

RANCANG BANGUN PERCOBAAN GERAK ROTASI BERBASIS MIKROKONTROLER

Amalia Dwi Indrianti

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

Email: amaliadwi87@gmail.com

Abstrak

Penelitian skripsi ini dilaksanakan dengan tujuan merancang dan mengetahui karakteristik kit eksperimen gerak rotasi phototransistor dan untuk menentukan nilai percepatan sudut dan momen inersia berbasis mikrokontroler. Penelitian ini meliputi sistem mekanik dan sistem elektrik. Sistem mekanik meliputi lempengan utama dan step pulley dibantu dengan tali sebagai penggerak lempeng utama, massa beban sebagai gaya (F). Sistem elektronik meliputi sensor phototransistor sebagai *photogate* untuk menentukan nilai percepatan sudut. Pengambilan data dilakukan dengan beberapa variabel diantaranya percobaan pertama menggunakan step pulley 1,5 dengan massa beban yang di ubah ubah dari 150-400 gr sehingga diperoleh error terbesar 5,4%. Pada percobaan kedua menggunakan step pulley 2,0 cm dengan error terbesar 9,1% dan percobaan ketiga menggunakan step pulley 2,5 cm dengan error terbesar 7,0%. Penelitian ini juga menentukan nilai momen inersia dimana pada percobaan pertama menggunakan step pulley 1,5 dengan nilai 475 Nm. Pada percobaan kedua menggunakan 2,0 dengan nilai 360 Nm. Pada percobaan ketiga menggunakan step pulley 2,5 cm nilai 360 Nm. Penelitian ini masih terdapat kekurangan karena massa lempeng yang digunakan masih kurang berat sehingga alat berputar kurang maksimal.

Kata Kunci : percepatan sudut, momen inersia, step pulley, phototransistor, mikrokontroler

Abstract

This thesis research was conducted with the goal of designing and knowing the characteristics of the experimental kit phototransistor rotational motion and to determine the value of the angular acceleration and moment of inertia based on microcontroller. This study covers the mechanical systems and electrical systems. Mechanical system includes the main slab and a step pulley drive aided by ropes as the main plate, the mass of the load as the force (F). Electronic system includes a phototransistor as a photogate sensor to determine the angular acceleration values. Data were collected by several variables including the first experiments using pulleys step 1.5 with mass load is changed from 150-400 gr change in order to obtain the greatest error of 5.4%. In a second experiment using a step pulley 2.0 cm by 9.1% and the biggest error the third experiment using a step pulley 2, 5 cm in greatest error of 7.0%. The study also determined the value of the moment of inertia where the first experiment using a step pulley of 1.5 to 470 Nm. In a second experiment using 2.0 of 360 Nm. In the third experiment using step pulleys 2.5cm of 360 Nm. This research is still a shortage because of the mass of the plates used are less heavy so the tool rotates less than the maximum.

Keywords : angular acceleration, moment of inertia, step pulley, a phototransistor, a microcontroller.

PENDAHULUAN

Fisika dibangun berdasarkan pengalaman empiris dan analisis, dimana konsep-konsep diperoleh melalui penalaran, pengamatan fakta dan data hasil gejala di lapangan. Analisis matematis sangat diperlukan dalam mempelajari fisika, kemudian hasil analisa tersebut perlu adanya eksperimen pengujian lapangan untuk mengetahui kebenaran hipotesis, demikian eksperimen penelitian merupakan bagian penting dalam mempelajari fisika. Sehingga didalam mempelajari konsep rotasi perlu adanya alat eksperimental agar mempermudah mahasiswa serta siswa untuk mempelajari konsep konsep fisika yang berkaitan dengan konsep rotasi.

