v-t untuk GLBB dipercepat

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa benda bergerak dengan kecepatan awal $v_0=0$ dan pada selang waktu tertentu kecepatan benda berubah dari v_0 menjadi v_t , dimana v_t adalah kecepatan akhir. Selisih antara kecepatan akhir dengan kecepatan awal disebut dengan kecepatan rata-rata $\Delta v = (v_t - v_0)$ (m/s). Sudut kemiringan grafik pada Gambar 4 disebut percepatan yang diperoleh melalui persamaan $a = \Delta v/t$. Jadi terbukti bahwa percepatan a (m/s^2) adalah perubahan kecepatan selama selang waktu tertentu. Semakin lama benda bergerak maka kecepatan akan semakin besar.

Contoh gerak pada GLBB diperlambat yaitu sebuah bola yang dilemparkan keatas. Semakin lama maka kecepatan bola itu akan semakin lambat dimana hubungan kecepatan v terhadap selang waktu t pada gerak diperlambat dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan kecepatan v terhadap selang waktu t

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai v_0 lebih besar dari nilai v_t sehingga nilai percepatan yang akan dihasilkan bertanda negatif. Tanda negatif berarti bahwa benda yang dilemparkan keatas mengalami perlambatan. Jadi persamaan untuk menentukan perlambatan sama dengan menentukan percepatan hanya nilai yang membedakan diantara keduanya.

B. Hukum Newton Tentang Gerak

Suatu benda dapat bergerak karena ada suatu gaya yang bekerja pada benda tersebut. Gaya yang bekerja pada benda tersebut dapat berupa tarikan ataupun dorongan yang menyebabkan perubahan mekanika pada suatu sistem. Pada awalnya orang berpendapat bahwa sifat alami adalah diam, salah satunya adalah pendapat dari Aristoteles, yang menyatakan bahwa keadaan alami sebuah benda adalah diam. Menurut pandangan Aristoteles, ia menyatakan bahwa gaya sangat diperlukan agar suatu benda tetap dalam keadaan bergerak sepanjang bidang horisontal. Ia juga mengemukakan hubungan antara gaya dengan laju

benda, yaitu apabila gaya yang bekerja pada suatu benda makin besar, maka laju dari benda tersebut juga makin membesar.

Namun berdasarkan percobaan yang dilakukan oleh Galileo, ia menemukan kesimpulan atau pandangan yang berbeda dari pandangan yang dikemukakan oleh Aristoteles. Galileo adalah seorang ahli matematika dan astronomi yang banyak memberikan pendapat mengenai masalah gerak suatu benda. Galileo cenderung untuk mempertahankan gaya alami sebuah benda untuk bergerak horizontal dengan kecepatan tetap seperti pada benda dalam keadaan diam. Galileo menyimpulkan bahwa sebuah benda akan tetap dalam keadaan bergerak dengan kecepatan konstan, jika tidak ada gaya yang bekerja untuk merubah gerak benda tersebut.

Berdasarkan penemuan dari Galileo tersebut, maka Isaac Newton melakukan suatu eksperimen mengenai gerak suatu benda, dan berhasil merumuskan tiga buah hukum dasar mengenai gerak suatu benda, yaitu Hukum I Newton, Hukum II Newton, dan Hukum III Newton.

1. Hukum I Newton

Hukum I Newton merupakan kesimpulan yang dikemukakan oleh Galileo. Menurut Komang (2010: 2) rumusan hukum I Newton adalah “dalam kerangka inersia, setiap benda akan tetap dalam keadaan diam atau bergerak lurus jika resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut adalah nol”. Secara matematis rumusan dari hukum I Newton dapat ditulis, yaitu :

$$\sum F = 0 \quad (2)$$

Yang dimaksud dengan kerangka inersia adalah kerangka yang berfungsi sebagai acuan yang tidak dapat dipercepat, yang berupa kerangka diam atau

kerangka bergerak beraturan dengan kecepatan konstan, dengan kata lain inersia adalah kecenderungan suatu benda untuk tetap bergerak ketika benda tersebut mulai bergerak. Pada hukum I Newton tidak berlaku untuk kerangka yang tidak inersia dan hanya berlaku jika kerangkanya adalah inersia. Inersia juga sering disebut dengan kelembaman, sehingga hukum I Newton disebut juga hukum kelembaman. Kelembaman adalah kecenderungan suatu benda untuk tidak mudah berubah, baik gerak maupun kecepatannya.

