

**PEMBUATAN SET EKSPERIMEN GERAK MELINGKAR BERBASIS
MIKROKONTROLER DAN SENSOR PHOTODIODA DENGAN
TAMPILAN LCD**

SKRIPSI

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



Oleh:

ANNISA MUTHIA

1201463 / 2012

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2016**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Pembuatan Set Eksperimen Gerak Melingkar Berbasis Mikrokontroler dan Sensor Photodiode dengan Tampilan LCD

Nama : Annisa Muthia

NIM / BP : 1201463 / 2012

Program Studi : Fisika

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 13 Mei 2016

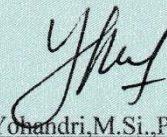
Disetujui Oleh :

Pembimbing I



Dr. Yulfitri, S.Pd, M.Si
NIP. 19730702 200312 2 002

Pembimbing II



Yohandri, M.Si., Ph.D
NIP. 19780725 200604 1 003

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Annisa Muthia
NIM / TM : 1201463 / 2012
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan judul

PEMBUATAN SET EKSPERIMEN GERAK MELINGKAR BERBASIS MIKROKONTROLER DAN SENSOR PHOTOIDIODA DENGAN TAMPILAN LCD

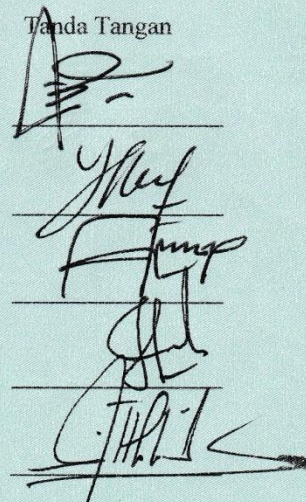
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Fisika Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 13 Mei 2016

Tim Penguji

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

Tanda Tangan



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 kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah lazim.

Padang, 13 Mei 2016

Yang menyatakan



Annisa Muthia

ABSTRAK

Annisa Muthia : Pembuatan Set Eksperimen Gerak Melingkar Berbasis Mikrokontroler dan Sensor Photodiode dengan Tampilan LCD

Fisika adalah salah satu ilmu dasar dari Ilmu Pengetahuan Alam. Eksperimen adalah suatu kegiatan yang penting dalam fisika. 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. Set eksperimen gerak melingkar yang ada pada saat sekarang ini masih bersifat manual dan masih memiliki tingkat kesalahan yang cukup besar. Penelitian untuk menghasilkan sistem eksperimen gerak melingkar yang stabil perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui spesifikasi performansi dan spesifikasi desain pembuatan set eksperimen gerak melingkar berbasis mikrokontroler dan sensor photodiode dengan tampilan LCD.

Penelitian ini termasuk ke dalam penelitian eksperimen laboratorium. Pengumpulan data dilakukan melalui pengukuran terhadap besaran fisika yang terdapat dalam besaran-besaran pada gerak melingkar. Teknik pengukuran yang dilakukan adalah pengukuran secara langsung dan tidak langsung. Pengukuran langsung dilakukan terhadap kecepatan sudut, kecepatan linear dan tegangan keluaran sensor photodiode. Pengukuran tidak langsung dilakukan untuk menentukan ketepatan dan ketelitian. Data yang didapatkan melalui pengukuran dan dianalisis melalui dua cara yaitu secara statistik dan grafik.

Berdasarkan hasil analisis data dapat diungkapkan beberapa hasil penelitian. Pertama, set eksperimen gerak melingkar ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang berfungsi untuk mengolah hasil keluaran dari sensor dan mengubah hasil keluaran sensor dengan keluaran yang diharapkan. Tampilan hasil pengukuran dari set eksperimen gerak melingkar menggunakan LCD. Sensor yang digunakan adalah sensor photodiode yang berfungsi untuk mencacah waktu putaran dalam n putaran. Kedua, set eksperimen gerak melingkar ini memiliki persen ketepatan pada roda seporos, bersinggungan, dan setali adalah 98,5%, 98,5%, dan 98,2%. Untuk ketelitian pada roda seporos, bersinggungan, dan setali adalah 0,992, 0,98, dan 0,987.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa kita curahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Penelitian berjudul **“Pembuatan Set Eksperimen Gerak Melingkar Berbasis Mikrokontroler dan Sensor Photodiode dengan Tampilan LCD”** ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

Tugas Akhir ini peneliti selesaikan dengan bantuan, bimbingan, arahan dan petunjuk dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si, sebagai Pembimbing I dan Bapak Yohandri, M.Si, Ph.D, sebagai pembimbing II atas segala bantuan yang tulus ikhlas memberikan motivasi, bimbingan, arahan, dan saran dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Drs. H. Asrizal, M.Si, Bapak Drs. Hufri, M.Si, dan Bapak Zuhendri Kamus, S.Pd, M.Si sebagai dosen penguji pada Tugas Akhir ini.
3. Bapak Prof. H. Lufri, M.S, sebagai Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

4. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si, selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
5. Ibu Syafriani, M.Si, Ph.D sebagai Ketua Prodi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
6. Bapak Drs. Gusnedi M.Si sebagai penasehat akademis.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
8. Staff administrasi dan Laboran di Laboratorium Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
9. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.
10. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan do'a dan dukungan moril maupun materi.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih terdapat beberapa kelemahan atau kekurangan. Sehingga peneliti mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk sempurnanya Tugas Akhir ini dimasa mendatang. Terakhir, peneliti berharap semoga Tugas Akhir ini memberi manfaat dalam pengembangan teknologi dan instrumentasi serta menambah khazanah ilmu pengetahuan pembaca.

Padang, April 2016

Peneliti

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Pembatasan Masalah.....	4
C. Perumusan Masalah.....	4
D. Pertanyaan Penelitian.....	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Sistem Pengukuran.....	7
B. Spesifikasi Suatu Alat Ukur.....	8
C. Metode Eksperimen.....	9
D. Gerak Melingkar.....	10
E. Elektronika Pendukung Sistem.....	17
1. Sensor Photodiode.....	17
2. Liquid Crystal Display.....	18
3. Power Supply.....	20
4. Mikrokontroler Arduino Uno.....	21