Percepatan sudut adalah laju perubahan kecepatan sudut terhadap waktu. Pada satuan SI,

percepatan sudut diukur dalam radian per detik kuadrat (rad/s^2), dan biasanya dilambangkan oleh abjad Yunani Alfa (α) (Novri dkk, 2014). Untuk mendapatkan nilai percepatan sudut menggunakan sensor *Photogate*. *Photogate Timer* alat dengan dilengkapi timer digital untuk kegiatan laboratorium. *Photogate* menggunakan *infrared bean*. Sebuah *Light Emitting Diode* (LED) di salah satu lengan *photogate* memancarkan sinar inframerah dari celah yang sempit. Selama sinar dapat melewati detektor yang berada di lengan *Photogate* lainnya, sinyal waktu tidak akan menunjukkan perubahan. Ketika sebuah objek menghalangi sinar sehingga tidak bisa melewati detektor, maka sinyal waktunya akan berubah (Scientific pasco, 1987).

Pemilihan sensor pada penelitian ini menggunakan sensor phototransistor. Sensor ini

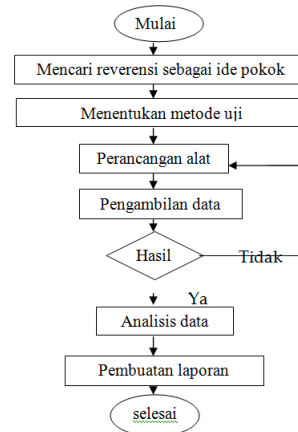
dapat diterapkan sebagai sensor yang baik, karena memiliki kelebihan dibandingkan dengan sensor lain. Phototransistor memiliki sambungan kolektor–basis yang besar dan dengan cahaya dapat membangkitkan pasangan lubang elektron. Bahan utama Phototransistor adalah silikon atau germanium sama seperti pada transistor jenis lainnya. Phototransistor juga memiliki dua tipe seperti transistor yaitu tipe NPN dan PNP. Phototransistor sebenarnya tidak beda jauh dengan transistor pada umumnya, hanya saja phototransistor ditempatkan dalam satu material yang transparan sehingga memungkinkan cahaya mengenainya. Sedangkan untuk mikrokontroler yang digunakan yaitu mikrokontroler ATmega-328. Arduino ATmega-328 mikrokontrolernya terdiri dari 14 input dan output analog dan digital pin- Kabel listrik jack digunakan untuk menghubungkan papan Arduino dengan Pc (Sudan R. dkk,2015)

Beberapa alat peraga telah banyak yang dikembangkan untuk menunjang materi kuliah ini salah satunya dari PASCO yaitu *Rotational Apparatus*. Cara penggunaan sensornya yaitu dengan cara melilitkan tali pada spindel kemudian ujung tali diberi Hanging Mass sehingga piringan utama akan berputar melewati sensor. Kemudian data akan muncul pada interface PC sehingga dapat disajikan data yang dibutuhkan. Serta penelitian yang dilakukan oleh (Hendra., 2009) tentang konsep rotasi.

Jumlah alat yang terbatas sering tidak memenuhi kebutuhan mahasiswa. Jika diperlukan perawatan atau perbaikan alat tidak ada cadangannya. Saat alat dari PASCO tersebut mengalami gangguan dan harus diperbaiki maka jadwal praktikum pun harus ditunda sampai alat tersebut selesai diperbaiki. Akan tetapi dalam berkembangnya teknologi seperti sekarang ini banyak ditemukan sensor prinsip kerjanya hampir sama dengan alat PASCO dan dengan harga yang relatif murah dengan demikian penelitian ini memotivasi untuk membuat alat praktikum tentang percepatan sudut dimana alat menggunakan sensor phototransistor yang dirancang dan dibuat sendiri memiliki keunggulan apabila terjadi kesalahan maka akan segera diperbaiki.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektronika Dasar dan Instrumentasi. Langkah penelitian secara umum digambarkan dalam diagram alir seperti di bawah ini:



Gambar prosedur penelitian

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan massa beban yang bervariasi yaitu 150 sampai dengan 400 dengan media lempeng dan step pulley sebagai media lilitan dan menggunakan tali sebagai alat sebagai penggerakannya. Kemudian ujung tali diberi beban massa dimana massa tersebut yang membuat lempengan utama bergerak. Saat lempengan utama bergerak sensor phototransistor akan membaca hasil putaran.