2. Hukum II Newton

Hukum II Newton menjelaskan bagaimana hubungan antara gaya yang bekerja pada suatu benda dengan percepatan, serta bagaimana hubungan antara percepatan dengan massa benda. Newton menemukan hubungan tersebut berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, yaitu percepatan suatu benda sebanding dengan gaya total yang diberikan, dan percepatan tersebut berbanding terbalik dengan massa benda. Hubungan tersebut kemudian dirumuskan dalam hukum II Newton seperti yang dikemukakan oleh Young, Hugh D. & Freedman, Roger A (2002: 101) “jika suatu gaya luar bekerja pada sebuah benda, maka benda akan mengalami percepatan. Arah percepatan tersebut sama dengan arah gaya. Gaya benda sama dengan massa benda dikalikan percepatan benda”. Secara matematis hukum II Newton dituliskan seperti persamaan (3);

$$F = m \cdot a \tag{3}$$

Kesimpulan dari persamaan (3) yaitu besarnya percepatan sebanding dengan gaya. Jadi bila gayanya konstan, maka percepatan yang timbul juga akan konstan. Bila pada benda bekerja gaya, maka benda akan mengalami

percepatan, sebaliknya bila kenyataan dari pengamatan benda mengalami percepatan maka tentu akan ada gaya yang menyebabkannya.

Apabila gaya yang bekerja pada benda lebih dari satu, maka persamaan (3) akan menjadi $\sum F = ma$, dimana m adalah massa benda (kg), a adalah percepatan yang dialami benda (m/s^2), F adalah besarnya gaya yang bekerja pada benda (Newton). Percepatan a merupakan hasil differensial dari kecepatan v terhadap waktu t yaitu $a = \frac{dv}{dt}$, sehingga diperoleh kecepatan dv merupakan perkalian antara percepatan a dengan waktu t dan kita integrasi terhadap v dan t dengan batas-batas v_0 sampai v dan t_0 sampai t , menjadi $\int_{v_0}^v dv = \int_{t_0}^t a dt$. Maka hasil dari integral diperoleh percepatan rata-rata yang didefinisikan sebagai perbandingan perubahan kecepatan terhadap perubahan waktu seperti pada persamaan (4).

$$v - v_0 = a(t - t_0)$$

$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0} \quad (4)$$

Dari persamaan (4) bisa dijelaskan bahwa $v - v_0$ merupakan vektor dan $t - t_0$ adalah skalar, maka a adalah vektor. Jika benda bergerak dari $t_0 = 0$, maka kecepatan benda yaitu

$$v = v_0 + at \quad (5)$$

Oleh karena $v = \frac{dx}{dt}$ atau $dx = v dt$ sehingga $x = \int v dt$. Untuk mendapatkan perpindahan benda x , substitusikan persamaan (5) ke persamaan dx maka $x = \int (v_0 + at) dt$. Apabila persamaan tersebut diselesaikan maka didapatkan persamaan perpindahan benda x seperti pada persamaan (6).

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (6)$$

Jika persamaan (5) disubstitusi ke persamaan (6) maka akan diperoleh persamaan (7).

$$v^2 = v_0^2 + 2ax \quad (7)$$

Pada persamaan (7) v merupakan kecepatan akhir benda kemudian diperoleh percepatan benda yaitu pada persamaan (8).

$$a = \frac{2x}{v^2} \quad (8)$$

Dimana semakin besar perpindahan benda maka kecepatan akhir benda tersebut juga akan semakin besar (Sumarjono, dkk. 2004: 15-16).

3. Hukum III Newton

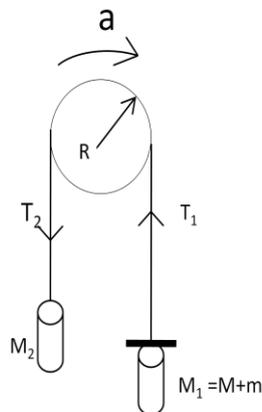
Jika kita perhatikan lebih lanjut, ternyata gaya merupakan hasil interaksi antara dua benda yang mempunyai sifat-sifat tertentu. Setiap gaya mekanik selalu muncul berpasangan sebagai akibat saling interaksi antara dua benda. Pasangan ini disebut dengan pasangan aksi-reaksi yang dirumuskan dalam hukum III Newton seperti yang dikemukakan Sumarjono, dkk (2004: 23) “setiap gaya mekanik selalu muncul secara berpasangan, yang satu disebut gaya aksi dan yang satu lagi disebut gaya reaksi, dimana pasangan gaya aksi-reaksi ini memiliki besar yang sama tetapi arahnya berlawanan”. Secara matematis dituliskan:

$$F_{aksi} = -F_{reaksi} \quad (9)$$

Suatu pasangan gaya disebut aksi-reaksi apabila memenuhi syarat yaitu sama besar, berlawanan arah, bekerja pada satu garis kerja gaya yang sama, tidak saling meniadakan, bekerja pada benda yang berbeda.