5. Hubungan Keluaran Sensor dengan Kecepatan Roda – Roda.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	26
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	26
B. Jenis Penelitian.....	26
1. Model Penelitian.....	26
2. Variabel Penelitian.....	26
3. Alat dan Bahan.....	27
4. Desain Penelitian.....	27
C. Prosedur Penelitian.....	31
D. Teknik Pengumpulan Data.....	33
E. Teknik Analisis Data.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
A. Hasil Penelitian.....	37
B. Pembahasan.....	54
BAB V PENUTUP.....	56
A. Kesimpulan.....	56
B. Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
Gambar 1. Gerak melingkar pada lingkaran	11
Gambar 2. Posisi sudut benda pada busur lingkaran.....	12
Gambar 3. Roda dengan poros yang sama	15
Gambar 4. Roda dihubungkan dengan rantai	16
Gambar 5. Roda saling bersinggungan	16
Gambar 6. Sensor photodiode	18
Gambar 7. Bentuk LCD	19
Gambar 8. Rangkaian display LCD	19
Gambar 9. Rangkaian power supply	20
Gambar 10. Papan kerja arduino uno Rev3	22
Gambar 11. Roda dengan poros yang sama dan pencacah	24
Gambar 12. Roda dihubungkan dengan rantai dan pencacah	24
Gambar 13. Roda saling bersinggungan dan pencacah.....	25
Gambar 14. Blok diagram set eksperimen gerak melingkar	27
Gambar 15. Desain set eksperimen gerak melingkar.....	28
Gambar 16. Diagram alir program	30
Gambar 17. a) Bentuk sensor dan b) roda gigi pada alat	38
Gambar 18. Tiang penyangga dari set eksperimen gerak melingkar	39
Gambar 19. Foto hasil desain set eksperimen gerak melingkar	39
Gambar 20. Box set eskperimen gerak melingkar.....	40
Gambar 21. Tampilan LCD.....	41

Gambar 22. Rangkaian penyusun set eksperimen gerak melingkar	42
Gambar 23. Hasil desain gerak melingkar pada hubungan jari – jari terhadap kecepatan sudut dan kecepatan linear	43
Gambar 24. Hasil desain gerak melingkar pada roda dengan poros yang sama ...	44
Gambar 25. Hasil desain set eksperimen gerak melingkar pada roda saling bersinggungan	45
Gambar 26. Hasil desain gerak melingkar pada roda dihubungkan dengan satu rantai	46
Gambar 27. Grafik hubungan jari – jari dengan : a) kecepatan sudut b) kecepatan linear	47
Gambar 28. Grafik hubungan nilai kecepatan sudut pada roda seporos	48
Gambar 29. Grafik hubungan nilai kecepatan linear pada roda seporos.....	49
Gambar 30. Grafik hubungan nilai kecepatan sudut pada roda saling bersinggungan	50
Gambar 31. Grafik hubungan nilai kecepatan linear pada roda saling bersinggungan	51
Gambar 32. Grafik hubungan nilai kecepatan sudut pada roda dengan satu rantai	52
Gambar 33. Grafik hubungan nilai kecepatan linear pada roda dengan satu rantai	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Hal
Lampiran 1. Data Kecepatan Sudut dan Kecepatan Linear dengan Variasi Jari – Jari.....	60
Lampiran 2. Data untuk Roda dengan Poros yang Sama.....	61
Lampiran 3. Data untuk Roda Saling Bersinggungan.....	63
Lampiran 4. Data untuk Roda dengan Satu Rantai	65
Lampiran 5. Program Pembuatan Set Eksperimen Gerak Melingkar Berbasis Mikrokontroler dan Sensor Photodiode dengan Tampilan LCD	67

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) pada era globalisasi sekarang ini mengalami peningkatan yang sangat pesat. Perkembangan IPTEK telah banyak menghasilkan peralatan yang dapat mempermudah pekerjaan manusia dalam keperluan industri dan ilmiah. Hasil IPTEK tersebut telah banyak memberikan kemudahan dan keuntungan bagi manusia. Salah satu disiplin ilmu yang memberikan andil cukup besar dalam perkembangan teknologi itu adalah fisika.

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. Apabila teori yang sudah ada dibuktikan dalam eksperimen dan hasilnya tidak sama antara teori dengan eksperimen maka akan muncul teori baru. Teori baru yang lahir dibuktikan lagi dengan eksperimen.

Set eksperimen gerak melingkar yang ada pada saat sekarang ini masih bersifat manual dan masih memiliki tingkat kesalahan yang cukup besar. Ada beberapa faktor yang menyebabkan kesalahan dalam melakukan eksperimen diantaranya kesalahan kalibrasi, kesalahan pengukuran, kesalahan alat, kesalahan paralaks, kesalahan pengolahan data dan lain sebagainya. Selain itu set eksperimen yang masih manual ini juga membutuhkan waktu yang cukup lama

dalam melakukan eksperimennya. Sehingga dalam pembelajaran pun akan lama mendapatkan kesimpulan antara eksperimen dan teorinya.

Salah satu eksperimen yang ada di fisika adalah gerak melingkar pada piringan. Piringan tersebut diletakkan pada suatu sumbu dan diputar secara manual. Piringan diputar sampai sepuluh kali putaran, bersamaan dengan itu langsung dihitung waktunya menggunakan stopwatch. Setelah didapatkan waktu untuk sepuluh kali putaran, kemudian data-data ini diolah menjadi parameter-parameter yang ada kaitannya dengan gerak melingkar. Setelah didapatkan hasil olahan data, dikaitkan hasil olahan data dengan konsep fisika tentang gerak melingkar tersebut.

Untuk mengatasi masalah di atas diperlukan set eksperimen gerak melingkar yang bersifat digital. Mengikuti kemajuan zaman dalam era digital dimana hampir semua peralatan dapat berfungsi secara otomatisasi. Dengan memanfaatkan kemajuan ini maka penggunaan peralatan praktikum fisika dalam pembelajaran juga dapat dibuat secara otomatis berbasis teknologi sensor dan digital (Yulkifli, 2015). Set eksperimen gerak melingkar yang bersifat digital ini dirancang untuk menghasilkan parameter – parameter yang berkaitan dengan gerak melingkar. Ada beberapa parameter fisika pada gerak melingkar. Parameter fisika itu antara lain kelajuan linear, kecepatan sudut, frekuensi dan periode. Kecepatan sudut (ω) yaitu perubahan dari perpindahan sudut persatuan waktu. Biasanya kecepatan sudut dinyatakan dalam radian/detik, derajat perdetik, putaran perdetik (rps) atau putaran permenit (rpm). Periode yaitu waktu yang dibutuhkan

oleh benda bergerak melingkar dalam satu kali putaran. Frekuensi yaitu banyaknya jumlah putaran dalam satu detik.

Penelitian tentang gerak melingkar telah dilakukan oleh Elsi (2006). Melalui penelitian yang dilakukan oleh Elsi (2006) diperoleh suatu set eksperimen gerak melingkar menggunakan piringan dengan pengontrolan laju motor DC secara digital. Dimana data yang dihasilkan ditampilkan pada LCD dan dapat memberikan informasi mengenai kecepatan sudut, jumlah putaran dan kecepatan linearnya. Alat ini hanya bisa digunakan untuk mengukur satu variasi piringan sehingga pemahaman tentang konsep fisika pada gerak melingkar belum cukup.