Hasil dari sensor phototransistor akan diolah oleh mikrokontroler yang dimana hasil yang diperoleh merupakan percepatan sudut dan untuk menentukan nilai momen inersia digunakan persamaan rumus, sebagai berikut ;

$$I = \frac{\alpha}{\tau}$$

Dimana α merupakan percepatan sudut I merupakan momen inersia dan τ adalah torsi



Gambar rancang bangun percobaan gerak rotasi

Variabel operasional yang digunakan dalam penelitian ada tiga variabel yaitu variabel kontrol, variabel manipulasi, dan variabel respons. Variabel kontrol adalah suatu variabel atau besaran yang tidak dapat diubah dari awal sampai akhir saat pengambilan data, dalam penelitian ini yang menjadi variabel kontrol adalah piringan utama. Variabel manipulasi adalah suatu variabel atau

besaran yang dapat diubah sesuai yang berpengaruh terhadap hasil suatu penelitian, dalam penelitian ini yang menjadi variabel manipulasi adalah massa beban (*hanging mass*), spindel pada lempengan utama yang digunakan untuk menggerakkan tali pada penelitian ini di mana terdapat 3 tingkatan yang berbeda ukuran. Variabel respons adalah variabel atau besaran yang menghasilkan data akhir, di mana pada penelitian ini variabel responsnya adalah percepatan sudut, momen inersia, jarak antara sumbu dengan tali dan gaya keseluruhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kit yang digunakan pada percobaan ini merupakan kit gerak rotasi yang menggunakan sensor photodiode berbasis mikrokontroler.

Faktor yg telah terjadi pada penelitian ini, sehingga peneliti menyarankan kepada peneliti selanjutnya untuk menggunakan pendingin peltier 2 atau pendingin yang baik dikarenakan pemanasan yang terlalu lama membuat pendingin ikut panas dan suhu sekitar sangat mempengaruhi penelitian ini

Pengukuran waktu percepatan dan momen inersia pada Step Pulley 1,5cm :

Tabel hasil pengukuran waktu percepatan dan momen inersia pada step pulley 1,5 cm :

Massa (g)	F (N)	τ (Nm)	R (m)	I teori	α (rad/s) alat	α (rad/s) pasco	Error %
150	150	1434	21,5	0,015	0,029	0,0285	5,3
200	200	1484	22,3	0,015	0,028	0,028	1,1
250	250	1534	23,0	0,015	0,026	0,026	3,8
300	300	1584	23,8	0,015	0,024	0,0242	3,7
350	350	1634	24,5	0,015	0,022	0,0221	5,4
400	400	1684	25,3	0,015	0,021	0,0206	2,9

Berdasarkan tabel diatas dengan variabel perubahan berupa massa beban diperoleh perubahan waktu percepatan dan juga nilai momen inersia. Data tersebut didapatkan dari hasil pengukuran alat yang dibuat. Dengan pembandingnya yaitu sensor photogate pasco yang terdapat di laboratorium eksperimen. Pengumpulan data dilakukan dengan 6 kali percobaan seperti pada tabel 4.2. kesalahan terbesar yaitu pada percobaan ke 5 pada alat sebesar 0,023 Rad/s dan perbandingan sensor photogate sebesar 0,022 Rad/s, dengan eror sebesar 5,4%. Kesalahan terkecil terdapat pada percobaan ke 2 pada alat sebesar 0,028 Rad/s dan perbandingan sensor photogate sebesar 0,028, dengan erorr 1,1%, di dapatkan nilai momen inersia

sebesar 475 terdapat selisih pada teori dimana pada teori nilai momen inersianya sebesar 430 Nm. Nilai tersebut di dapatkan dari persamaan rumus $I = \frac{m}{g.F}$.

Sedangkan nilai momen inersia pada teori didapatkan dari persamaan rumus $I = m.r^2$. Niali m pada teori didapatakan dari massa lempeng utama. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara percepatan sudut dan massa berbanding lurus.