C. Gerak Pada Pesawat Atwood

Gerak lurus yang ada pada pesawat atwood bisa dilukiskan seperti Gambar 6. Pada Gambar 6 menunjukkan sebuah sistem yang terdiri dari dua buah silinder yang massanya dibuat sama M_1 dan M_2 dihubungkan dengan tali melalui sebuah katrol. Pada sistem ini gesekan katrol dan massa tali diabaikan, tali dianggap tidak mulur dan tidak pernah slip terhadap katrol.



Gambar 6. Gerak dengan massa digantung pada sebuah katrol

Berdasarkan Gambar 6 bisa dijelaskan yang pertama kita tinjau gerak rotasi yang terjadi pada katrol, dimana gaya yang menyebabkan katrol bisa berputar adalah karena ada gaya yang bekerja pada tali tersebut. Diketahui bahwa gerak rotasi disebabkan karena momen gaya (τ) sehingga momen gaya adalah hasil kali momen inersia (I) dengan percepatan sudut (α), $\sum \tau = I \alpha$, maka apabila diuraikan gaya-gaya yang bekerja, maka $T_1 R - T_2 R = I \alpha$, sehingga didapatkan persamaan (10), dimana T adalah gaya tegangan tali.

$$T_1 - T_2 = \frac{I}{R} \alpha \quad (10)$$

Dengan menggunakan hubungan antara percepatan linear (a) dengan percepatan sudut (α), dimana percepatan sudut (α) adalah hasil bagi percepatan linear (a) dengan jari-jari katrol (R), $\alpha = a/R$, maka didapatkan persamaan (11).

$$T_1 - T_2 = \frac{I}{R^2} a \quad (11)$$

Pada Gambar 6 bisa dijelaskan ketika tidak ada massa tambahan m pada M_2 , maka pada sistem berlaku hukum I Newton. Apabila pada M_2 diberikan massa tambahan m dimana $(M_2+m) > M_1$ yang mengakibatkan (M_2+m) bergerak turun, M_1 bergerak naik dan katrol berotasi. Dengan analogi peristiwa tersebut maka sistem dianggap bergerak lurus berubah beraturan. GLBB yang terjadi yaitu GLBB dipercepat beraturan sesuai dengan hukum II Newton. Karena tali dianggap tidak mulur, maka percepatan (M_2+m) akan sama besarnya dengan percepatan M_1 . Dengan menerapkan hukum II Newton, maka bisa didapatkan percepatan benda a pada persamaan (13). Terlebih dahulu kita harus menetapkan gaya yang searah dengan percepatan benda yaitu gaya berat M_1 mempunyai nilai positif(+), $+w_1$. Dan jika gaya tersebut berlawanan dengan percepatan benda dianggap mempunyai nilai negatif(-) yaitu $-w_2$.

$$\Sigma F = m a$$

$$w_1 - T_1 + T_2 - w_2 = (M_1 + M_2) a$$

$$w_1 - T_1 + T_2 - w_2 = (M_1 + M_2) a$$

$$w_1 - w_2 - (T_1 - T_2) = (M_1 + M_2) a \quad (12)$$

Persamaan (12) diselesaikan dengan cara mensubstitusi persamaan (11) sehingga akan diperoleh percepatan benda seperti pada persamaan (13).

$$a = \frac{M_1 - M_2}{M_1 + M_2 + \frac{I}{R^2}} g \quad (13)$$

Dimana $M_1 = M + m$, dengan mensubstitusi nilai M_1 maka persamaan (13) menjadi:

$$(M + m) - M_2) g = (M + m) + M_2 + m_k) a$$

$$a = \frac{(M+m)-M_2}{(M+m)+M_2+\frac{l}{R^2}} g \quad (14)$$

Bila massa balok $M_2=M$, maka persamaan (14) menjadi:

$$a = \frac{m}{2M+m+\frac{l}{R^2}} g \quad (15)$$

Untuk menentukan nilai percepatan gravitasi maka persamaan (15) menjadi:

$$g = \frac{2M+m+\frac{l}{R^2}}{m} a \quad (16)$$

Berdasarkan persamaan (15) maka percepatan dipengaruhi oleh massa tambahan m dan massa balok baik massa balok M_1 maupun massa balok M_2 . Semakin besar massa balok maka percepatan akan semakin kecil karena percepatan berbanding terbalik dengan massa balok. Apabila massa piringan semakin besar maka percepatan juga akan besar, dimana percepatan berbanding lurus dengan massa piringan. Percepatan tidak dipengaruhi oleh besarnya gaya gravitasi karena gaya gravitasi merupakan konstanta sehingga nilainya akan selalu konstan.