Berdasarkan masalah di atas penelitian ini diperlukan agar lebih memahami lagi tentang konsep fisika pada gerak melingkar. Pada pelajaran fisika tentang gerak melingkar kita mengetahui adanya tentang hubungan roda-roda. Dalam penelitian ini, set eksperimen dirancang untuk dapat menentukan hubungan antara roda – roda. Secara teori diketahui bahwa hubungan roda – roda ada tiga macam yaitu sepusat, bersinggungan dan dihubungkan dengan tali. Dengan memvariasikan jumlah putaran dan kecepatan putar didapatkan waktu putaran, kecepatan sudut, dan kecepatan linear. Data yang didapatkan akan ditampilkan dalam LCD. Pengukuran gerak melingkar ini menggunakan sensor photodiode dan laser agar lebih mudah dan efisien. Alasannya adalah sensor photodiode dan laser mempunyai tegangan keluaran sudah dalam (Volt) dan tidak perlu lagi rangkaian tambahan. Tegangan keluaran dari sensor photodiode bisa dilanjutkan ke arduino dan data masukan tersebut diolah untuk menghasilkan keluaran yang diharapkan.

Berdasarkan masalah yang dipaparkan di atas, maka perlu dirancang sebuah set eksperimen gerak melingkar secara digital dengan spesifikasi desain dan spesifikasi performansi yang lebih baik. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk mengajukan penelitian dengan judul “Pembuatan Set Eksperimen Gerak Melingkar Berbasis Mikrokontroler dan Sensor Photodiode dengan Tampilan LCD”

B. Pembatasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan lebih terarah maka peneliti merasa perlu membatasi masalah dalam penelitian ini. Sebagai pembatasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Besaran yang terukur hanya, frekuensi, kecepatan sudut, dan kecepatan linear setelah diolah di mikrokontroler serta ditampilkan di LCD.
2. Spesifikasi performansi meliputi identifikasi fungsi setiap bagian pembentuk sistem alat ukur.
3. Spesifikasi desain yang diteliti meliputi ketepatan dan ketelitian alat.

C. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini. Sebagai perumusan masalah pada penelitian ini adalah “Bagaimana spesifikasi performansi dan spesifikasi desain dari set eksperimen gerak melingkar berbasis mikrokontroler dan sensor photodiode dengan tampilan LCD ?”

D. Pertanyaan Penelitian

Untuk menjawab permasalahan dalam penelitian ini perlu dikemukakan pertanyaan penelitian. Sebagai pertanyaan penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana spesifikasi performansi dari set gerak melingkar berbasis mikrokontroler dan sensor photodiode dengan tampilan LCD?
2. Bagaimana spesifikasi desain dari gerak melingkar berbasis mikrokontroler dan sensor photodiode dengan tampilan LCD?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat set eksperimen gerak melingkar berbasis mikrokontroler dan sensor photodiode dengan tampilan LCD. Sedangkan tujuan khusus penelitian ini adalah:

1. Menentukan spesifikasi performansi dari set eksperimen gerak melingkar berbasis mikrokontroler dan sensor photodiode dengan tampilan LCD.
2. Menentukan spesifikasi desain berupa ketepatan dan ketelitian alat dari set eksperimen gerak melingkar berbasis mikrokontroler dan sensor photodiode dengan tampilan LCD.

F. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat pada:

1. Kelompok kajian Elektronika dalam pengembangan instrumentasi berbasis Elektronika, khususnya dalam sistem digitalisasi gerak melingkar.
2. Jurusan Fisika, untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan dalam bidang kajian Elektronika dan dalam upaya pengembangan instrumentasi berbasis elektronika.
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 instrumentasi serta dalam pengembangannya.
5. Peneliti, sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi fisika S1 dan pengembangan diri dalam bidang penelitian fisika.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Pengukuran

Sistem adalah kumpulan dari elemen-elemen yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Sistem merupakan kumpulan komponen apapun baik fisik yang saling berhubungan satu sama lain dan bekerja sama secara harmonis untuk mencapai satu tujuan tertentu (Istiningsih, 2009). Jadi, sistem adalah tolak ukur dari pencapaian suatu tujuan.

Pengukuran didefinisikan sebagai suatu proses membandingkan suatu besaran dengan besaran lain yang sejenis yang dipakai sebagai satuan (Budi, 2006). Besaran merupakan sesuatu yang dapat diukur yang dinyatakan dengan angka atau nilai yang memiliki satuan. Pengukuran suatu besaran biasanya dilakukan menggunakan alat ukur. Alat ukur dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu alat ukur analog dan digital.

Alat ukur analog merupakan alat ukur yang hasil pengukurannya ditunjukkan oleh jarum pada skala meter. Alat ukur analog adalah sebuah alat yang digunakan untuk menunjukkan nilai dari besaran yang akan diukur pada sebuah skala yang kontinu (Cooper, 1991). Pembacaan dilakukan dengan cara melihat skala yang ditunjukkan langsung oleh alat ukur. Dalam pembacaan skala ini sering terjadi kesalahan, sehingga data pengukuran yang didapatkan kurang tepat.

Alat ukur digital menggunakan jumlah digit tertentu untuk menampilkan hasil pengukuran. Alat ukur digital adalah sebuah alat yang hasil pengukurannya diperlihatkan dalam bentuk angka atau sebagai pengganti defleksi jarum penunjuk

pada alat ukur analog. (Cooper, 1991) Pemakaian sistem digital ini telah banyak menggantikan sistem analog karena hasil pengukuran menggunakan alat ukur digital lebih mudah dan lebih akurat. Pembacaan alat ukur digital biasanya menggunakan display seven segment, LCD atau dihubungkan ke komputer.

B. Spesifikasi Suatu Alat Ukur

Sistem pengukuran dirancang untuk memenuhi spesifikasi tertentu. Spesifikasi merupakan pendeskripsian secara mendetail tentang produk hasil penelitian. Menurut Ilham (2009) “Spesifikasi adalah ukuran (metrik) dan nilai dari ukuran tersebut (nilai metrik)”. Secara umum spesifikasi digolongkan atas dua tipe yaitu spesifikasi performansi dan spesifikasi desain.

1. Spesifikasi Performansi

Spesifikasi performansi mengidentifikasi fungsi-fungsi dari setiap komponen pembentuk sistem. Spesifikasi performansi biasa disebut juga dengan spesifikasi fungsional. Spesifikasi performansi merupakan suatu proses membuat spesifikasi kerja yang akurat dari rancangan yang diperlukan. Spesifikasi performansi yang meliputi kualitas dan kuantitas pembentuk sistem yang dapat memberikan kemudahan dalam penggunaannya (Bakri,2001).