Pengukuran waktu percepatan dan momen inersia pada Step Pulley 2,0 cm

Tabel hasil pengukuran waktu percepatan dan momen inersia pada step pulley 2,0 cm :

Massa (g)	F (N)	τ (Nm)	R (m)	I teori	α (rad/s) alat	α (rad/s) pasco	Error %
150	1434	28,7	0,020	430	0,039	0,040	2,6
200	1484	29,7	0,020	430	0,037	0,039	4,8
250	1534	30,7	0,020	430	0,035	0,037	6,3
300	1584	31,7	0,020	430	0,033	0,036	9,1
350	1634	32,7	0,020	430	0,032	0,034	5,3
400	1684	33,7	0,020	430	0,030	0,031	2,6

Berdasarkan tabel di atas dengan variabel perubahan berupa massa beban diperoleh perubahan waktu percepatan dan juga nilai momen inersia. Data tersebut didapatkan dari hasil pengukuran alat yang dibuat. Dengan pembandingnya yaitu sensor photogate pasco yang terdapat di laboratorium eksperimen. Pengumpulan data dilakukan dengan 6 kali percobaan seperti pada tabel di atas. kesalahan terbesar yaitu pada percobaan ke 4 pada alat sebesar 0,033 Rad/s dan perbandingan sensor photogate sebesar 0,036 Rad/s, dengan eror sebesar 9,1%. Kesalahan terkecil terdapat pada percobaan ke 1 pada alat sebesar 0,039 Rad/s dan perbandingan sensor photogate sebesar 0,040, dengan erorr 2,6%, di dapatkan nilai momen inersia alat sebesar 360 Nm. Nilai tersebut di dapatkan dari persamaan rumus $I = \frac{m}{g.F}$. Sedangkan nilai momen inersia pada teori didapatkan dari persamaan rumus $I = m.r^2$. Niali m pada teori didapatakan dari massa lempeng utama. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara percepatan sudut dan massa berbanding lurus.

Pengukuran waktu percepatan dan momen inersia pada Step Pulley 2,5 cm

Tabel hasil pengukuran waktu percepatan dan momen inersia pada step pulley 2,5 cm :

Tabel 3. Step pulley 3							
Hasil Pengukuran							
Massa (g)	F (N)	τ (Nm)	R (m)	I teori	α (rad/s) alat	α (rad/s) pasco	Error %
150	1434	35,8	0.025	430	0,048	0,049	2,1
200	1484	37,1	0.025	430	0,047	0,048	2,3
250	1534	38,3	0.025	430	0,045	0,047	4,9
300	1584	39,6	0.025	430	0,043	0,046	7,2
350	1634	40,8	0.025	430	0,041	0,043	4,9
400	1684	42,1	0.025	430	0,038	0,039	2,6

Berdasarkan tabel 4.4 dengan variabel perubahan berupa massa brban diperoleh perubahan waktu percepatan dan juga nilai momen inersia. Data tersebut didapatkan dari hasil pengukuran alat yang dibuat. Dengan pembandingnya yaitu sensor photogate pasco yang terdapat di laboratorium eksperimen. Pengumpulan data dilakukan dengan 6 kali percobaan seperti pada tabel di atas. kesalahan terbesar yaitu pada percobaan ke 4 pada alat seberar 0,043 Rad/s dan perbandingan sensor photogate sebesar 0,046 Rad/s, dengan eror sebesar 7,2%. Kesalahan terkecil terdapat pada percobaan ke 1 pada alat sebesar 0,048 Rad/s dan perbandingan sensor photogate sebesar 0,049, dengan erorr 2,1%, di dapatkan nilai momen inersia sebesar 360 Nm. Nilai tersebut di dabatkan dari persamaan rumus $I = \frac{m}{g.F}$.. Sedangkan nilai momen inersia pada teori didapatkan dari persamaan rumus $I = m.r^2$. Niali m pada teori didapatakan dari massa lempeng utama. Hal ini menunjukan bahwa hubungan antara percepatan sudut dan massa berbanding lurus.