D. Komponen Elektronika

1. Phototransistor

Phototransistor merupakan salah satu komponen yang berfungsi sebagai detektor cahaya yang dapat mengubah efek cahaya menjadi sinyal listrik (Hidayat, dkk, 2011). Mengingat fungsi dari phototransistor itu sendiri maka phototransistor termasuk dalam detektor optik. Phototransistor dapat diterapkan sebagai sensor yang baik, karena memiliki kelebihan dibandingkan dengan komponen lain, yaitu

mampu untuk mendeteksi sekaligus menguatkannya dengan satu komponen tunggal.

Phototransistor memiliki beberapa karakteristik yang sering digunakan dalam perancangan, yaitu:

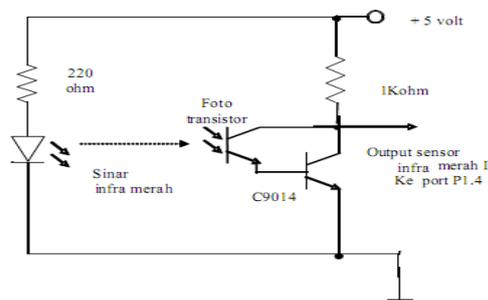
1. Dalam rangkaian jika menerima cahaya akan berfungsi sebagai resistansi.
2. Semakin tinggi intensitas cahaya yang diterima, maka semakin besar pula resistansi yang dihasilkan.
3. Menghantarkan arus saat ada cahaya yang mengenainya.
4. Penerimaan cahaya dilakukan pada bagian basis.
5. Apabila tidak menerima cahaya maka tidak akan menghantarkan arus.

Bentuk phototransistor ditunjukkan oleh Gambar 7.



Gambar 7. Phototransistor(Hidayat, dkk. 2010)

Berdasarkan sifat-sifat dan cara kerja dari phototransistor tersebut, maka perubahan cahaya yang kecil dapat dideteksi. Oleh karena itu phototransistor digunakan sebagai detektor cahaya yang peka. Cara kerja phototransistor yang lebih lengkap bisa dilihat pada Gambar 8.

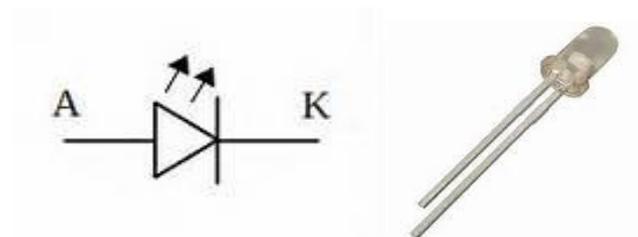


Gambar 8. Rangkaian aplikasi phototransistor dan inframerah (Laxsmy. 2009 :31)

Berdasarkan Gambar 8 cara kerja phototransistor hampir sama dengan transistor biasa. Perbedaannya terletak pada kaki basis, sinyal yang diterima adalah berupa besaran fisik yaitu cahaya. Aktif atau tidaknya phototransistor bisa dilihat dari ada atau tidaknya cahaya yang mengenainya (Laxsmy Devy. 2009: 31)

2. LED Inframerah

LED inframerah adalah dioda yang dapat memancarkan cahaya dengan panjang gelombang lebih panjang dari cahaya yang dapat dilihat, tetapi lebih pendek dari gelombang radio apabila LED inframerah tersebut dilalui arus. Simbol dan bentuk fisik dari LED inframerah diperlihatkan pada Gambar 9.



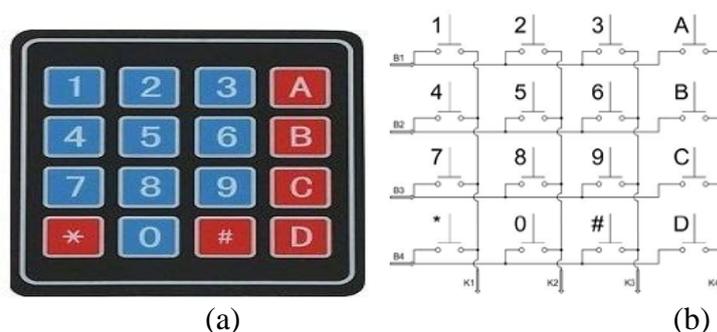
Gambar 9. Lambang LED inframerah dan bentuk fisiknya.