Untuk mengetahui spesifikasi performansi suatu sistem dapat dilakukan pengamatan dan pengukuran terhadap sistem tersebut. Pengamatan dilakukan terhadap sistem secara keseluruhan, misalnya memotret komponen-komponen yang digunakan, mengukur panjang dan lebar alat untuk mengetahui dimensi sistem, atau mengukur besar input yang diberikan oleh sistem. Sehingga dengan demikian dapat dijelaskan secara rinci spesifikasi performansi dari sistem.

2. Spesifikasi Desain

Spesifikasi desain sering juga disebut sebagai spesifikasi produk. Spesifikasi produk adalah metrik dan nilai metrik yang harus dicapai oleh sebuah produk dan bukan bagaimana produk harus bekerja (Ilham, 2009). Spesifikasi desain tergantung pada sifat alami dari material yang digunakan. Spesifikasi desain menjelaskan tentang karakteristik statik produk, toleransi, bahan pembentuk sistem, ukuran sistem, dan dimensi sistem. Karakteristik statik suatu sistem meliputi akurasi, presisi, resolusi, dan sensitivitas.

Akurasi merupakan kedekatan (*closeness*) nilai yang terbaca pada alat ukur dengan nilai yang sebenarnya. Akurasi ditentukan dengan cara mengkalibrasi sistem pada suatu kondisi operasi tertentu. Sistem yang baik memiliki akurasi mendekati 100%. Presisi didefinisikan sebagai kemampuan suatu alat ukur untuk menghasilkan nilai yang sama pada pengukuran berulang. Presisi ditentukan melalui percobaan berulang, menggunakan sistem yang sama terhadap objek yang sama pada suatu besaran yang sama. Resolusi, yaitu perubahan terkecil yang dapat diukur pada instrumen atau tanggapan respon terkecil dari instrumen tadi. Sensitivitas, yaitu kepekaan instrumen terhadap impuls yang diberikan (Fraden, 2003).

C. Metode Eksperimen

Menurut Sudirman, metode eksperimen adalah cara penyajian pelajaran, dimana siswa melakukan percobaan dengan mengalami dan membuktikan sendiri sesuatu yang dipelajari (Sudirman, 1991). Menurut M. Ali, metode eksperimen adalah percobaan tentang sesuatu. Dalam hal ini setiap siswa bekerja sendiri-

sendiri. Pelaksanaan lebih memperjelas hasil belajar, karena setiap siswa mengalami dan melakukan kegiatan percobaan (M. Ali, 2000).

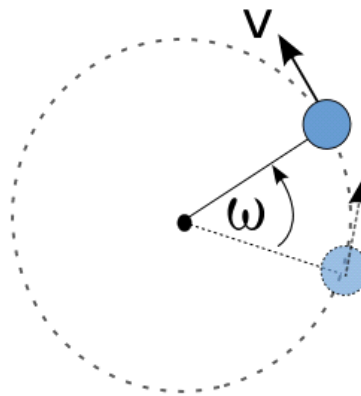
Menurut Nana Sudjana, metode eksperimen adalah metode mengajar yang sangat efektif sebab membantu siswa untuk mencari jawaban dengan usaha sendiri berdasarkan data yang benar (Nana Sudjana, 2000). Sesuai ulasan yang dinyatakan dalam metode eksperimen di atas bahwa metode eksperimen adalah suatu cara penyampaian pengajaran dengan melakukan kegiatan percobaan untuk menemukan sendiri apa yang dipelajari baik secara individu maupun kelompok, sehingga siswa mampu mengecek kebenaran suatu hipotesis atau membuktikan sendiri apa yang dipelajari. Pada penelitian, kegiatan eksperimen mengacu pada Lembar Kerja Siswa (LKS) yang dibuat. Sesuai dengan karakteristik metode eksperimen yaitu LKS harus terdapat variabel-variabel yang diidentifikasi, yang meliputi variabel manipulasi, variabel respon, dan variabel kontrol.

D. Gerak Melingkar

Gerak melingkar adalah gerak suatu benda yang membentuk lintasan berupa lingkaran mengelilingi suatu titik tetap. Gerak melingkar beraturan adalah gerakan suatu benda atau titik massa dengan kelajuan konstan mengelilingi suatu lingkaran yang memiliki jari-jari yang sama. Agar suatu benda dapat bergerak melingkar ia membutuhkan adanya gaya yang selalu membelokkannya menuju pusat lintasan lingkaran (Supriyono, 2004).

Gaya sentripetal adalah gaya yang diberikan benda berputar dan membelokkannya menuju pusat lingkaran. Pendapat ini sesuai dengan Supriyono (2004) yang menyatakan bahwa “gaya sentripetal adalah gaya yang diperlukan

oleh benda yang berputar untuk menuju ke pusat lingkaran”. Suatu gerak melingkar beraturan dapat dikatakan sebagai suatu gerak dipercepat beraturan, mengingat perlu adanya suatu percepatan yang besarnya tetap dengan arah yang berubah, yang selalu mengubah arah gerak benda agar menempuh lintasan berbentuk lingkaran. Penjelasan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Gerak melingkar pada lingkaran
(Sumber Dwiyl: 2009)

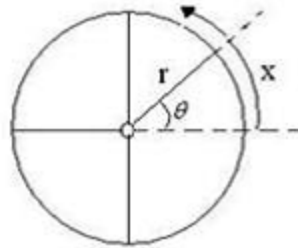
Gambar 1 menjelaskan jika suatu benda bergerak mengelilingi lingkaran dengan kelajuan konstan, maka arah kecepatan gerak itu akan selalu tetap. Arah putaran itu selalu berubah, dan arah kecepatan selalu menyinggung lingkaran. Dengan demikian v selalu tegak lurus terhadap garis yang ditarik melalui garis pusat lingkaran ke sekeliling lingkaran tersebut.

Dalam gerak lurus dikenal tiga besaran utama yaitu perpindahan, kecepatan dan percepatan. Gerak melingkar juga memiliki tiga komponen tersebut, yaitu perpindahan sudut, kecepatan sudut dan percepatan sudut. Pada gerak lurus kita juga mengenal Gerak Lurus Beraturan dan Gerak Lurus Berubah Beraturan. Dalam gerak melingkar juga terdapat Gerak Melingkar Beraturan (GMB) dan Gerak Melingkar Berubah Beraturan (GMBB).

Besaran-besaran pada gerak melingkar adalah sudut (θ), kecepatan sudut (ω) dan percepatan sudut (α) (Alexander, 2008). Besaran-besaran ini bila dianalogikan dengan gerak linier setara dengan posisi, kecepatan dan percepatan atau dilambangkan berturut-turut dengan posisi (r), kecepatan (v) dan percepatan.