KESIMPULAN

Pada percobaan ini bertujuan untuk Merancang dan mengetahui karakteristik kit eksperimen gerak rotasi dengan sensor phototransistor. Melakukan pengujian rancangan kit percobaan gerak rotasi dengan sensor phototransistor. Untuk menentukan nilai percepatan sudut (α) dan momen inersia menurut teori dan penelitian. Dari tujuan tersebut dapat di simpulkan bahwa hasil perancangan alat dan sensor untuk mengukur percepatan dan momen inersia didapatkan hasil nilai yang hampi sama antar alat dan sensor photogate dari massa beban 150 gram sampai 400 gram, dimana semakin kecil masa maka semakin besar waktu dan semakin kecil

hasil momen inersianya.

Pada percobaan ini juga step pulley mempengaruhi nilai pada percepatan dimana semakin lebar ukuran step pulley maka semakin besar juga hasil yang diperoleh dalam 1 putaran. Untuk menguji kelayakan yang dibuat untuk menentukan nilai percepatan sudut maka data yang diperoleh dibandingkan dengan alat pembanding yang ada yaitu sensor *photogate* .

- Pada step pulley 1,5 cm memiliki nilai *error* terbesar yaitu 5,3%
- Pada step pulley 2,0 cm memiliki nilai *error* terbesar yaitu 9,1%
- Pada step pulley 2,5 cm memiliki nilai *error* terbesar yaitu 7,0%

Untuk nilai momen inersia pada setiap percobaan.

- Pada step pulley 1,5 cm memiliki nilai yaitu 475 Nm.
- Pada step pulley 2,0 cm memiliki nilai yaitu 360 Nm.
- Pada step pulley 2,5 cm memiliki nilai yaitu 360 Nm.

DAFTAR PUSTAKA

- Agby, M. (2016). Rancang Bangun Kit Percobaan Konservasi Momentum Berbasis Mikrokontroler. Surabaya, Universitas Negeri Surabaya.
- Giancoli, D. C. (2001). *Physich Principles with Application, Fifth Edition*. Jakarta: Erlangga.
- Haliday, D. (1985). *Fundamentals of physics*. Jakarta: Erlangga.
- Hendra. (2009). Pengembangan Perangkat Percobaan Konsep Rotasi Untuk Pembelajaran Fisika di SMA dan Universitas. Riau, Universitas Riau.
- Humaira, Asrizal, Zulhendri Kamus. (2016). *Pembuatan Sistem Pengukuran Besaran Gerak Lurus Berbasis Personal Komputer Menggunakan Sensor optocoupler*. Padang: Universitas Negeri Padang .
- Novri, T. A. Su'udi, Harry Gusti Nugroho. (2014). Analisis Kecepatan dan Percepatan Gerak Robot Joules Menggunakan Metode Bilangan Kompleks. Lampung, Universitas Lampung.

- Qomarudin, A. (2016). Perancangan Kit Percobaan Gerak Melingkar Beraturan Untuk Gaya Sentripetal Berbasis Mikrokontroler. *Surabaya*, Universitas Negeri Surabaya.
- Rahmadan, D. Arsyad, Lita .L, dkk. (2013). Impentasi Visabel Light Communication (VLC) Pada Sistem Komunikasi. *Bandung*, Institut Nasioal Bandung.
- Scientific, P. (1987). Instruction Manual and Eksperimen Guide for The Pasco Secientific model ME-9215. *Canada*, PASCO.
- Scientific, Pasco. 1987. *Instruction Manual and Eksperimen Guide for The Pasco Secientific model ME-9215*. CANADA: Pasco.
- Sudan, R. H. M. Ganesa .K, A. Udhaya .P, *et al.* (2015). *Arduino Atmega-328 Mikrokontroler*. *India*.
- Tipler, P. (1998). *Fisika Untuk Sains dan Teknik- Jilid 1(Terjemahan)*. Jakarta: Erlangga.