Sebuah LED inframerah membutuhkan arus sebesar 20 mA untuk memancarkan cahaya dengan kecerahan maksimum, meskipun arus sekecil 5 mA pun masih dapat menghasilkan cahaya yang jelas tampak. Jatuh tegangan maju sebuah LED rata-rata adalah 1,5 V, sehingga pasokan tegangan 2 V dapat menyalakan sebagian besar LED dengan kecerahan maksimum. Dengan level-level tegangan yang lebih tinggi, LED dapat terbakar apabila dengan tegangan maju yang diberikan melebihi 2 V. Kita harus menyambungkan resistor pembatas arus secara seri ke sebuah LED.

3. Keypad

Keypad berfungsi sebagai interface antara perangkat (mesin) elektronik dengan manusia atau dikenal dengan istilah HMI (Human Machine Interface). Keypad mempunyai banyak ukuran diantaranya keypad 3×3, 3×4 atau 4×4, yang tersusun dari beberapa push button dan dikonfigurasi antara kolom dengan baris, sehingga sering disebut juga keypad matriks $n \times m$ (n =kolom m =baris). Kolom dan baris ini nantinya yang digunakan untuk pendeteksian penekanan tombol.

Keypad disini menggunakan sistem matrik dimana kolom dan baris yang sama diserikan satu sama lainnya. Perancangannya menggunakan saklar Push Button di setiap tombolnya. Push Button disini mempunyai tiga masukan yakni untuk kolom, baris, dan kommon. Apabila kommon dihubungkan ke ground dan salah satu tombol ditekan maka ketiga masukan akan terhubung, dengan kata lain kolom dan baris berlogika 0, perubahan logika inilah yang diproses oleh mikrokontroler. Sebagai contoh pada Gambar 10 ditunjukkan bahwa pada keypad matriks 4x4 cukup menggunakan 8 pin untuk 16 tombol yang disediakan.



Gambar 10. (a) Bentuk Fisik Keypad Matriks 4x4 (b) Konfigurasi Rangkaian

Berdasarkan Gambar 10 menjelaskan konfigurasi yang dilakukan secara seri yaitu penggunaan baris atau kolom secara bersama, maka tidak mungkin

untuk dapat dilakukan pengecekan dua tombol atau lebih secara bersama dalam satu siklus waktu. Untuk mengetahui penekanan tombol yang dilakukan sebagai input terhadap suatu sistem, maka dilakukan teknik scanning (penyapuan) dari bagian kolom terhadap baris atau sebaliknya sehingga dapat diketahui tombol mana yang ditekan.

4. LCD

LCD merupakan perangkat yang digunakan untuk menampilkan data selain menggunakan seven segment. LCD memberikan beberapa keuntungan dibandingkan dengan perangkat lain untuk menampilkan sebuah data, antara lain hemat energi, ringan dan proses perancangan yang relatif lebih mudah. Disamping itu LCD mampu menampilkan karakter berbasis kode ASCII, dan mampu menampilkan karakter sesuai dengan yang diinginkan.

LCD yang tersedia saat ini terdiri atas LCD grafik dan LCD teks. LCD grafik mampu menampilkan data dalam bentuk image, sedangkan LCD teks akan menampilkan karakter. LCD teks yang umum digunakan adalah 16x2 (16 baris x 2 baris), 20x2 dan 20x4.

Operasi dasar LCD terdiri dari empat kondisi, yaitu instruksi mengakses prose internal, instruksi menulis data, instruksi membaca kondisi sibuk dan instruksi membaca data. Kombinasi instruksi dasar inilah yang dimanfaatkan untuk mengirim data ke LCD. Bentuk fisik LCD diperlihatkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Bentuk LCD 20x4 (Didin. 2006)

Mikrokontroler akan melakukan inisialisasi ketika sistem mulai diaktifkan. Selama proses inisialisasi ini maka akan ditampilkan pesan-pesan yang berhubungan dengan proses tersebut. LCD akan menampilkan kata-kata pembuka dan menunggu hingga user mengaktifkan menu utama. Fungsi dari pin LCD dapat dilihat pada Tabel 1.