1. Besar Sudut

Besar sudut dapat dinyatakan dalam berbagai satuan. Misalnya derajat ($^{\circ}$), untuk satu putaran penuh sebesar 360° setara dengan 2π radian. Hal ini bahwa 360° setara dengan 2π radian. Nilai radian dalam sudut adalah perbandingan antara jarak linear x dengan jari-jari roda (Alexander, 2008). Posisi sudut pada lingkaran dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Posisi sudut benda pada busur lingkaran

Seperti yang terlihat pada Gambar 2, nilai radian dalam sudut adalah perbandingan antara jarak linear x dengan jari-jari roda r . Jadi diperoleh hubungan dipergunakan untuk menyatakan posisi suatu titik yang bergerak melingkar.

$$\theta(rad) = \frac{x}{r} \quad (1)$$

Dimana x = jarak yang ditempuh benda dalam gerak melingkar, r = jari-jari lingkaran. Jika panjang busur sama dengan jari-jari, maka $\theta = 2\pi$ radian.

2. Frekuensi Dan Periode

Waktu yang diperlukan oleh benda untuk satu kali berputar mengelilingi lingkaran di sebut waktu edar atau periode dan diberi notasi T . Banyaknya putaran per detik disebut frekuensi. Hubungan antara periode (T) dan frekuensi (f) dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$T = \frac{n}{t} \qquad f = \frac{1}{T} \qquad (2)$$

Persamaan 2 menyatakan bahwa periode merupakan waktu yang diperlukan oleh benda untuk menempuh lintasan satu lingkaran penuh. Sedangkan frekuensi merupakan banyaknya lintasan lingkaran penuh yang ditempuh benda dalam waktu satu sekon (Dwi, 2004).

3. Kecepatan Linear

Kecepatan yang dimiliki benda ketika bergerak melingkar dengan arah menyinggung lintasan putarannya disebut kecepatan linear. Kecepatan linear akan selalu menyinggung lintasan lingkaran yang memiliki panjang lintasan yang sama dengan keliling lingkaran. Jika dalam waktu T detik ditempuh jalan sepanjang keliling lingkaran ialah $2\pi R$, maka kelajuan untuk mengelilingi lingkaran dapat dirumuskan :

$$v = \frac{s}{T} \qquad (3)$$

Dimana v = kecepatan linear, s = jarak tempuh benda, dan T = periode yang dibutuhkan dalam bergerak. Kecepatan linear sebanding dengan jarak tempuh partikel yang bergerak melingkar dan berbanding terbalik dengan periode (Alexander, 2008).

4. Kecepatan Angular Dan Kecepatan Sudut

Dalam gerak melingkar beraturan, kecepatan sudut atau kecepatan angular untuk selang waktu yang sama selalu konstan. Kecepatan sudut didefinisikan sebagai besar sudut yang ditempuh tiap satu satuan waktu. Untuk partikel yang melakukan gerak satu kali putaran, didapatkan sudut yang ditempuh $\theta = 2\pi$ dan waktu tempuh $t = T$. Berarti, kecepatan sudut (ω) pada gerak melingkar beraturan dapat dirumuskan:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (4)$$

Kecepatan sudut (ω) merupakan besarnya sudut yang telah ditempuh dalam satuan waktu (Alexander, 2008). Dimana ω adalah kecepatan sudut dari gerak melingkar dan T adalah perioda. Dari persamaan diatas dapat dirumuskan untuk mencari kecepatan adalah:

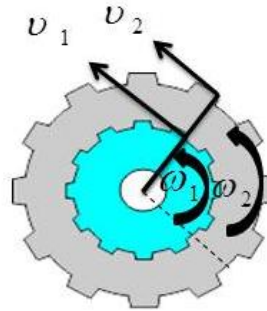
$$v = \omega R = 2\pi R \quad (5)$$

Kecepatan benda yang bergerak melingkar sebanding dengan jumlah putaran gerak melingkar dengan jari-jari lingkaran.

5. Hubungan Roda-Roda

a. Hubungan roda dengan poros yang sama

Pada kasus ini dua roda berbeda ukuran berada pada satu poros yang sama. Akibatnya kedua roda mempunyai kecepatan sudut yang sama dengan arah yang sama. Karena panjang jari-jari roda berbeda, ada yang besar ada yang kecil maka kecepatan liniernya berbeda. Semakin besar ukuran (jari-jari) roda maka akan semakin besar kecepatan liniernya. Hubungan roda dengan poros yang sama dapat dilihat pada Gambar 3.



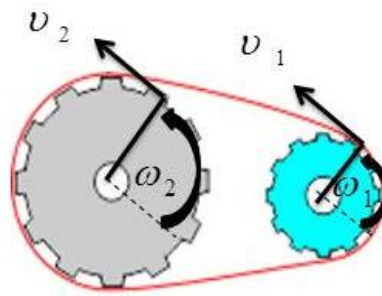
Gambar 3. Roda dengan poros yang sama
(Sumber : rumushitung.com)

Gambar 3 menjelaskan bahwa roda dengan poros yang sama mempunyai kecepatan sudut yang sama dengan arah yang sama, sehingga didapatkan hubungan antara kecepatan sudut dengan kecepatan linear dapat dilihat pada Persamaan 6.

$$\begin{aligned}\omega_1 &= \omega_2 \\ \frac{v_1}{R_1} &= \frac{v_2}{R_2}\end{aligned}\tag{6}$$

b. Dua roda dihubungkan satu rantai

Ketika dua roda kita hubungkan dengan sebuah rantai, maka kedua roda tersebut akan memiliki kecepatan linier yang sama (sama dengan kecepatan gerak rantai). Tidak hanya besar kecepatan liniernya yang sama tapi juga arah dari gerakan roda. Dalam hubungan roda ini yang berbeda adalah kecepatan sudutnya. Roda yang dihubungkan dengan rantai dapat dilihat pada Gambar 4.



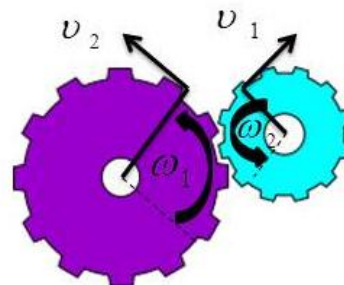
Gambar 4. Roda dihubungkan dengan rantai
(Sumber : rumushitung.com)

Gambar 4 menjelaskan bahwa roda yang dihubungkan dengan rantai mempunyai kecepatan linear yang sama dan arah yang sama, sehingga didapatkan hubungan antara kecepatan sudut dengan kecepatan linear dapat dilihat pada Persamaan 7.

$$\begin{aligned} v_1 &= v_2 \\ \omega_1 \times R &= \omega_2 \times R \end{aligned} \quad (7)$$

c. Roda saling bersinggungan

Pada kasus ini roda saling bersinggungan satu sama lain. Sistem hubungan roda ini mirip dengan poin dua tetapi yang membedakannya adalah arah kecepatan liniernya yang berbeda. Jadi kecepatan linier sama tapi berbeda arah dan kecepatan sudutnya berbeda. Untuk roda saling bersinggungan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Roda saling bersinggungan
(Sumber : rumushitung.com)

Gambar 5 menjelaskan bahwa roda yang saling bersinggungan mempunyai kecepatan linear yang sama dan arah yang berbeda, sehingga didapatkan hubungan antara kecepatan sudut dengan kecepatan linear dapat dilihat pada Persamaan 8.

$$\begin{aligned} v_1 &= v_2 \\ \omega_1 \times R &= \omega_2 \times R \end{aligned} \tag{8}$$

D. Elektronika Pendukung Sistem

1. Sensor Photodiode

Sensor adalah sebuah perangkat yang menerima stimulus dan merespon dengan suatu sinyal listrik. Stimulus yaitu sebuah nilai properti atau kondisi yang di rasakan dan di ubah kedalam sinyal listrik (Yulkifli, 2013). Secara umum sensor didefinisikan sebagai piranti yang mengubah besaran fisis menjadi besaran listrik (Yulkifli, 2011).

Sensor photodiode merupakan piranti semikonduktor dengan struktur sambungan p-n yang dirancang untuk beroperasi bila dibiaskan dalam keadaan terbalik, untuk mendeteksi cahaya. Ketika energi cahaya dengan panjang gelombang yang benar jatuh pada sambungan photodiode, arus mengalir dalam sirkuit eksternal. Komponen ini kemudian akan bekerja sebagai generator arus yang arusnya sebanding dengan intensitas cahaya itu. Cahaya diserap di daerah penyambungan atau daerah *intrinsic* menimbulkan pasangan electron-hole yang mengalami perubahan karakteristik elektris ketika energi cahaya melepaskan pembawa muatan dalam bahan ini. Sehingga menyebabkan berubahnya konduktivitas. Hal ini menyebabkan sensor photodiode menghasilkan arus atau

tegangan listrik jika terkena cahaya (Johannes, 2007). Bentuk fisik dari sensor photodiode dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Sensor photodiode

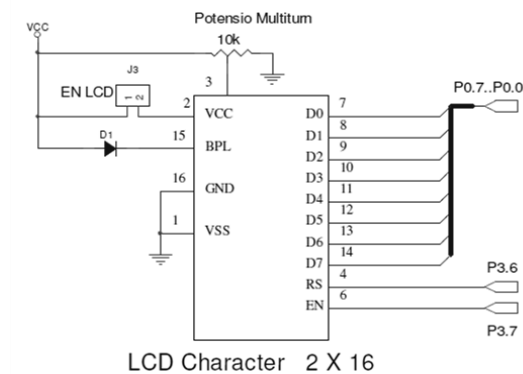
Sensor photodiode peka terhadap cahaya, sumber cahaya yang digunakan adalah laser. Jika antara photodiode dan laser terhalang maka tidak ada arus yang mengalir. Photodiode tersebut dalam keadaan terputus sehingga output pada sensor akan berlogika 1. Sebaliknya jika antara photodiode dan laser tidak terhalang maka cahaya yang masuk akan menimbulkan arus. Photodiode tersebut dalam keadaan on sehingga output pada sensor akan berlogika 0. Keluaran dari sensor photodiode adalah tegangan, tegangan tersebut yang akan dikonversikan menjadi keluaran yang diinginkan (Fraden, 2003).

2. *Liquid Crystal Display*

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan perangkat yang digunakan untuk menampilkan data. 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 sesuai dengan yang diinginkan. Bentuk fisik LCD dan rangkaian display LCD dapat dilihat seperti pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Bentuk LCD

Gambar 8. Rangkaian display LCD
(Triwiyanto, 2009)

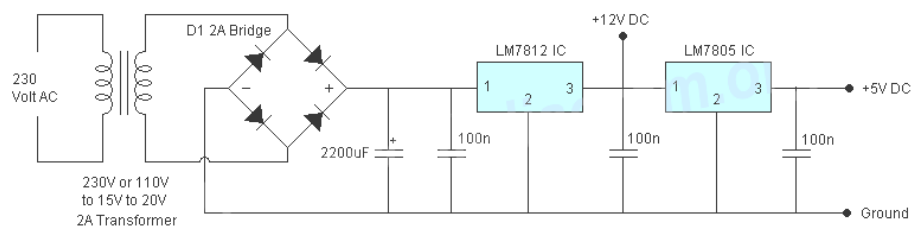
Gambar 8 merupakan rangkaian display LCD, display karakter pada LCD ini diatur oleh pin EN, RS dan RW. Jalur EN diset *Enable* untuk memberitahu LCD bahwa data sedang dikirim. Untuk itu, program EN harus dibuat logika low “0” dan set pada dua jalur kontrol yang lain RS dan RW. Ketika dua jalur yang lain telah siap, set EN dengan logika “1” dan tunggu untuk sejumlah waktu tertentu (sesuai dengan datasheet dari LCD tersebut) dan berikutnya set EN ke logika low “0” lagi.

Jalur RS adalah jalur *register select*. Ketika RS berlogika low “0”, data akan dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti *clear screen*, posisi kursor dan lain-lain). Ketika RS berlogika *high* “1”, data yang dikirim adalah data teks yang akan ditampilkan pada display LCD. Jalur RW adalah jalur kontrol *Read/ Write*. Ketika RW berlogika low (0), maka informasi pada bus data

akan dituliskan pada layar LCD. Ketika RW berlogika *high* "1", maka program akan melakukan pembacaan memori dari LCD. Sedangkan pada aplikasi umum pin RW selalu diberi logika low "0" (Triwiyanto, 2009).

3. Power Supply

Sebuah power supply adalah suatu perangkat yang menyalurkan energi listrik, menurunkan tegangan AC serta mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC. Power supply merupakan komponen yang dibutuhkan hampir untuk semua peralatan elektronika. Hal ini disebabkan pada umumnya untuk mengoperasikan peralatan elektronika dibutuhkan tegangan DC. Power supply dibangun dengan menggunakan IC regulator tegangan. Sutrisno (1999) menyatakan bahwa untuk regulasi tegangan yang tak terlalu besar dapat menggunakan IC tiga terminal yang dikenal dengan 78xx dan 79xx. Contoh untuk mendapatkan tegangan teregulasi 12 volt digunakan IC 7812. Rangkaian catu daya teregulasi dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Rangkaian power supply

Gambar 9 merupakan salah satu contoh rangkaian power supply yang paling sering ditemui dalam dunia elektronika. Hanya dengan menggunakan beberapa komponen inti dari power supply yakni satu buah dioda bridge atau 4 buah dioda biasa dan satu buah kapasitor. Dioda bridge atau 4 buah dioda biasa ini digunakan

sebagai penyearah gelombang bolak balik yang dihasilkan oleh trafo step down atau trafo penurun tegangan dan kapasitor digunakan sebagai penghilang riak gelombang yang telah disearahkan oleh dioda bridge.