LCD hanya memerlukan daya yang sangat kecil, tegangan yang dibutuhkan juga sangat rendah yaitu +5 VDC. Panel TN LCD untuk pengaturan kekontrasan cahaya pada display dan CMOS LCD drive sudah terdapat didalamnya. Semua fungsi display dapat dikontrol dengan memberikan instruksi dan dapat dengan mudah dipisahkan oleh MPU. Hal ini membuat LCD berguna untuk range yang luas dari terminal display unit untuk mikrokomputer dan display unit measuring gages (Putri: 2005).

Tabel 1. Fungsi Pin Pada LCD

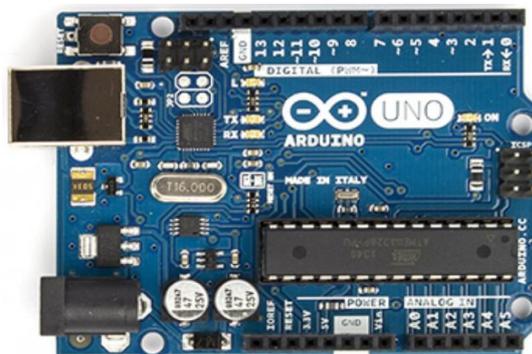
No	Simbol	Level	Keterangan
1	Vss		Dihubungkan ke 0 V (Ground)
2	Vcc		Dihubungkan dengan tegangan supply +5V dengan toleransi $\pm 10\%$.
3	Vee		Digunakan untuk mengatur tingkat kontras LCD.
4	RS	H/L	Bernilai logika „0“ untuk input instruksi dan bernilai logika „1“ untuk input data.
5	R/W	H/L	Bernilai logika „0“ untuk proses „write“ dan bernilai logika „1“ untuk proses „read“.
No	Simbol	level	Keterangan
6	E	H	Merupakan sinyal enable. Sinyal ini akan aktif pada falling edge dari logika „1“ ke logika „0“.
7	DB0	H/L	Pin data D0
8	DB1	H/L	Pin data D1
9	DB2	H/L	Pin data D2
10	DB3	H/L	Pin data D3
11	DB4	H/L	Pin data D4
12	DB5	H/L	Pin data D5
13	DB6	H/L	Pin data D6

14	DB7	H/L	Pin data D7
15	V+BL	-	Back Light pada LCD ini dihubungkan dengan tegangan sebesar 4 – 4,2 V dengan arus 50 – 200 Ma
16	V-BL	-	Back Light pada LCD ini dihubungkan dengan ground

5. Arduino Uno

Arduino Uno adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328. Board ini memiliki 14 digital input / output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya.

Arduino Uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber listrik dipilih secara otomatis. Eksternal (non-USB) daya dapat datang baik dari AC-DC adaptor atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan cara menghubungkannya plug pusat-positif 2.1mm ke dalam board colokan listrik. Lead dari baterai dapat dimasukkan ke dalam header pin Gnd dan Vin dari konektor Power. Bentuk fisik dari Arduino Uno seperti pada Gambar 12.



Gambar 12. Papan Kerja Arduino Uno (Fadilla Zennifa: 2012)

Arduino Uno dapat beroperasi pada pasokan daya dari 7 Volt sampai 12 Volt. Jika diberikan dengan kurang dari 7 Volt, pin-pin Arduino Uno dapat menyuplai kurang dari 5 volt dan board mungkin tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan bisa panas dan merusak board.

Memori pada ATmega328 ini memiliki 32 KB dengan 0,5 KB digunakan untuk loading file. Ia juga memiliki 2 KB dari SRAM dan 1 KB dari EEPROM. Masing-masing dari 14 pin digital pada Uno dapat digunakan sebagai input atau output dan beroperasi di 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal dari 20-50 K Ω .

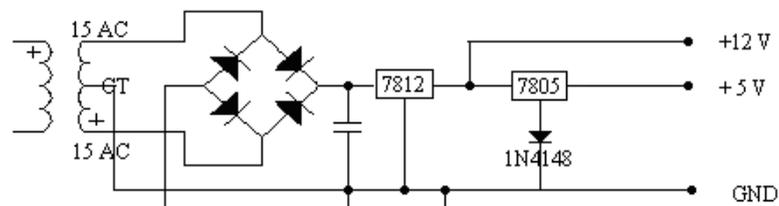
Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Firmware Arduino menggunakan USB driver standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke board Arduino. RX dan TX LED di board akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer. ATmega328 ini juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Fungsi ini digunakan untuk melakukan komunikasi interface pada sistem.