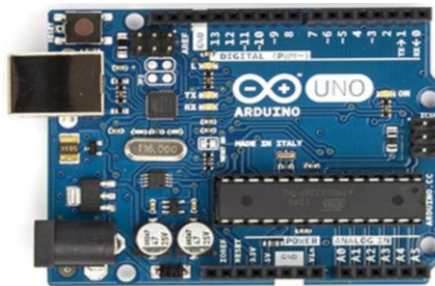
Tegangan 220 volt dari listrik PLN diturunkan oleh trafo atau transformator penurun tegangan yang menerapkan perbandingan lilitan, dimana perbandingan lilitan dari suatu transformator akan mempengaruhi perbandingan tegangan yang dihasilkan. Tegangan yang dihasilkan oleh trafo masih berbentuk gelombang AC dan harus disearahkan dengan menggunakan penyearah. Rangkaian penyearah yang digunakan memanfaatkan 4 buah dioda yang telah dirancang untuk bisa meloloskan kedua siklus gelombang AC menjadi satu arah saja. Pada keluaran dari penyearah dihubungkan dengan kapasitor sebagai filter, sehingga dihasilkan keluaran DC.

4. Mikrokontroler Arduino Uno

Mikrokontroler merupakan suatu komponen elektronika yang dapat diprogram dan memiliki kemampuan untuk mengeksekusi langkah-langkah yang telah diprogram. Menurut (Yohandri, 2013) mikrokontroler sudah dilengkapi dengan peripheral pendukung sehingga membentuk sebuah komputer lengkap dalam level chip, secara sederhana mikrokontroler adalah sebuah IC yang terdiri atas ROM, RAM, parallel I/O, serial I/O, counter, dan *clock circuit*. Istilah lain dalam menggambarkan mikrokontroler adalah pengontrol yang kecil, karena fungsinya dapat sebagai pengontrol objek, proses atau kejadian.

Arduino Uno adalah kit berbasis mikrokontroler ATmega328. Kit ini memiliki 14 pin input / output digital dan 6 diantaranya adalah pin output PWM, 6

input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB dan tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung kerja mikrokontroler. Arduino Uno dapat aktif apabila terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan yang bisa diperoleh dari adaptor AC-DC ataupun baterai untuk menggunakannya.. Bentuk fisik dari Arduino Uno seperti yang terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Papan kerja arduino uno Rev3

Arduino Uno dapat beroperasi pada tegangan 7 Volt sampai 12 Volt. Memori pada ATmega328 ini memiliki 32 KB dengan 0,5 KB digunakan untuk penanaman program, 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 .

Menurut Guntoro (2013) arduino memiliki beberapa kelebihan diantaranya adalah:

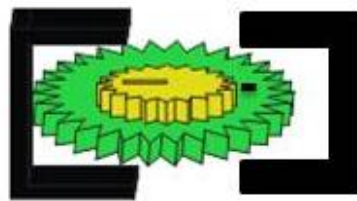
- a. Arduino telah dilengkapi dengan *bootloader* didalamnya sehingga tidak perlu menggunakan *chip* programmer karena *bootloader* akan menangani *upload* program dari komputer.
- b. Arduino memiliki sarana komunikasi USB, sehingga untuk laptop yang tidak memiliki port komunikasi serial bisa menggunakannya.
- c. *Software* arduino telah dilengkapi dengan *library* yang cukup lengkap sehingga programnya relatif lebih mudah.
- d. Arduino memiliki modul siap pakai seperti ethernet, SD card, dll yang dapat ditancapkan pada *board* Arduino.

5. Hubungan Keluaran Sensor Photodiode dengan Kecepatan Roda – Roda

Secara teori telah dijelaskan bahwa keluaran dari sensor photodiode adalah tegangan. Ketika sensor photodiode tidak terhalang pulsa yang dihasilkan adalah berlogika 1 (*high*), output sensor sama dengan 1, dan pada kondisi ini sensor menghasilkan tegangan sebesar 4,99 Volt. Keadaan ini di analogikan seperti saklar dalam keadaan tertutup dan sensor dalam keadaan aktif. Ketika sensor photodiode terhalang pulsa yang dihasilkan adalah berlogika 0 (*low*), output sensor sama dengan 0 (*no*), dan pada kondisi ini sensor tidak menghasilkan tegangan. Keadaan ini di analogikan seperti saklar dalam keadaan terbuka dan sensor tidak aktif.

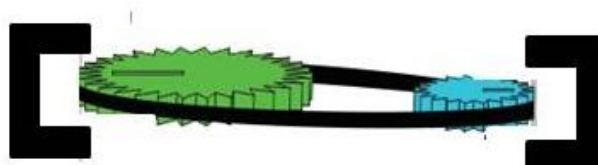
Keluaran sensor tersebut dapat mencacah banyak putaran(n) dalam waktu t detik. Dari nilai n dan t akan didapatkan nilai frekuensi(f), kecepatan sudut (ω), dan kecepatan linear(v) pada gerak melingkar tersebut. Sehingga didapatkan kecepatan pada roda – roda.

Pada dua roda dengan poros yang sama, kedua sensor diletakkan pada kedua roda. Kemudian sensor photodiode akan mencacah waktu putaran dalam n putaran dan didapatkan nilai kecepatan roda – roda. Hasil yang seharusnya didapat adalah kedua roda tersebut mempunyai nilai kecepatan sudut dan arah putar yang sama. Analogi tersebut dapat dilihat seperti Gambar 11.



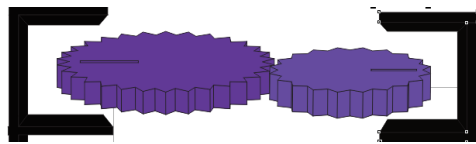
Gambar 11. Roda dengan poros yang sama dan pencacah

Pada dua roda dihubungkan dengan rantai, kedua sensor diletakkan pada kedua roda. Kemudian sensor photodiode akan mencacah waktu' putaran dalam n putaran dan didapatkan nilai kecepatan roda – roda. Hasil yang seharusnya didapat adalah kedua roda tersebut mempunyai nilai kecepatan linear dan arah putar yang sama. Analogi tersebut dapat dilihat seperti Gambar 12.