6. Catu Daya Teregulasi

Power supply merupakan suatu peralatan yang sangat penting karena hampir semua peralatan elektronika memerlukan tegangan DC untuk mengoperasikannya. Power supply (catu daya) adalah suatu alat yang mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC.

Catu daya teregulasi dapat dibangun dari IC regulator tegangan. IC regulator tegangan ini diantaranya adalah seri IC 78XX dan 79XX, dimana IC ini akan memberikan regulator tegangan sesuai yang diinginkan. Hal ini senada dengan yang dinyatakan oleh Sutrisno (1999) yaitu: “Untuk regulasi tegangan yang tidak terlalu ketat kita dapat gunakan regulator tegangan IC tiga terminal. Regulator ini dikenal sebagai seri 78XX dan 79XX. Regulator IC 78XX adalah regulator tegangan positif untuk XX Volt, sedangkan 79XX adalah regulator tegangan negatif untuk XX Volt”.

Tegangan teregulasi yang diharapkan dapat diperoleh dengan memilih seri IC regulator yang sesuai. Sebagai contoh IC 7812 artinya tegangan regulasi yang diberikan adalah 12 Volt dan IC 7805 tegangan regulasinya 5 Volt. Salah satu catu daya teregulasi dengan tegangan keluaran dapat divariasikan sesuai contoh diatas seperti Gambar 13.



Gambar 13. Rangkaian Catu Daya Teregulasi

Tegangan DC teregulasi diperoleh dengan cara terlebih dahulu menurunkan tegangan bolak-balik (AC) dari PLN melalui sebuah transformator step-down. Tegangan AC yang telah diturunkan kemudian disearahkan dengan menggunakan empat dioda yang membentuk penyearah sistem jembatan. Pada keluaran dari penyearah dihubungkan dengan kapasitor sebagai filter, sehingga dihasilkan tegangan keluaran DC tak teregulasi.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data serta pembahasan terhadap set eksperimen pesawat atwood digital menggunakan sensor phototransistor berbasis Arduino Uno328 ini maka dapat dirumuskan beberapa kesimpulan:

1. Spesifikasi performansi set eksperimen ini terdiri dari 2 buah tiang pesawat atwood, katrol dan tempat penggantung, 2 buah klem berlubang, 1 klem tidak berlubang, massa benda M , massa tambahan m , benang juga kotak rangkaian elektronika. Tiang sistem terbuat dari balok besi dengan panjang masing-masing 150 meter. Klem terbuat dari besi dilengkapi penjepit bagian belakang berguna untuk menguatkan pada tiang. Pada klem tersebut dipasang sensor phototransistor dan LED inframerah sebagai sumber cahaya. Sensor berfungsi untuk mendeteksi benda pada gerak lurus. Kemudian kotak yang merupakan tempat diletakkannya rangkaian elektronika pembangun sistem. Rangkaian elektronika pembangun sistem ini terdiri dari kit Arduino dan rangkaian catu daya teregulasi serta modul LCD.

2. Hasil spesifikasi desain dari sistem adalah sebagai berikut:

Ketepatan dari sistem ini cukup tinggi yaitu untuk hasil pengukuran waktu tempuh benda memiliki ketepatan rata-rata sistem 94.73% dengan persentase kesalahan rata-rata sistem 0.052%. Ketepatan alat ukur untuk pengukuran kecepatan benda yaitu 96.10 % dengan persentase kesalahan 0.038%. Ketepatan alat ukur untuk pengukuran percepatan benda yaitu 95.19% dengan persentase kesalahan 0.048%. Ketepatan alat ukur untuk pengukuran

percepatan gravitasi yaitu 98.93% dengan persentase kesalahan 0.012%. Ketelitian rata-rata dari sistem pengukuran juga cukup tinggi. Ketelitian rata-rata pengukuran waktu tempuh adalah 0.998 dengan standar deviasi rata-rata 0.019 dan kesalahan relatif rata-rata yaitu 0.024%. Ketelitian rata-rata untuk mengukur kecepatan yaitu 0.9786 dengan standar deviasi rata-rata 0.009357 dan persentase kesalahan relatif rata-rata 0.02017 %. Ketelitian rata-rata untuk mengukur percepatan yaitu 0.9774 dengan standar deviasi rata-rata 0.0103 dan persentase kesalahan relatif rata-rata 0.035%. Ketelitian rata-rata untuk mengukur percepatan gravitasi yaitu 0.9919 dengan standar deviasi rata-rata 0.068243 dan persentase kesalahan relatif rata-rata 0.0069%.