Gambar 12. Roda dihubungkan dengan rantai dan pencacah

Pada dua roda saling bersinggungan, kedua sensor diletakkan pada kedua roda. Kemudian sensor photodiode akan mencacah waktu putaran dalam n putaran dan didapatkan nilai kecepatan roda – roda. Hasil yang seharusnya didapat adalah kedua roda tersebut mempunyai nilai kecepatan linear yang sama tetapi mempunyai arah putar yang berbeda. Analogi tersebut dapat dilihat seperti Gambar 13.



Gambar 13. Roda saling bersinggungan dan pencacah

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari pembahasan mengenai set eksperimen gerak melingkar berbasis mikrokontroler dan sensor photodiode yang telah diuraikan, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Spesifikasi performansi set eksperimen gerak melingkar terdiri dari rangkaian power supply, rangkaian mikrokontroler arduino uno, sensor photodiode, dan LCD. Rangkaian power supply berfungsi sebagai catu daya dengan keluaran 9 volt dan 12 volt. Sensor yang digunakan adalah sensor photodiode yang berfungsi sebagai pencacah waktu putaran dalam satu putaran. Sehingga didapatkan kecepatan sudut dan kecepatan linear dari gerak melingkar tersebut. Rangkaian mikrokontroler Arduino Uno berfungsi untuk mengolah keluaran sensor agar sesuai dengan keluaran yang diharapkan. Keluaran berupa kecepatan sudut dan kecepatan linear akan ditampilkan di LCD.
2. Hasil spesifikasi desain set eksperimen gerak melingkar ini adalah sebagai berikut:
 - a. Ketepatan dari set eksperimen gerak melingkar ini cukup baik. Pada roda dengan poros yang sama didapatkan ketepatan relatif 0,985 dan presentase kesalahan rata – rata adalah 1,51% dengan presentase ketepatan 98,5%. Pada roda saling bersinggungan didapatkan ketepatan relatif 0,985 dan presentase kesalahan rata – rata 1,474% dengan presentase ketepatan 98,5%. Pada roda dengan satu rantai didapatkan ketepatan relatif 0,982

dan presentase kesalahan rata – rata 1,704% dengan presentase ketepatan 98,2%.

- b. Ketelitian dari set ekeperimen gerak melingkar ini juga cukup baik. Untuk ketelitian rata – rata dari set eksperimen gerak melingkar adalah pada roda dengan poros yang sama adalah 0,992 dengan standar deviasi rata – rata 0,0025 dan kesalahan relatif rata – rata yaitu 0,324%. Pada roda saling bersinggungan memiliki ketelitian rata – rata 0,98 dan kesalahan relatif rata – rata 0,968% dengan standar deviasi 0,00037. Pada roda dengan satu rantai memiliki ketelitian rata – rata 0,986 dan kesalahan relatif rata – rata 0,543% dengan standar deviasi 0,00025.

B. Saran

Berdasarkan pembahasan yang telah dipaparkan maka dapat dikemukakan saran sebagai berikut:

1. Sistem gerak melingkar ini bisa digunakan pada Laboratorium Fisika sekolah khususnya sekolah menengah atas yang mempelajari tentang gerak melingkar.
2. Selain bisa ditampilkan lewat LCD, diharapkan sistem gerak melingkar bisa dihubungkan ke Personal Computer (PC) yang nantinya akan menjadi pedoman pada praktikum.
3. Sistem ini masih memerlukan tambahan mekanik agar berputarnya bisa seimbang sehingga dalam pengukuran dapat mengurangi presentase kesalahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander. 2008. *Fisika untuk kelas XI*. Guru muda: Jakarta
- Ali, Muhammad. 2000. *Guru dalam Proses Belajar Mengajar*. Bandung : Sinar Baru Algesindo.
- Bakri, Ilham. 2010. *Spesifikasi Awal Produk*. (Online), (<http://www.scribd.com/>, diakses 28 November 2015).
- Budi Purwanto. 2010. *LCD (Liquid crystal display)*. <http://digilib.ittelkom.ac.id>. diakses 4 Februari 2016.
- Cooper, William. 1991. *Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran* (Sahat Takpahan. Terjemahan). Jakarta: Erlangga.
- Fraden, Jacob. 2003. *Handbook of Modern Sensors*. Newyork: Springer.
- Guntoro, Helmi dkk. 2013. “Rancang Bangun Magnetic Door Lock Menggunakan Keypad dan Solenoid Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno”. *Jurnal Electrans*, Vol.12, No.1, Maret 2013, 39-48.
- Istiningsih. 2009. *Pengertian Sistem dan Analis Sistem*. Jakarta: Universitas Gunadarma
- Kirkup. 1994 . *Experimental Method An Introduction to The Analysis and Presentation of Data*. Singapore : John Willey & Sons.
- Pandiangan, Johannes. 2007. *Perancangan Dan Penggunaan Photodiode Sebagai Sensor Penghindar Dinding Pada Robot Forklift*. Medan: USU.
- Rohman,Fathor. 2009. *Prototype Alat Pengukur Kecepatan Aliran dan Debit Air (Flowmeter) dengan Tampilan LCD*. Jakarta : Universitas Gunadarma
- Samadikun, Samaun, dkk. 1989. *Sistem Instrumentasi Elektronika*. Bandung: ITB
- Sudirman. 1991. *Ilmu Pendidikan*. Bandung : Remaja Rosda Karya.
- Sudjana, Nana. 2000. *Dasar-Dasar Proses Belajar Mengajar*. Jakarta : Sinar Baru Algesindo.
- Supriyanto, Sumarno. 2006. *Fisika untuk SMA/MA kelas X*. Semarang: Aneka Ilmu
- Sutrisno. 1999. *Elektronika Lanjut Teori dan Penerapan*. Bandung: ITB

- Triwiyanto. 2009. *Petunjuk Praktikum Microcontroller AT89sXXX Trainer Kit (Edisi V2.0-Update)*. Surabaya: Poltekes Depkes Surabaya.
- Yohandri. 2013. *Mikrokontroler dan Antar Muka*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Yulkifli. 2011. *Sensor Fluxgate*. Padang : Universitas Negeri Padang
- Yulkifli. 2013. *Sistem Sensor Dan Aplikasinya*. Padang : Universitas Negeri Padang
- Yulkifli. 2015. *Rancang Bangun Alat-alat Praktikum Berbasis Sensor dan Teknologi Digital Untuk Medukung Pembelajaran Fisika*. Padang : Seminar Nasional Pembelajaran Fisika
- Yunior, Elsi. 2006. *Pembuatan Sistem Eksperimen Gerak Melingkar dengan Pengontrolan Laju Motor DC Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535 dan Sensor Optocoupler*. Padang: Universitas Negeri Padang