B. Saran

Berdasarkan pembahasan yang telah dipaparkan, maka sebagai saran dalam tindak lanjut pengembangan penelitian tentang sistem ini adalah:

1. Set eksperimen pesawat atwood digital ini dapat dimanfaatkan sebagai sarana penunjang di laboratorium Fisika, khususnya laboratorium Fisika Dasar dan laboratorium sekolah.
2. Set eksperimen pesawat atwood digital ini terbatas pada memvariasikan jarak. Dimana semakin dekat jarak sensor akan maka nilai percepatan gravitasi benda akan semakin tinggi. Hal ini bisa diatasi dengan memperkirakan jarak akan yang akan mungkin untuk mendapatkan nilai percepatan gravitasi.
3. Pengembangan selanjutnya sebaiknya menggunakan sensor dalam mengetahui jarak tempuh benda. Agar lebih cepat dan mudah dalam melakukan pengamatan dan proses perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aang Sukendar,dkk. (2013). “Pembuatan Sistem Otomasi untuk Pengaturan Mekanisme Kerja Mesin Cetak Kerupuk Menggunakan Mikrokontroler Atmega”. *Jurnal Fema* (Volume 1. Nomor 1. Januari 2013).Hlm:33.
- Asnal Effendi. *FISIKA 1: Modul bab 5 Gerak Lurus Beraturan dan Gerak Lurus Berubah Beraturan*.
- Didin Wahyudi. 2006. *Belajar Mudah Mikrokontroler AT89S52 dengan Bahasa BASIC Menggunakan BASCOM-8051*. Yogyakarta : ANDI.
- Fadilla Zennifa. 2012. *Perancangan dan Implementasi Pengontrol Suhu Ruangan dengan Menggunakan Sensor LM35 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*. Universitas Andalas:Padang.
- Feri Djuandi. 2011. *Pengenalan Arduino*. www.tobuku.com diakses pada tanggal 16 November 2014
- Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika*, Edisi Kelima. Jakarta: Erlangga
- Ian arif rahman. 2013. *Mesin Atwood Sebagai Alat Peraga Hukum Newton*. Universitas Negeri Jakarta
- Jones, L.D. (1995). *Electronic Instrumens and Measurement*. Second Edition. Prentice Hall International, Inc.
- Kirkup, L. (1994). *Experimental Method An Introduction to The Analysis and Presentation of Data*. John Willey & Sons, Singapore.
- Komang Suardika. 2010. *Percobaan Pesawat Atwood*.
- Laxsmy Devy. 2009. “Pengaturan Parkir Kendaraan Masuk/Keluar Area Parkir Dan Membantu Pengemudi Saat Parkir Berbasis Mikrokontroller”. *ISSN : 2085-6989*. (Elektron: Vol. 1 No. 2, Edisi: Desember 2009). Hlm: 31.
- Mohammad, Jhoni. 2011. *Desain dan Implementasi Alat Penghitung Kecepatan dan Waktu Menggunakan Mikrokontroler Pada gerak Jatuh Bebas*.
- Osram.2014.*Silicon NPN Phototransistor*. www.osram.com diakses pada tanggal 17 Februari 2015
- Prayoga Wiguna. 2011. *Teori Pesawat Atwood*. <https://www.scribd.com/doc/-Percobaan-Pesawat-Atwood> diakses pada tanggal 25 September 2014
- Riko Sibigo.2013. *Belajar Tiada Henti Phototransistor*. Diakses pada tanggal 17 Februari 2015

Sanub.2012.*Modul Gerak Lurus*. <http://sanubdk.files.wordpress.com/modul-glibb>
diakses pada tanggal 21 Januari 2015

Sumarjono, dkk. 2004. Common Textbook (Edisi Revisi): *Fisika Dasar I*.
Universitas Negeri Malang.

Teguh Sasmito.2010.*Fisika*.<http://teguhsasmitosdp.files.wordpress.com/bab33.pdf>
diakses pada tanggal 21 Januari 2015

Wasino, dkk. 2013. “Pengembangan Pesawat Atwood Berbasis Sensor LDR
(Light Dependent Resistor) sebagai Alat Peraga GLB Dan GLBB”. *Jurnal
Pendidikan Fisika Indonesia*. Radiasi.Vol.3.No.2. Hlm: 107-108.

Young, Hugh D. & Freedman, Roger A. 2002. *Fisika Universitas* (terjemahan).
Jakarta : Penerbit Erlangga.